



รายงานการวิจัย

การวิจัยและพัฒนายานยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า

Electric Vehicle Monozukuri DeSign

TNI

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น



รายงานการวิจัย

การวิจัยและพัฒนายานยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า

Electric Vehicle Monozukuri DeSign

คณะผู้วิจัย/ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

นายภาสกร พันธุ์โอภาส

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ผู้ร่วมวิจัย

1. นาย เนริน ชัยธานี
2. นายจิรพงศ์ สุขาทิพย์
3. นายสุระ ลาภทวี
4. นายวิศิษฐ์ สองเมือง

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ปีงบประมาณ 2557

มีนาคม 2558

การวิจัยและพัฒนายานยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า
ภาสกร พันธุ์โอภาส

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการแข่งขันรถฟอร์มูล่าของมหาวิทยาลัยทั่วโลกที่นักเรียนจะต้องออกแบบสร้างและแข่งขันกับรถแข่งในการทดสอบแบบคงที่และแบบไดนามิก ตั้งแต่ไม่กี่ปีที่ผ่านมาการแข่งขันครั้งนี้ได้มีการแข่งรถฟอร์มูล่าไฟฟ้า จึงได้ทำให้ศึกษาเกี่ยวกับกติกาการแข่งขันรถฟอร์มูล่าไฟฟ้า นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาแก้ไขโครงสร้างรถฟอร์มูล่าสำหรับใส่ แบตเตอรี่ และ มอเตอร์ เพื่อให้เป็นไปตามกติกาการแข่งขัน ดังนั้น การเลือกมอเตอร์เป็นมอเตอร์ brushless Motor แบบ In Wheel และ แบตเตอรี่เป็นแบตเตอรี่ลิเทียมโพลิเมอร์ การทดสอบความปลอดภัยจากผู้เชี่ยวชาญสามารถผ่านได้ครบทุกสถานี อาทิเช่น Tilt Test, Brake Test, Static Event, Dynamic Event, Efficiency และสามารถทำความเร็วได้สูงสุด 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่าการพัฒนาฟอร์มูล่าไฟฟ้าจากรถฟอร์มูล่าน้ำมันพบว่า เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่ออกแบบมาเพื่อรถน้ำมันจึงมีข้อจำกัดในการออกแบบการวาง แบตเตอรี่และมอเตอร์ไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามการแข่งขันในครั้งนี้ ก็สามารถร่วมการแข่งขันจนจบการแข่งขันได้

TNI

Electric Vehicle Monozukuri DeSign

Mr. Phatsakon Phanophat

Abstract

In Present, formula Student is a university competition around the world where students are required to design construct and compete with a race car in static and dynamic tests. Since few years ago, this competition has moved to electric propulsion. Studied of rules of competition Formula Electric car. Modified structure of Formula Electric car for Batteries and Motor in order to ensure compliance with rules. Therefore, the motor is InWheel motor blushless Motor and battery with a lithium polymer battery. Safety testing of experts able to get through all the stations, such as Tilt Test, Brake Test, Static Event, Dynamic Event, Efficiency. To a top speed of 100 kilometers per hour.

The results of this research showed that the development of Formula Engine. The structure is designed to Formula Engine, so there are limitations in the design of the battery and the electric motor. However, in this competition. It can join the race to finish the race.

TNI

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ในหัวข้อเรื่อง การวิจัยและพัฒนายานยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากสำนักวิจัย สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น วิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความเมตตากรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น ที่สนับสนุนเครื่องมือ เครื่องจักรและสถานที่ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะ และแก้ไขสิ่งที่ผิดพลาดทั้งหลาย จนกระทั่งการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะทีมวิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ทางคณะวิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ผศ.ไตรสิทธิ์ เบญจบุญยสิทธิ์ และดร.ไพศาล สุดวิสัย ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการไฟฟ้าในการทดสอบมอเตอร์และอุปกรณ์ควบคุม

ขอขอบพระคุณผู้สนับสนุน JICA Thailand บริษัท ฟิลพาร์ทเอ็นจิเนียริง(1999) จำกัด บริษัท โยโกฮามา ไทร์ เซลส์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท ไคเซล เซฟตี้ ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) บริษัท สยามฟู้ดกรุ๊ป จำกัด จำกัดที่ให้การสนับสนุนงบประมาณและผลิตภัณฑ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.เลอเกียรติ วงศ์สารพิบูล คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น ได้ให้กำลังใจ และอำนวยความสะดวกตลอดจนให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัยจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบคุณเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความช่วยเหลือจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เกี่ยวข้องหลายท่านในการทำงานวิจัย จนประสบผลสำเร็จจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

สำหรับประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบให้แก่นักเรียน นักศึกษา ผู้สนใจศึกษาด้านยานยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญตาราง.....	(10)
สารบัญรูป.....	(11)

บทที่

1	บทนำ.....	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
	1.2 วัตถุประสงค์.....	2
	1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
	1.4 สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล	2
	1.5 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ.....	3
	1.6 งบประมาณค่าใช้จ่ายตลอดโครงการ.....	4
	1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
	2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
	2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
3	วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย.....	29
	3.1 ขั้นตอนและวิธีการศึกษาวิจัย.....	29
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....	30
	3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	31

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการศึกษาวิจัย.....	32
	4.1 การออกแบบและจำลองผลรถ Formula Electric car.....	32
	4.2. การสร้างรถ Formula Electric Car.....	34
	4.3 ผลการทดสอบ.....	47
5	สรุปการดำเนินงาน.....	52
	5.2 สรุปผลเกี่ยวกับตัวรถ.....	52
	5.2 สรุปการแข่งขัน.....	53
	5.3 ข้อเสนอแนะ.....	54
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก	55
	เอกสารขออนุมัติโครงการ.....	56
	ภาคผนวก ข	71
	แนวทางการจัดการแข่งขันTSAE Auto Challenge 2014-15 Student Formula Electric..	72
	ภาคผนวก ค	76
	รูปการดำเนินงาน.....	77
	บรรณานุกรม.....	107
	ประวัติผู้วิจัย.....	110

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1.1	แผนการดำเนินงาน โดยแสดงเป็นรายเดือน.....	3
1.2	รายละเอียดงบประมาณ โครงการ.....	4

TNI

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงเฟรมของมอเตอร์.....	7
2.2	แสดงขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก.....	7
2.3	แสดงลักษณะขั้วแม่เหล็ก.....	8
2.4	แสดงลักษณะของแกนหมุน.....	8
2.5	แสดงแปรงถ่าน.....	9
2.6	แสดงช่องแปรงถ่าน.....	10
2.7	วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม.....	11
2.8	วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน.....	11
2.9	วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบชอร์ตชั้นท์คอมเปา์ด.....	12
2.10	แสดงการปรับฟีดรีโอสตาร์ทด้วยมือ.....	13
2.11	แสดงการควบคุมความเร็วมอเตอร์โดยใช้ความต้านทาน.....	14
2.12	แสดงการควบคุมความเร็วโดยการแบ่งขดลวดขั้วแม่เหล็ก.....	14
2.13	แสดงการควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้ต่ำกว่าความเร็วปกติ.....	15
2.14	การปรับความเร็วชั้นท์มอเตอร์ให้มีความเร็วสูงกว่าปกติโดยใช้รีโอสตาร์ท.....	15
2.15	การปรับความเร็วชั้นท์มอเตอร์ให้มีความต่ำกว่าปกติ โดยใช้รีโอสตาร์ท.....	16
2.16	โครงสร้างของมอเตอร์.....	16
2.17	วงจรควบคุมการขับเคลื่อน.....	17
2.18	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบ.....	17
2.19	มอเตอร์ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่าน.....	18
2.20	ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสี.....	20
2.21	ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง.....	21
2.22	ถ่านลิเทียม.....	22

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.23	ถ่านนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์..... 23
4.1	การออกแบบโครงสร้างรถเพิ่มเติม..... 32
4.2	โครงสร้างรถ..... 33
4.3	ฐานวางแบตเตอรี่..... 33
4.4	การแพ็คแบตเตอรี่..... 34
4.5	ล้อและยางรถ..... 35
4.6	มอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน..... 35
4.7	ตัวควบคุมมอเตอร์..... 36
4.8	วงจรการประกอบเข้ากับมอเตอร์..... 36
4.9	แบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงดันสูง..... 37
4.10	การแพ็คแบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงดันสูง..... 38
4.11	ประกอบแบตเตอรี่เข้ากับตัวรถ..... 38
4.12	การออกแบบบอดี้ในคอมพิวเตอร์..... 39
4.13	การทดสอบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... 39
4.14	การขัดผิวโมลให้เรียบก่อนนำไปขึ้นรูป Body ส่วนหัว..... 40
4.15	การขึ้นรูป Body ส่วนหัวของรถ..... 40
4.16	การนำโมลที่หล่อไว้มาทำการ Vacuum..... 40
4.17	การดึงผ้าลอกกลาย Body ส่วนหัวรถหลังจากทำการ Vacuum มา..... 41
4.18	ทาน้ำยาเรซินลงผิวคาร์บอนกับโมลของ Body ก่อนนำไป Vacuum..... 41
4.19	ห่อถุงพลาสติกชิ้นงานก่อนนำไป Vacuum..... 41
4.20	Vacuum Body ส่วนด้านข้างของรถ..... 42
4.21	Body ส่วนด้านข้างของรถหลังจาก Vacuum เสร็จ..... 42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.22	เบาะ..... 42
4.23	Fire wall (ด้านหน้า)..... 43
4.24	Fire wall (ด้านหลัง)..... 43
4.25	Rack & Pinion..... 44
4.26	การออกแบบและทดสอบทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... 45
4.27	คอมม่า..... 45
4.28	ระบบกันสะเทือนแบบปีกนกคู่ (Double Wishbone)..... 46
4.29	การออกแบบช่วงล่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... 46
4.30	การออกแบบช่วงล่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์..... 46
4.31	การออกแบบทางวิศวกรรม..... 47
4.32	การ Inspection..... 48
4.33	การทดสอบ Tilt Test..... 48
4.34	การทดสอบ Brake Test..... 49
4.35	การนำเสนอการออกแบบ Engineering Design..... 50
4.36	การทดสอบวิ่ง Autocross..... 51
4.37	การทดสอบวิ่ง Endurance..... 51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

จากปัญหาสภาวะโลกร้อนในปัจจุบันได้ทำให้หลายประเทศเริ่มตระหนักถึงความจำเป็นในการใช้มาตรการต่างๆ เพื่อเข้ามาลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง มาตรการดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้กับรถยนต์เพื่อให้สามารถใช้พลังงานทางเลือกอื่นเป็นเชื้อเพลิงทดแทนการใช้น้ำมัน ซึ่งหนึ่งในทางเลือกนั้นได้มีการนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้เป็นพลังขับเคลื่อนให้กับรถยนต์ หรือที่เรียกว่า “รถยนต์ไฟฟ้า” อย่างไรก็ตามการพัฒนาทางด้านยานยนต์ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการขนส่งสินค้า การคมนาคม ฯลฯ ซึ่งหลายๆประเทศต่างให้ความสนใจในการพัฒนางานทางด้านยานยนต์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นจะเห็นได้ชัดจากการมีรถญี่ปุ่นที่ส่งขายทั่วโลก ซึ่งการพัฒนาจะให้มีประสิทธิภาพสูงนั้นต้องเริ่มต้นจากการพัฒนาเยาวชนให้มีความพร้อมก่อน จึงจะทำให้การพัฒนานั้นเป็นไปแบบยั่งยืน และในครั้งนี้ทีมงานวิจัยได้มีแนวคิดริเริ่มพัฒนานวัตกรรมทางด้านยานยนต์ในแนวทางการรักษาสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงานจึงได้มีการออกแบบและพัฒนา Electric Vehicle เพื่อต่อยอดของบุคลากรและนำผลวิจัยไปสู่การใช้งานจริงในอนาคต

สำหรับรถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยนั้น ถือเป็นเรื่องใหม่ที่ยังไม่มีการศึกษาวิจัยมากนัก โดยเฉพาะรถใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนในล้อ (in wheel) ซึ่งเป็นรูปแบบการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าที่มีการสูญเสียพลังงานในการวิ่งน้อย สำหรับในการทดลองสร้างเพื่อวิจัยนั้นจำเป็นต้องใช้ความรู้และเทคโนโลยีในหลายๆด้านประกอบกันเพื่อสร้างรถยนต์ ไม่ว่าจะเป็นความรู้ทางเครื่องกล ทางด้านไฟฟ้า และการควบคุม ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า การจัดการด้านการใช้พลังงาน(Power management) ที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญที่ต้องได้รับการพัฒนาซึ่งจะส่งผลต่อสมรรถนะและความสิ้นเปลืองพลังงานของรถ

ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ที่จะมุ่งมั่นให้ทั้งนักศึกษาและคณาจารย์ได้ศึกษาเกี่ยวกับ รถ Electric Vehicle หรือรถ EV ที่สามารถใช้งานได้จริงในประเทศไทย ซึ่งมีแนวโน้มที่จะจำหน่ายในประเทศเร็วขึ้นทั้งทางด้านการพัฒนายานยนต์

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 พัฒนาศักยภาพบุคลากรและคณะวิศวกรรมศาสตร์
- 1.2.2 พัฒนาทักษะด้านการออกแบบ ยานยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electric Vehicle)
- 1.2.3 ใช้เป็นสื่อการสอนและการเรียนรู้เทคโนโลยียานยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 เนื้อหาของการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนายานยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยชิ้นงานและนำข้อมูลการวิจัยที่ได้ไปให้ทางนักศึกษา,ผู้สนใจ,สถานประกอบการไปใช้ในการต่อยอดประยุกต์ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนงานที่เกี่ยวข้องหรือแม้กระทั่งนำไปใช้เป็นรถต้นแบบ (Prototype) สำหรับใช้วิ่งจริงสู่ตลาดในประเทศ โดยสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ได้นำเอาความรู้และเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมยานยนต์มาศึกษาวิจัยและพัฒนาออกแบบระบบต่างๆ เพื่อสร้างรถให้มีสมรรถนะที่สูงที่สุดและสร้างนวัตกรรมใหม่ทางด้านวิศวกรรมยานยนต์ทั้งนี้คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ขับและผู้โดยสารเป็นอันดับหลัก เพื่อตอบโจทย์ความต้องการในการใช้พลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ประเทศไทยก้าวสู่สากล

1.3.2 กลุ่มเป้าหมาย หรือ ประชากร

นักศึกษาและคณาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น อุตสาหกรรมยานยนต์

1.3.3 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)

1.5 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน (ระยะเวลาทั้งหมด 8 เดือน ระหว่างเดือน เมษายน 2557 – พฤศจิกายน 2557) ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน โดยแสดงเป็นรายเดือน

	กิจกรรม	ระยะเวลา							
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ขั้นวางแผนงาน (P)									
1. ประชุมวางแผนงาน									
2. นำเสนอโครงการและงบประมาณ ประชุมและวางแผนงาน									
ขั้นดำเนินการ (D)									
1. ติดต่อประสานงานและสำรวจพื้นที่ในการจัดกิจกรรม									
2. ขออนุมัติโครงการและงบประมาณ									
3. เตรียมการดำเนินงาน / ติดต่อประสานงาน / เตรียมเอกสาร									
4. ดำเนินกิจกรรม									
ขั้นสรุปและประเมินผล (C)									
1. สรุปและประเมินผล(จากการทดสอบรถ)									
ขั้นปรับปรุงตามผลการประเมิน (A)									
1. ติดตามผลการดำเนินงาน ประชุมคณะกรรมการ นำผลมาปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป									

1.6 งบประมาณค่าใช้จ่ายตลอดโครงการ

งบประมาณของโครงการนี้ประกอบไปด้วย 7 อย่าง ได้แก่ ระบบขับเคลื่อน, ระบบไฟฟ้า, ระบบ Suspension, ระบบระบบควบคุม, โครงรถ(Frame), Bodyตัวรถ, การบริหารจัดการ(Management) รวมทั้งสิ้น 405,000 บาท รายละเอียดค่าใช้จ่ายในแต่ละหมวดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1.2 รายละเอียดงบประมาณโครงการโดยรวมในการจัดทำรถแข่ง Formula Student EV (หน่วยเงิน บาท)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	ราคารวม(บาท)	หมายเหตุ
1.	แบตเตอรี่ 100 Ah,3C	10 set	10,000	100,000	โครงการตามแผนยุทธศาสตร์ ส่วนงบกลยุทธ์ 3.1 ส่งเสริมงานวิจัยที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ และ 2.1 ส่งเสริมโมโนซุกุริที่มีการสร้างสรรค์ผลงาน (Innovative Monozukuri)
2.	32.3 HP(72-156V,33435A,DC) EV-Motors	1 set	80,000	80,000	
3.	High Power Motors Controller	1set	50,000	50,000	
4.	คอมพิวเตอร์ใช้ในการออกแบบรถ FORMULA SAE	2 set	35,000	70,000	
5.	ระบบ Suspension - Shock - A-arm - Tire - โครงรถ - Frame&Body - การบริหารจัดการ(Management)	1 set			งบกิจการนักศึกษา
รวม				300,000.00	สามแสนบาทถ้วน

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทั้งนักศึกษาและคณาจารย์ได้พัฒนาศักยภาพทางด้านวิศวกรรมยานยนต์อย่างเข้มแข็ง

1.7.2 สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น มีสื่อการเรียนการสอนระบบควบคุมและระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของรถ EV

1.7.3 ทำให้วิศวกรรมยานยนต์มีการพัฒนาการด้านยานยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า(Electric Vehicle)

TNI

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวในงานวิจัยรฟพมมูลค่าไฟฟ้า อาทิเช่น มอเตอร์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

2.1.1.1 ความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานต่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆ ในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงานดังนั้นเราจึงต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าตลอดคุณสมบัติการใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้นๆ และสามารถเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับงานออกแบบระบบประปาหมู่บ้านหรืองานอื่นที่เกี่ยวข้อง

มอเตอร์ไฟฟ้า (MOTOR) หมายถึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกลมีทั้งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง

ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ.ซี.มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกได้ดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1.1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่า ซิงเกิลเฟส มอเตอร์ (A.C. Sing Phase)

- สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split-Phase motor)
- คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)
- รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor)
- ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal motor)
- เซ็ดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded-pole motor)

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

1.3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสหรือเรียกว่าทีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase Motor)

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

2.1) ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

A) ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย

- เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้ว เหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอกขั้วแม่เหล็ก (Pole)

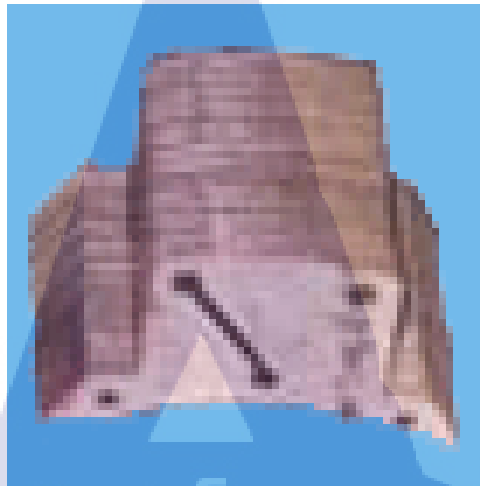
- แกนขั้วแม่เหล็กและขดลวดภาพขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก



รูปที่ 2.1 แสดงเฟรมของมอเตอร์



รูปที่ 2.2 แสดงขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะขั้วแม่เหล็ก

ส่วนแรก แกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวน ประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์ เรียกว่าขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุด จะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุดแล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากเป็นการทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน (Torque) ลักษณะของขั้วแม่เหล็ก



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะของแกนหมุน

ส่วนที่สอง ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบๆ แกนขั้วแม่เหล็กขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาร์มเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

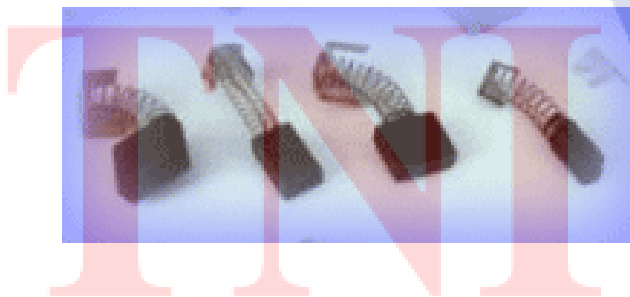
B) ตัวหมุน (Rotor) ตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์ ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

- แกนเพลลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลลานี้จะวางอยู่บนแบร์ริง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้

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

- คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์ จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสาย ของขดลวดอาร์มาเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลลา เป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยังขดลวดอาร์มาเจอร์เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็ก ดังกล่าวนมาแล้วเรียกว่าปฏิริยามอเตอร์ (Motor action)

- ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอต (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับกรออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ที่ต้องการ ควรศึกษาต่อไปในเรื่องการพันอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) ในโอกาสต่อไป



รูปที่ 2.5 แสดงแปรงถ่าน

แปรงถ่านทำด้วยคาร์บอนมีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าในช่องแปรงมีสปริงกดอยู่ด้านบนเพื่อให้ถ่านนี้สัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลาเพื่อรับกระแส และส่งกระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวดอาร์มาเจอร์ กับวงจรไฟฟ้าจากภายนอก ถือถ้าเป็นมอเตอร์

กระแสไฟฟ้าตรงจะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเข้าไปยังคอมมิวเตเตอร์ให้ลวดอาร์มาเจอร์เกิดแรงบิดทำให้มอเตอร์หมุนได้



รูปที่ 2.6 แสดงของแปรงถ่าน

2.2) หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง (Motor Action)

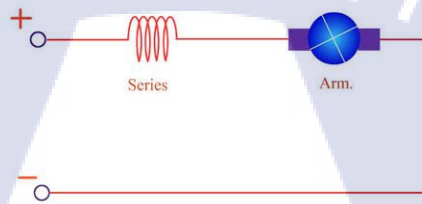
เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะผ่านแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้น จะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็ก จะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิดแรงบิดในดิวอาร์มาเจอร์ ซึ่งวางแกนเพลลาและแกนเพลลานี้ สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอร์นี้หมุนได้ ขณะที่ดิวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุน การที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกิริยาต่อกัน ทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์ หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎซ้ายของเฟลมมิง (Fleming's left hand rule)

2.3) ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มี 3 ชนิด ดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

- มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีย์มอเตอร์ (Series Motor)
- มอเตอร์แบบขนานหรือเรียกว่าชันทมอเตอร์ (Shunt Motor)
- มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

a) มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor)

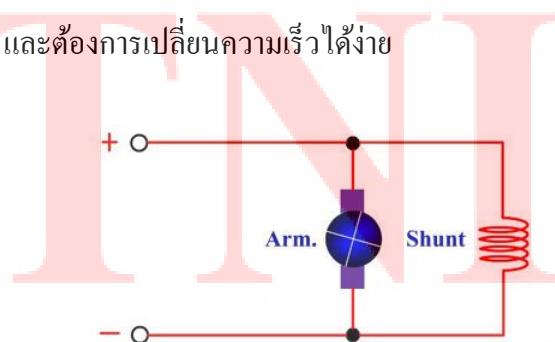
คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่า ซีรีส์ฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้ารถยนต์ของเล่นไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมากแต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็ว ก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วลดลง แต่ขดลวด ของมอเตอร์ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ในบ้านหลายอย่าง เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผม มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม ใช้งานหนักได้ดีเมื่อใช้งานหนักกระแสจะมากความเร็วรอบ จะลดลงเมื่อไม่มีโหลดมาต่อความเร็วจะสูงมากอาจเกิดอันตรายได้ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ



รูปที่ 2.7 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

b) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

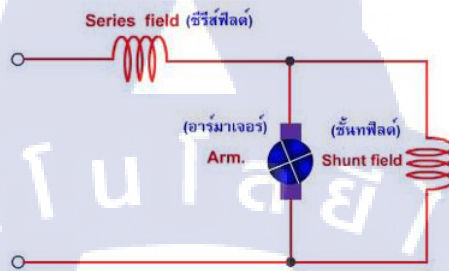
หรือเรียกว่าชันทมอเตอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้ ขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่อ (Field Coil) จะต่อขนานกับขดลวด ชุดอาร์เมเจอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้มีคุณลักษณะ มีความเร็วคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ ชันทมอเตอร์ส่วนมากเหมาะกับงานดังนี้พัดลมเพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่ และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย



รูปที่ 2.8 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

c) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

หรือเรียกว่าคอมเปาว์ดมอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสม มีคุณลักษณะพิเศษคือมีแรงบิดสูง (High starting torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ตั้งแต่ยังไม่มีโหลดจนกระทั่งมีโหลดเต็มที่ มอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชั้นที่



รูปที่ 2.9 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบชอร์ตชั้นที่คอมเปาว์ด

2.4) การสตาร์ทมอเตอร์หรือการเริ่มเดินมอเตอร์

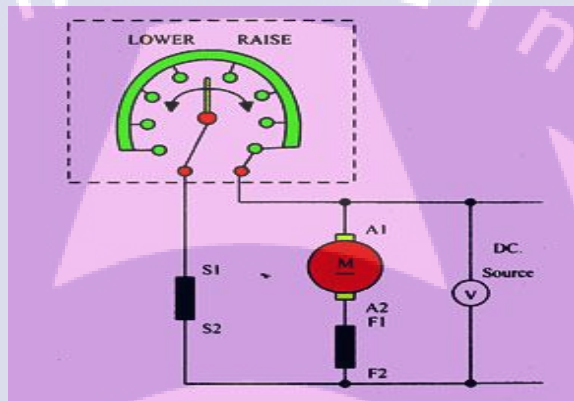
ในช่วงเริ่มแรกยังไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าต้านกลับ (Back Emf) เกิดขึ้นที่อาร์เมเจอร์ ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าไฟฟ้าที่ตกคร่อม (Voltage Drop) ที่อาร์เมเจอร์จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเป็นจำนวนมาก อาจเป็นให้เกิดอันตรายกับมอเตอร์หรือฟิวส์ขาดได้ เนื่องจากความต้านทานของอาร์เมเจอร์ที่มีค่าต่ำมาก เพราะฉะนั้นในการสตาร์ทมอเตอร์หรือเริ่มเดินมอเตอร์นั้นจำเป็นมากที่ต้องต่อความต้านทานอนุกรมกับเข้ากับอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ เพื่อให้กระแสถูกควบคุมในขั้นพลอดักซ์เมื่อมอเตอร์หมุนไปแล้วค่อยๆลดค่าความต้านทานทีละน้อย ในที่สุดจะถูกปลดออกจากวงจรอาร์เมเจอร์

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

2.4.1) การควบคุมด้วยมือ (Manual Operation)

การปรับฟิลด์รีโอสตาร์ท (Field Rheostat) ด้วยมือซึ่งอนุกรมกับวงจรฟิลด์เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดที่ใช้ควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงดังแสดงในรูป 2.10 การควบคุมตามวิธีฟิลด์ รีโอสตาร์ทจะเป็นตัวต้านทานที่ต่อแยกออกมาหลายๆและมีสายต่อไปยังสวิตช์ที่มีหลายปุ่มแขนของสวิตช์จะหมุนไปตามสัดส่วนโค้ง และสัมผัสปุ่มสวิตช์ที่ต่อแยกออกจากตัวต้านทาน ดังนั้นจึงเป็นการเปลี่ยนแปลงจำนวนความต้านทานในวงจรฟิลด์ถ้าแขนของ

สวิตช์หมุนไปตามทิศทาง "LOVER" จะทำให้ความต้านทานเพิ่มขึ้นเป็นผลให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขั้วลดลงแต่ถ้าหมุนของสวิตช์หมุนไปตามทิศ "RAISE" ความต้านทานจะลดลงเป็นผลทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า ที่ขั้วเพิ่มขึ้น ฟิลดรี โอสตาร์ตที่ใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดปานกลาง ตัวต้านทานที่ใช้จะเป็นลวดโลหะผสมที่มีความต้านทานจำเพาะสูง และสัมประสิทธิ์อุณหภูมิค่าโลหะผสมนี้ประกอบด้วยทองแดง นิกเกิล แมงกานีส และโครเมียม และมีชื่อเรียกทางการค้าว่า นิกโครม แมงกานีส และอื่นๆ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ๆ ฟิลดรี โอสตาร์ตทำจากตาข่ายเหล็กหล่อ ประกอบอยู่กับกลไกสวิตช์ รีโอสตาร์ตเริ่มเดิน ได้ออกแบบให้นำกระแสไฟฟ้าในการเริ่มเดินในช่วงระยะเวลาสั้นๆเท่านั้น ไม่มีค่าต่ำกว่าปกติโดยการยึดแขนไว้ตรงกึ่งกลางของปุ่มสัมผัสก็จะทำให้ตัวต้านทานในการเริ่มเดิน เกิดการ ไหม้ขึ้นได้

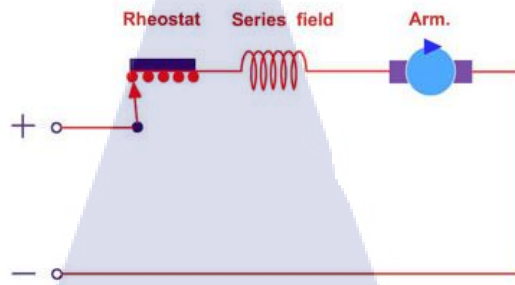


รูปที่ 2.10 แสดงการปรับฟิลดรี โอสตาร์ตด้วยมือ

2.4.2) การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ในการควบคุมความเร็ว ต้องมีวิธีการที่ควบคุมแตกต่างกันไปตามชนิดของมอเตอร์ดังนี้

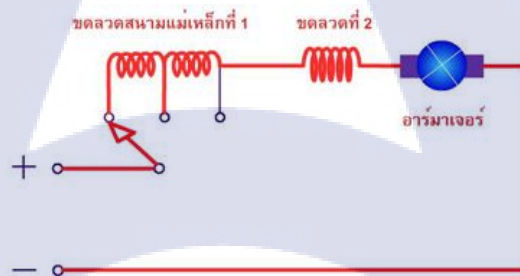
2.4.2.1) การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอนุกรมนี้จะมีความเร็วสูงมากจึงจำเป็นต้องมีการควบคุม ให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการ ในที่นี้จะกล่าวถึงการควบคุมอยู่ 2 วิธี

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



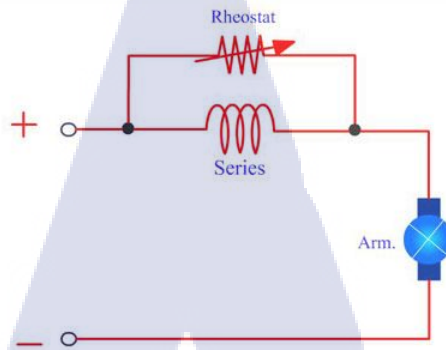
รูปที่ 2.11 แสดงการควบคุมความเร็วมอเตอร์โดยใช้ความต้านทาน

b) ใช้การแบ่งที่ขดลวดขั้วแม่เหล็ก (Tapped Field) โดยการนำขดลวดขั้วแม่เหล็กที่ 1 มาแบ่งออกตามลักษณะดังรูปจากนั้นก็ต่อเข้ากับสวิตช์เลือกเพื่อปรับให้อยู่ในจุด ที่ทำการแบ่ง เพื่อให้ความเร็ว ของมอเตอร์เป็นไปตามต้องการดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงการควบคุมความเร็วโดยการแบ่งขดลวดขั้วแม่เหล็ก

2.4.2.2) สำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่มีกระแสสูงการควบคุมโดยความเร็ว การต่อความต้านทานและการปรับค่าความต้านทานและการเลื่อนปุ่มจะทำให้เกิดประกายไฟ (Arc) และเกิดความร้อนสูง จึงใช้วิธีแบ่งแยกกระแสในขดลวดขั้วแม่เหล็ก (Field Diverter) โดยนำความ ต้านทานปรับค่าได้ต่อขนานกับขดลวดสนามแม่เหล็ก ใช้ปรับความเร็ว เมื่อต้องการความเร็วสูง กว่าความเร็วปกติ

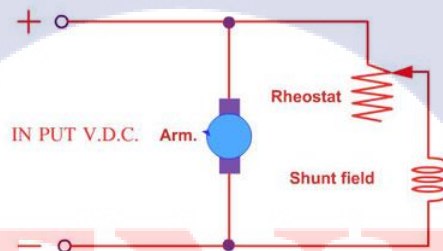


รูปที่ 2.13 แสดงการควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้ต่ำกว่าความเร็วปกติ

2.4.2.3) การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงแบบชัณฑ์ (Shunt Motor)

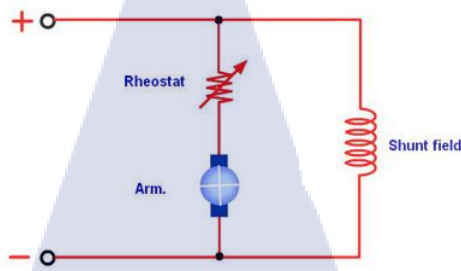
มอเตอร์กระแสตรงแบบชัณฑ์นี้ต่อขดลวดขั้วแม่เหล็ก (Field Coil) ขนานกับขดลวดชุดอาร์มาเจอร์ จึงเรียกว่าแบบชัณฑ์หรือชัณฑ์มอเตอร์ มอเตอร์แบบนี้มีความเร็วปกติคงที่

a) ถ้าจะทำให้ความเร็วมอเตอร์แบบชัณฑ์นี้สูงกว่าปกติใช้รีโอสตาท (Rheostat) ต่ออนุกรมกับขดลวดขั้วแม่เหล็ก เพื่อทำให้ค่ากระแสในขดลวดขั้วแม่เหล็กลดลง เป็นการเพิ่มความเร็วของมอเตอร์แบบชัณฑ์นี้ได้



รูปที่ 2.14 การปรับความเร็วชัณฑ์มอเตอร์ให้มีความเร็วสูงกว่าปกติโดยใช้รีโอสตาท

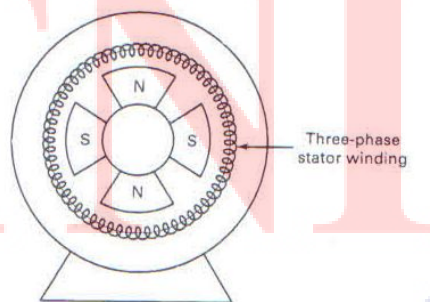
b) ถ้าจะให้ความเร็วของมอเตอร์แบบชัณฑ์มีความเร็วต่ำกว่าปกติโดยการต่อรีโอสตาทอนุกรมกับขดลวดจอร์อาร์มาเจอร์ของมอเตอร์



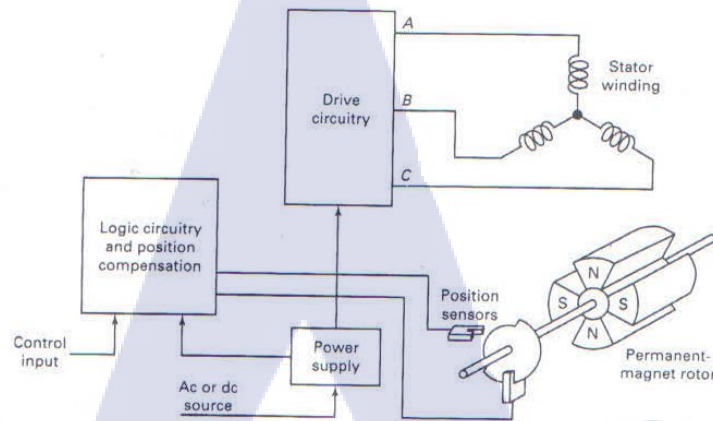
รูปที่ 2.15 การปรับความเร็วขั้นต้นมอเตอร์ให้มีความต่ำกว่าปกติ โดยใช้รีโอสตาร์ท

2.5) มอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (Brushless DC Motors)

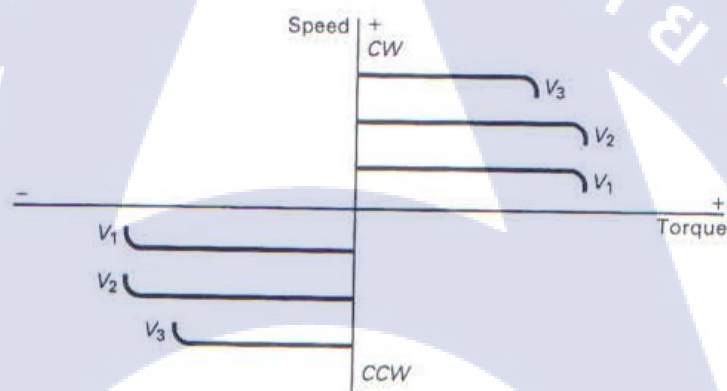
มอเตอร์ดี.ซี.ชนิดนี้จะนำไปใช้ในที่ที่มีอันตราย ปราศจากการเกิดประกายไฟที่แปรงถ่านสัมผัสกับซี่ของคอมมิวเตเตอร์ นำไปประยุกต์ใช้กับงานที่ขับเคลื่อนด้วยความเร็วคงที่ เช่น ขับเคลื่อนในฮาร์ดดิสก์มอเตอร์แบบไร้แปรงถ่านมีโครงสร้างประกอบด้วยตัวอยู่กับที่เป็นขดลวดอาร์เมเจอร์ ส่วนตัวที่เคลื่อนที่เป็นขั้วแม่เหล็กถาวรและที่ขดลวดอาร์เมเจอร์จะต่อเชื่อมเข้ากับวงจรสวิทช์ซึ่งอิเล็กทรอนิกส์เป็นผลทำให้ทิศทางการไหลของกระแสในขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดการเปลี่ยนแปลงตามถี่ของการสวิทช์ของทรานซิสเตอร์กำลัง ทำให้โรเตอร์ที่เป็นแม่เหล็กถาวรหมุนตามการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กที่ขดลวดอาร์เมเจอร์ ส่วนตำแหน่งในการตรวจจับที่เพล่าจะใช้ในตอนเริ่มต้นเพื่อให้ได้เวลาในการสวิทช์ที่มีความเหมาะสม ซึ่งวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กับมอเตอร์ ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่านเป็นส่วนที่มีความยุ่งยากซับซ้อนพอสมควร อย่างไรก็ตามหลักการทำงานโดยทั่วไปของมอเตอร์ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่านซึ่งแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 โครงสร้างของมอเตอร์

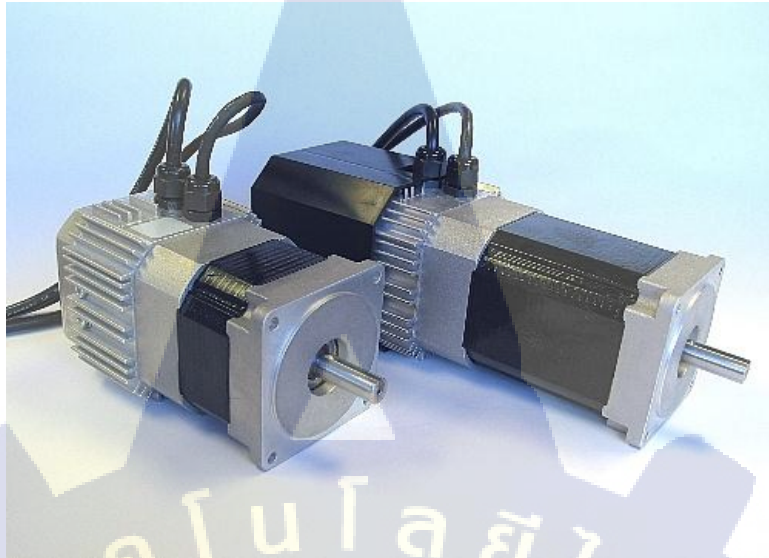


รูปที่ 2.17 วงจรควบคุมการขับเคลื่อน



รูปที่ 2.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วรอบ

จากรูปที่ 2.17 เป็นระบบการควบคุมมอเตอร์ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่านชนิด 3 เฟส ซึ่งประกอบด้วยที่สแตเตอร์มีขดลวดอาร์เมเจอร์จำนวน 3 ชุด โดยได้รับการกระตุ้นจากวงจรขับเคลื่อนอิเล็กทรอนิกส์และมีสัญญาณตรวจจับตำแหน่งอยู่ที่เพลา ซึ่งโครงสร้างของมอเตอร์ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่านมีลักษณะคล้ายกันกับของมอเตอร์ซิงโครนัสจำนวนขั้วแม่เหล็กของขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สแตเตอร์จะถูกกำหนดตามจำนวนขั้วของแม่เหล็กถาวรของโรเตอร์ คุณลักษณะของแรงบิดและความเร็วรอบที่ได้เกิดจากการควบคุมขนาดกระแสของขดลวดอาร์เมเจอร์และเวลาในการสวิตช์ของชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้จะให้ความเร็วรอบที่คงที่ เมื่อเปรียบเทียบกับแรงบิดที่เปลี่ยนแปลงสังเกตได้จากกราฟรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.19 มอเตอร์ดี.ซี.แบบไร้แปรงถ่าน

2.1.2 แบตเตอรี่

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยน พลังงานเคมีที่เก็บไว้เป็นพลังงานไฟฟ้า ได้มีการค้นพบว่า มีการใช้แบตเตอรี่ตั้งแต่สมัย บาบิโลเนียน เมื่อประมาณ 500 ปีก่อนคริสตกาล แต่แบตเตอรี่ที่มีใช้ในปัจุบัน 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 โดยการเปลี่ยนขั้วอิเล็กโทรดขั้วลบของแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้ว ซึ่งทำให้มีการชาร์จประจุอย่างรวดเร็ว เช่น แบตเตอรี่ชนิดลูมิเนียม-อากาศ
- 4) แบตเตอรี่ผสม เป็นแบตเตอรี่ที่มีเซลล์ของเชื้อเพลิงผสมอยู่ โดยขั้วอิเล็กโทรดข้างหนึ่งเป็นก๊าซและอีกข้างหนึ่งเป็นขั้วของตัวเอง เช่น แบตเตอรี่ชนิดซิงค์-โบรมีน

ปัจจุบันนิยมใช้งาน ทั้งแบตเตอรี่แบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งส่วนใหญ่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบ ที่มีคราบเป็นพิษ และผลเสียต่อสภาพแวดล้อม แบตเตอรี่ที่เข้ามาทดแทนแบตเตอรี่ตะกั่ว ในอนาคตสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

- 1) แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิล-แคดเมียม (NiCd) แบตเตอรี่ชนิดนี้มีราคาแพงกว่าแบตเตอรี่ตะกั่ว แต่สามารถชาร์จประจุได้มากกว่า และอายุการใช้งานยาวนาน
- 2) แบตเตอรี่ชนิดโซเดียม-ซัลเฟอร์ (NaS) เป็นแบตเตอรี่ที่มีความหนาแน่นของพลังงานต่ำ ราคาแพง สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 350°C
- 3) แบตเตอรี่ชนิดซิงค์-โบรมีน (ZnBr) เป็นแบตเตอรี่ที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูง ราคาถูก อายุการใช้งานที่ยาวนาน เหมาะสำหรับใช้กับรถไฟฟ้า แต่มักมีปัญหาจากการรั่วของประจุที่เก็บ แก๊สโบรมีนเป็นแก๊สที่อันตราย
- 4) แบตเตอรี่ชนิดวานาเดียม-รีดอกซ์ (Vanadium-Redox) แบตเตอรี่แบบนี้สามารถชาร์จประจุได้ทันทีเพียงแค่เปลี่ยนอิเล็กโทรไลต์ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน อัตราการรั่วของประจุต่ำ มีความหนาแน่นของพลังงานสูง ใช้งานง่าย ราคาถูก ถึงแม้ว่าวานาเดียมจะมีพิษต่อสิ่งมีชีวิต แต่จะปลอดภัยเมื่ออยู่ในภาชนะบรรจุที่ได้มาตรฐาน

2.1.2.1 แบตเตอรี่ปฐมภูมิ

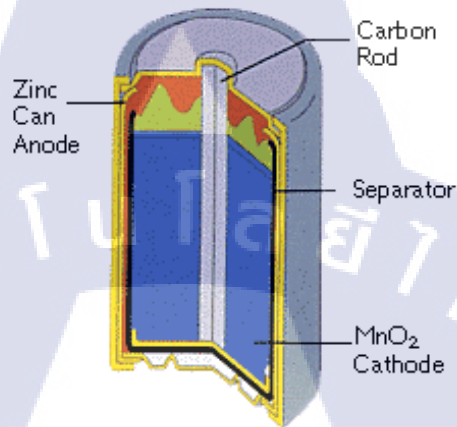
แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือที่มักเรียกกันว่า “ถ่าน” มีอยู่หลายชนิด เช่น ถ่านอัลคาไลน์ ถ่านลิเทียม เป็นต้น แบตเตอรี่แบบนี้มีหลายขนาด ใช้ในวิทยุ นาฬิกา เก็บพลังงานได้สูง อายุการใช้งานสูง แต่เมื่อถูกใช้หมดจะกลายเป็นขยะมลพิษ

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา ถ่านไฟฉายแบบอัลคาไลน์ที่ใช้แล้วทิ้งนั้นเป็นที่นิยมกันมาก ในหมู่นักเดินป่าทั้งหลาย แต่ในระยะหลังนี้ถ่านไฟฉายอีกประเภทหนึ่งที่มีความนิยมนิยมเพิ่มมากขึ้นคือถ่านลิเทียม ซึ่งมีน้ำหนักเบา ให้พลังงานสูง ใช้ได้ดีในที่อากาศเย็นและสามารถเก็บไว้ได้นาน นอกจากนี้ ในปัจจุบันผู้ผลิตยังได้ผลิตถ่านลิเทียมในขนาด AA ออกมาอีกด้วย แต่อย่างไรก็ดี ตลาดถ่านไฟฉายในปัจจุบันไม่ได้แบ่งที่ประเภทถ่านอัลคาไลน์หรือลิเทียมเพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นการแข่งขันกันระหว่างถ่านไฟฉายแบบที่ใช้แล้วทิ้ง (Throwaways) กับแบบที่สามารถประจุไฟเข้าไปใหม่ได้ (Rechargeables) หรือที่เรียกกันว่าถ่านแบบรีชาร์จ ถ่านไฟฉายในตลาดปัจจุบันที่ใช้กันในการเดินป่า สามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1) ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสี (Carbon-zinc cells)

ถ่านไฟฉายทั่วๆ ไปจะมีหลักการทำงานคร่าวๆ คือ ใช้คาร์บอนเป็นขั้วบวก หุ้มด้วยแอมโมเนียมคลอไรด์ และเคลือบด้านนอกด้วยสังกะสีซึ่งเป็นขั้วลบ เมื่อมีปฏิกิริยาทางเคมี

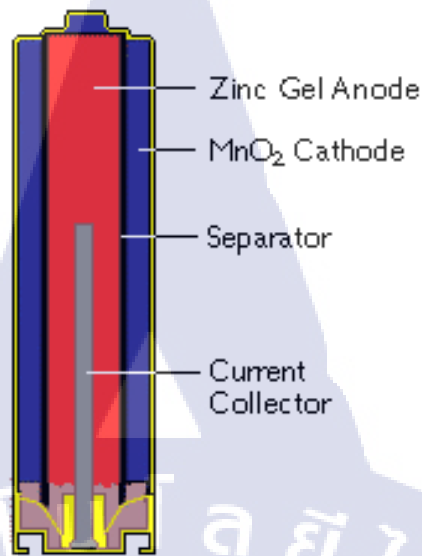
เกิดขึ้นจะให้อิเล็กตรอนออกมา และเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แต่ถ้าปฏิกิริยาเคมีดังกล่าวเกิดการย้อนกลับก็จะทำให้เราสามารถประจุไฟเข้าไปในแบตเตอรี่ใหม่ได้หรือที่เรียกว่าการรีชาร์จนั่นเอง แต่ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสีในประเภทนี้เป็นถ่านไฟฉายรุ่นแรกๆ ที่ไม่สามารถจะรีชาร์จได้ และในปัจจุบันก็ได้มีถ่านประเภทอื่นๆ ออกมาแทนที่จำนวนมาก



รูปที่ 2.20 ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสี

2) ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable alkaline cells)

ถ่านอัลคาไลน์ที่ใช้แล้วทิ้งได้เริ่มมีใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1958 (พ.ศ. 2501) ซึ่งเมื่อแรกเริ่มนั้นเป็นที่นิยมกันมากเพราะสามารถให้พลังงานได้มากกว่าถ่านไฟฉายแบบเก่า แต่ในระยะหลังเริ่มมีคนตระหนักถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เนื่องมาจากการใช้ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้งกันมากขึ้น เนื่องจากไฟฉายประเภทนี้มีสารปรอทเป็นส่วนประกอบและเนื่องจากปริมาณการใช้งานที่นิยมกันมากจนทำให้เกิดปัญหาขยะมีพิษเพิ่มมากขึ้นทั่วโลก ดังนั้นผู้ผลิตจึงได้พยายามมากขึ้นที่จะพัฒนาถ่านอัลคาไลน์ให้ไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม ในช่วงปลายทศวรรษที่ 1980 ได้มีผู้ผลิตถ่านอัลคาไลน์แบบที่มีสารปรอทต่ำลงออกมา และในปี 1990 ก็ได้มีถ่านอัลคาไลน์แบบปลอดสารปรอทเกิดขึ้น (เช่นถ่านดูราเซลล์ และอีเนอร์จิเซอร์ ที่นิยมกันในปัจจุบันนั่นเอง) แต่ถึงอย่างไรก็ตาม การที่มีปริมาณการใช้งานถ่านอัลคาไลน์จำนวนมากในปัจจุบันก็ยังก่อให้เกิดปัญหาเรื่องขยะไปทั่วโลกอยู่ดี ยกตัวอย่างเช่น เฉพาะในประเทศอเมริกามีการทิ้งถ่านอัลคาไลน์จำนวนถึง 2 พันล้านก้อนต่อปี ข้อเสียที่สำคัญของถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้งนี้ก็คือจะมีประสิทธิภาพลดลงอย่างมากในสภาพอากาศที่หนาวเย็น



รูปที่ 2.21 ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง

3) ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จ (Rechargeable alkaline)

ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จเริ่มมีใช้เมื่อ ค.ศ. 1993 ให้พลังงาน 1.5 โวลต์เท่ากับถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง แต่เมื่อมีการชาร์จใหม่เรื่อยๆ ประสิทธิภาพของถ่านจะลดลงตามจำนวนการชาร์จในแต่ละครั้ง ถึงแม้จะมีการดูแลรักษาและชาร์จอย่างถูกต้องก็ตาม เมื่อชาร์จไปประมาณสิบครั้ง ประสิทธิภาพจะลดลงเหลือประมาณ 60% และเมื่อชาร์จไปสามสิบครั้งประสิทธิภาพจะลดลงเหลือเพียง 40% และลดลงไปเรื่อยๆ ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จกับถ่านนิแคด จึงเห็นได้ชัดว่าถ่านนิแคดมีอายุการใช้งานนานกว่ากันมาก นอกจากนี้ เพื่อให้ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จมีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด เราควรจะต้องรีชาร์จถ่านอย่างสม่ำเสมอและอย่าปล่อยให้แบตเตอรี่หมดเกลี้ยง และจำเป็นจะต้องใช้เครื่องชาร์จเฉพาะด้วย

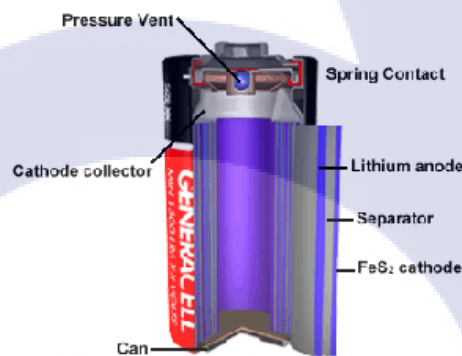
บริษัทเออร์เมนิบริษัทหนึ่งได้ผลิตถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จยี่ห้อ Accucell ขึ้น โดยความสามารถมากขึ้น ซึ่งมีข้อดีที่สำคัญกว่าถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จสมัยก่อนคือสามารถรีชาร์จได้นับร้อยครั้งโดยที่ประสิทธิภาพไม่ตกลงไปมากนัก ทำให้มีคนหันมาให้ความสนใจและเป็นที่นิยมมากขึ้น

4) ถ่านลิเทียม (Lithium cells)

ได้มีการเริ่มใช้ถ่านลิเทียมครั้งแรกกับไฟฉายติดศีรษะที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรม ซึ่งในขณะนั้นมีราคาแพงมากถึง 20 เหรียญสหรัฐ แต่มีอายุการใช้งานยาวนานมากและยังสามารถใช้งานในสภาพอากาศที่หนาวเย็นมากๆ ได้อีกด้วย แต่เนื่องจากมันมีสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็น

ส่วนประกอบ จึงถูกห้ามนำขึ้นเครื่องบินไม่ว่าจะติดตัวขึ้นไปหรือใส่ในกระเป๋าเดินทางที่โหลดไว้ใต้เครื่อง ดังนั้น บริษัทผู้ผลิตจึงได้พัฒนาถ่านลิเทียมประเภทนี้ออกมากลายเป็นลิเทียมธีโอไนต์คลอไรด์ซึ่งใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานต่ำ เช่น หลอด LED (Light-emitting diode) สามารถนำขึ้นเครื่องบินได้ มีการผลิตออกมาในขนาด AA และยังมีราคาที่ถูกลงอีกด้วย (ประมาณ 9 – 11 เหรียญสหรัฐ) เมื่อเทียบกับถ่านก้อนหนึ่งสามารถใช้ได้นานหลายเดือน

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



รูปที่ 2.22 ถ่านลิเทียม

5) ถ่านนิกเกิลแคดเมียมหรือนิแคด (Nickel-cadmium cells, Nicads)

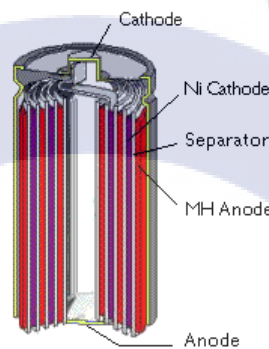
ถ่านนิแคดเป็นถ่านที่สามารถรีชาร์จได้ เริ่มมีใช้ครั้งแรกในช่วงทศวรรษ 1950 และสามารถจะรีชาร์จใหม่ได้นับร้อยครั้ง แต่ในสมัยนั้น นักเดินป่าส่วนใหญ่จะไม่นิยมใช้ถ่านนิแคดเนื่องจากปัญหาสำคัญเกี่ยวกับการชาร์จแบตเตอรี่ นั่นคือเราจำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ให้หมดเกลี้ยงก่อนถึงจะชาร์จใหม่ได้ มิฉะนั้นจะทำให้เกิดเมโมรี่เอฟเฟกต์ (Memory Effect) ซึ่งหมายถึงการชาร์จแบตเตอรี่ได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถชาร์จได้เต็มที่ ซึ่งเกิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ในขณะที่แบตเตอรี่เดิมยังไม่หมดดี ทำให้การชาร์จครั้งต่อไปจะใช้เวลาสั้นลงเนื่องจากแบตเตอรี่จะเก็บ

ความจำเป็นในการชาร์จที่สั้นที่สุดเอาไว้ และทำให้ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลดน้อยลง หรือหากเราชาร์จทิ้งเอาไว้เวลานานเกินไปก็จะทำให้แบตเตอรี่ร้อนมากและเสียหายได้อีกเช่นกัน ถ่านนิแคดยังให้พลังงานเพียง 1.2 โวลต์ซึ่งน้อยกว่าถ่านอัลคาไลน์ที่ให้พลังงาน 1.5 โวลต์อีกด้วย และนอกจากนี้ สารแคดเมียมยังเป็นสารพิษที่อันตรายมากอีกด้วย

อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาถ่านนิแคดให้มีคุณภาพดีขึ้นมาก สามารถชาร์จได้ง่ายขึ้น และยังมีองค์กรหรือสมาคม (ในต่างประเทศ) ที่คอยรับเก็บถ่านนิแคดที่ใช้แล้วเพื่อเอาไปรีไซเคิลและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งไม่ทำให้เกิดปัญหากับสภาพแวดล้อมอีกด้วย

6) ถ่านนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ (Nickel-metal hydride, NiMH)

ถ่าน NiMH นี้มีประสิทธิภาพอยู่ตรงกลางระหว่างถ่านนิแคดและถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จ ถ่าน NiMH ให้พลังงาน 1.2 โวลต์เหมือนถ่านนิแคดและสามารถชาร์จใหม่ได้หลายร้อยครั้งเช่นกัน แต่การชาร์จถ่าน NiMH จะไม่เกิดเมมโมรีเอฟเฟกต์เหมือนถ่านนิแคด ตัวถ่าน NiMH จะสามารถชาร์จด้วยตัวเองประมาณ 1-4 % ของพลังงานที่เหลืออยู่ทุกวัน แต่เราไม่สามารถเก็บถ่าน NiMH เอาไว้ได้นานเท่ากับถ่านอื่นๆ



รูปที่ 2.23 ถ่านนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์

การดูแลรักษาแบตเตอรี่

1. เก็บรักษาในที่อุณหภูมิไม่สูงเกินไป ไม่ควรนำไปตากแดด
2. หลีกเลี่ยงการเก็บในที่เปียกชื้น
3. ควรทำการชาร์ตไฟตามระยะที่บอกไว้ในคู่มือใช้งาน เช่น การใช้งานครั้งแรกควรชาร์ตไฟไว้นาน 10 ชั่วโมงหรือมากกว่าเป็นต้น
4. ไม่ควรนำแบตเตอรี่เก็บไว้ในตัวอุปกรณ์ หากยังไม่ได้ใช้งาน

2.1.2.2 แบตเตอรี่ทุติยภูมิ

เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วสามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ แบตเตอรี่มือถือ และถ่านรูนุ่มๆ เป็นต้น แบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ได้หรือ เซลล์ทุติยภูมิ สามารถอัดกระแสไฟใหม่ได้หลังจากไฟหมดเนื่องจากสารเคมีที่ใช้ทำแบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถทำให้กลับไปอยู่ในสภาพเดิมได้โดยการอัดกระแสไฟเข้าไปใหม่ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้อัดไฟนี้เรียกว่า ชาร์จเจอร์ หรือ รีชาร์จเจอร์ แบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ได้ที่เก่าแก่ที่สุดซึ่งใช้อยู่จนกระทั่งปัจจุบันคือ "เซลล์เปียก" แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด (lead-acid battery) แบตเตอรี่ชนิดนี้จะบรรจุในภาชนะที่ไม่ได้ปิดผนึก (unsealed container) ซึ่งแบตเตอรี่จะต้องอยู่ในตำแหน่งตั้งตลอดเวลาและต้องเป็นพื้นที่ที่ระบายอากาศได้เป็นอย่างดี เพื่อระบายก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาและแบตเตอรี่ชนิดจะมีน้ำหนักมาก รูปแบบสามัญของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด คือ แบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งสามารถจะให้กระแสไฟฟ้าได้ถึงประมาณ 10,000 วัตต์ในช่วงเวลาสั้นๆ และมีกระแสตั้งแต่ 450 ถึง 1100 แอมแปร์ 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 ประเภท ได้แก่

- 1) แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิล-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 วันที่เห็นได้ชัดคือถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์รวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงการวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม นอกจากนี้นับตั้งแต่วิทยุรับส่งชนิดมือถือและโทรศัพท์มือถือได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในแวดวงโทรคมนาคม

2.1.2.3 ประเภทของแบตเตอรี่

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

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

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

4) แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด เป็นแบตเตอรี่ซึ่งใช้ในรถยนต์และรถมอเตอร์ไซด์ โดยมีปริมาณตะกั่วบรรจุไว้ตามกำหนด และมีกรดกำมะถันเป็นตัวช่วยในการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี ส่วนใหญ่แบตเตอรี่ประเภทนี้สามารถนำมาอัดประจุไฟใหม่ได้ แต่เมื่อหมดอายุควรนำกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วไปรีไซเคิล

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

2.1.2.4 พิษภัยและอันตรายจากแบตเตอรี่

พิษภัยและอันตรายจากแบตเตอรี่มาจากสารที่ใช้ในการทำแบตเตอรี่ที่สำคัญคือสารตะกั่ว สารเมงกานีส สารแคดเมียม สารนิเกิล สารปรอท และสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

เช่น กรดซัลฟูริก เป็นต้น สารพิษต่าง ๆ เหล่านี้หากไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกวิธี โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนต่อแหล่งน้ำ ผิวดิน พื้นดิน และบรรยากาศแล้วแพร่ไปสู่คน พืช และสัตว์ก็มีสูง ลักษณะของผลกระทบที่เกิดขึ้นมีดังนี้

1) ทำให้เกิดการเจ็บป่วยอย่างเฉียบพลัน หรืออย่างเรื้อรัง สืบเนื่องมาจากการสัมผัสกับสารพิษหรือกากแบตเตอรี่ใช้แล้วที่มีสารพิษเป็นส่วนประกอบอยู่ ซึ่งมักพบในคนงานที่ประกอบกรในโรงงานทำไฟฉายและแบตเตอรี่ หรือคนงานเก็บขยะมูลฝอยและชาวบ้านที่มาขุดคุ้ยขยะ โดยสารพิษเหล่านี้สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจเอาฝุ่นและไอระเหยเข้าไปและโดยการกินอาหารที่มีสารดังกล่าวปนเปื้อน นอกจากนี้ยังคงดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้อีกด้วย

2) ทำให้เกิดการปนเปื้อนต่อดิน น้ำใต้ดิน และแหล่งน้ำผิวดินใกล้เคียงที่ใช้เป็นแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคในครัวเรือน ส่วนใหญ่มาจากการทิ้งแบตเตอรี่ที่เหลือใช้แล้ว ทำให้สารพิษดังกล่าวปนเปื้อนลงดินน้ำก็จะชะสารพิษที่ปนเปื้อนแล้วซึมผ่านชั้นดินและแหล่งน้ำส่งผ่านต่อมายังพืช และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ต่อไป

3) ทำให้เกิดภาวะมลพิษทางอากาศจากการแพร่กระจายของไอสารเคมี หรือฝุ่นละอองจากการเผาขยะมูลฝอยที่มีกากแบตเตอรี่ทิ้งปะปนอยู่ มลพิษทางอากาศอาจถูกสูดหายใจเข้าสู่ร่างกายโดยเฉพาะคนงานที่เก็บขยะมูลฝอย ชาวบ้านที่มาขุดคุ้ยแยกขยะมูลฝอยและประชาชนที่อาศัยอยู่รอบ ๆ สถานที่กำจัดขยะ

2.1.2.5 การป้องกันปัญหามลพิษจากแบตเตอรี่

1) สำหรับประชาชนทั่วไป ไม่ควรนำกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้อีกโดยเด็ดขาดไม่ทิ้งกากแบตเตอรี่รวมทั้งถ่านไฟฉายที่ใช้แล้วลงสู่แหล่งน้ำ ท่อระบายน้ำ ฯลฯ ห้ามนำกากแบตเตอรี่รวมทั้งถ่านไฟฉายไปเผาโดยเด็ดขาด หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วโดยตรงรวมทั้งถ่านไฟฉายใช้แล้วที่แตกร้าว ควรสวมถุงมือป้องกัน

2) สำหรับผู้ประกอบการและคนงาน ควรสวมเครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากากกรองฝุ่น ถุงมือ ในขณะที่ปฏิบัติงาน คนงาน ควรระมัดระวังในเรื่องสุขอนามัย เช่น ไม่ควรรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ สูบบุหรี่ในบริเวณและขณะทำงานผู้ประกอบการต้องจัดให้มีระบบระบายอากาศและกำจัดมลพิษในบริเวณที่ทำงานจัดให้มีบริการตรวจสุขภาพคนงานเป็นพิเศษ โดยเฉพาะการตรวจเลือด และปัสสาวะเพื่อดูปริมาณสารพิษเหล่านั้นห้ามนำกากแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วไปทิ้งในที่สาธารณะ ทางโรงงานจะต้องปฏิบัติตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2531) เรื่องกำหนดวิธีการเก็บทำลายฤทธิ์ กำจัด ผึ่ง ทิ้ง เคลื่อนย้าย และการขนส่งปฏิภูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว เช่น การใช้ปูนขาวทำลายฤทธิ์และนำไปทิ้งในหลุมที่ปูด้วยวัสดุกันซึม หรือบดอัดด้วยดินเหนียวตามมาตรฐานที่กำหนด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Prajwal, C.P. et al (2013) ศึกษา อัลกอริทึมอย่างง่ายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของอัตราทดเกียร์สุดท้ายในไฟฟ้าและไฮบริดรถแข่ง formula พบว่า ความต้องการของรถแข่งมีความแตกต่างจากรถธรรมดา รถแข่งจะต้องมีการเร่งที่สูงมากและความเร็วสูงสุดมากขึ้นกว่ารถยนต์ทั่วไป นอกจากนี้เวลาที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งยับยั้งการออกแบบของอัตราทดเกียร์ที่แน่นอนมีบทบาทสำคัญรถไฮบริดเป็นผู้ที่ทำให้การใช้งานมากกว่าหนึ่งแหล่งที่มาของพลังงาน ในบทความนี้เราจะพิจารณาระบบไฮบริดซึ่งประกอบด้วยเครื่องยนต์ IC และมอเตอร์ไฟฟ้าอัตราทดเกียร์ที่ดีที่สุดได้รับการออกแบบเพื่อให้รถสูตรทำงานเป็นรถยนต์ไฟฟ้า การออกแบบที่จะขยายไปยังรวมถึงเครื่องยนต์ IC และระบบไฮบริดแบบคู่ขนานจำลองเพื่อทดสอบลักษณะการทำงานของยานพาหนะ การออกแบบที่สมบูรณ์ของอัตราทดเกียร์จะขึ้นอยู่กับกฎพื้นฐานของฟิสิกส์และด้วยเหตุนี้ความเรียบง่ายเป็นที่หลักของการออกแบบ

Berry, W.B. et al (1994) ศึกษา รถแข่งและการศึกษาด้านวิศวกรรมสำหรับการเสริมสร้างการพัฒนาทางวิศวกรรมของรถยนต์ไฟฟ้าระหว่างอุตสาหกรรมและมหาวิทยาลัยงาน วิจัยนี้จะทบทวนความก้าวหน้าการเริ่มต้นของแนวคิดการพัฒนาเพื่อส่งเสริมการพัฒนาของรถยนต์ไฟฟ้า แนวคิดคือการมีทีมงานที่มหาวิทยาลัยเตรียมความพร้อมระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าสำหรับรถแข่ง formula และการแข่งขันรถยนต์เหล่านี้ที่แข่งเหตุการณ์ปกติกระดาศความคิดเห็นในการพัฒนาโปรแกรมการเตรียมความพร้อมของยานพาหนะนั้นหนึ่งและเป็นผลการดำเนินงานเริ่มต้น

Adcock, P. et al (1993) ศึกษา การคาดการณ์ผลการดำเนินงานสำหรับที่นั่งเดียวจูเนียร์ฟอร์มูล่ารถแข่งไฟฟ้า พบว่า วิธีการจัดตั้งช่วงที่ใช้ได้สำหรับประสิทธิภาพสูงรถแข่งไฟฟ้าเมื่อมันอยู่ในขั้นตอนการออกแบบเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจการกำหนดค่ายานพาหนะพื้นฐานเช่นแบตเตอรี่ชนิดมวลแบตเตอรี่รถยนต์ลักษณะอากาศพลศาสตร์ลากมวลมอเตอร์ ขนาดอื่น ๆ เพื่อผลการคำนวณช่วงมีเหตุผล, จำลองควรเท่าที่เป็นไปได้ใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะวงจรที่เกิดขึ้นจริง มันจึงเป็นที่พึงปรารถนาที่จำลองวงจรควรจะสะท้อนถึงการใช้งานที่คาดการณ์ไว้สำหรับรถแข่งไฟฟ้า ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ดังนั้นสำหรับ formula Junior รถแข่งที่นั่งเดียวในกรุงปารีส

Hansen, K. et al (1998) ศึกษา การจัดการแบตเตอรี่: วิธีเตาและกระด่ายที่จะแข่งยานพาหนะไฟฟ้า พบ มีความแตกต่างกัน "เชื้อเพลิง" ที่มีอยู่สำหรับยานพาหนะไฟฟ้าในรูปแบบของ NiCad, นิกเกิลโลหะหรือแบตเตอรี่ตะกั่วกรดธรรมดา กระดายนี้อธิบายมหาวิทยาลัยรัฐแอริโซนา (อัสซุส) ประสิทธิภาพกับแบตเตอรี่ NiCad ในรถแข่งสูตรไฟฟ้ามหาวิทยาลัยสายฟ้าสูตร

โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระดาษอธิบายรถและระบบการจัดการแบตเตอรี่สำหรับ SAFT STM 140 Ah น้ำท่วมเซลล์ปะทะ NiCad

Zhenpo Wang และ Wenliang Zhang ศึกษา การจับคู่แบตเตอรี่และการออกแบบสำหรับ รถ Formula Electric car for student พบว่า การจัดเก็บพลังงานที่ควรจัดหาพลังงานพอที่จะแข่ง ระบบแบตเตอรี่ไม่ควรมีน้ำหนักมากเกินไปเพื่อสร้างน้ำหนักเบาประหยัดพลังงานและรถยนต์ที่มีการแข่งขัน การใช้พลังงานโดยมอเตอร์สามารถเป็นที่รู้จักโดยใช้สมการสมดุลพลังงานที่มีข้อมูลความเร็วรถแข่งที่ได้รับในการแข่งขันก่อนหน้านี้และทำให้จำนวนของเซลล์จะถูกกำหนดหลังจากการเลือกแบตเตอรี่ สำหรับภาชนะระบบแบตเตอรี่ใช้จากพลาสติกโพลีคาร์บอเนตช่วยให้มากในการลดน้ำหนักและโครงสร้างการออกแบบที่ดีสำหรับการระบายอากาศจะออกมาเป็นที่มีประสิทธิภาพสำหรับการระบายความร้อนแบตเตอรี่

Sri Naga Sruthi, G . et al (2014) ศึกษา ระบบความปลอดภัยของรถยนต์ไฟฟ้าสำหรับการแข่งรถฟอร์มูล่า พบว่า การพัฒนารถฟอร์มูล่าไฟฟ้ามีความท้าทายของตัวเองที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยกับคนกรณีที่เป็มาตราการด้านความปลอดภัยที่เหมาะสมที่จะต้องอยู่ในสถานที่เพื่อให้ความเป็นอยู่ของคนขับรถสูตรต้องดำเนินการรวมทั้งเพื่อให้บรรลุความเร็วสูงมากในกรอบเวลาที่มีขนาดเล็กมากและยังให้แท็บในการทำงานที่เหมาะสมของส่วนประกอบทั้งหมดที่อื่นอาจเป็นความหายนะ ในขณะที่ขึ้นส่วนวิศวกรรมมีมาตรฐานความปลอดภัยของตัวเองและมาตราการในสถานที่ขึ้นส่วนไฟฟ้าและการออกแบบความปลอดภัยควรปฏิบัติตามกฎระเบียบที่เข้มงวดของ FSAEกระดาษกล่าวถึงวิธีใหม่ในการที่ระบบความปลอดภัยของความปลอดภัยสูงสุดรถยนต์ไฟฟ้าได้สำเร็จโดยวงจรอนาล็อกออกแบบและหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) การเขียนโปรแกรมโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ที่แตกต่างกันพิจารณาและในเวลาเดียวกันเป็นไปตามกฎระเบียบที่แนบมาของ FSAE

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

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

ในการศึกษารถ Formula Electric car เพื่อเข้าแข่งขันในรายการ TSAE Auto Challenge 2014-15 Student Formula Electric โดยมีกฎกติกาการแข่งขันในระดับสากล โดยทางทีมวิจัยได้นำรถ Student Formula Engine ที่เข้าร่วมการแข่งขันครั้งก่อนมาแก้ไข คัดแปลงโดยเปลี่ยนระบบส่งกำลังใหม่จากเครื่องยนต์มาใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนโดยออกแบบจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใหม่ให้สามารถนำมอเตอร์ ระบบควบคุมมอเตอร์และระบบไฟฟ้าต่างๆเข้ามาติดตั้งที่ปรับปรุงจุดวางแบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่ให้สามารถวิ่งได้ครบตามกฎกติกาการแข่งขันรถในรายการ TSAE Auto Challenge 2014-15 Student Formula Electric โดยมีเป้าหมายการเก็บคะแนนให้มากที่สุดและได้ออกแบบโครงสร้างภายในของรถให้มีการถ่ายเทของอากาศได้ดีโดยทั้งหมดจะต้องดำเนินการตามหลักวิศวกรรมเพื่อให้การตอบสนองของผู้ขับขี่แล้วมีความปลอดภัยสูง จากนั้นทำการทดสอบการขับเคลื่อนของรถ Formula Electric car และบันทึกสถิติความเร็วในการขับเคลื่อนเพื่อพร้อมสำหรับการแข่งขันและเพื่อเป็นประโยชน์ในการแข่งขันครั้งต่อไป

3.1 ขั้นตอนและวิธีการศึกษาวิจัย

3.1.1 ศึกษากฎกติกาในการแข่งขันรถ Formula Electric car

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรถ Formula Electric car สำหรับ เข้าแข่งขันในรายการ TSAE Auto Challenge 2014-15 Student Formula Electric นั้น มีความจำเป็นอย่างที่จะต้องศึกษาเกี่ยวกับกติกา อาทิเช่น ช่วงล่าง มอเตอร์ แบตเตอรี่ และอื่นๆ เพราะในการแข่งขันรถนั้นรถทุกคันต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญก่อนจึงจะมีสิทธิเข้าแข่งขันได้

3.1.2 ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของรถ

ในการศึกษาโครงสร้างรถ Formula Electric car นั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ที่ประกอบเข้ากับรถ Formula Electric car

3.1.3 ศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้า

ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรถ Formula Electric car สิ่งที่เป็นหัวใจหลักในการขับเคลื่อน ก็คือ มอเตอร์ไฟฟ้า มีความจำเป็นอย่างที่จะต้องศึกษาและเข้าใจหลักการทำงานของมอเตอร์ เพื่อ

ประกอบ ควบคุมมอเตอร์และแก้ไขได้ในเบื้องต้น กรณีเกิดปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวกับมอเตอร์ และยังศึกษาถึงข้อดีและข้อเสียของมอเตอร์แต่ละชนิด เพื่อเลือกใช้มอเตอร์ในการสร้างรถ Formula Electric car

3.1.4 ศึกษาเกี่ยวกับแบตเตอรี่

การศึกษาแบตเตอรี่นั้นก็เป็นสิ่งจำเป็นเช่นกับส่วนประกอบอื่นๆ เพราะแบตเตอรี่ที่จะนำมาใช้นั้นต้องสอดคล้องกับมอเตอร์ และยังมีความสอดคล้องกับกติกาอีกด้วย ดังนั้นการศึกษเกี่ยวกับแบตเตอรี่ ต้องคำนึงถึงหลายด้าน เพื่อให้รถสามารถขับเคลื่อนไปได้อย่างสมบูรณ์

3.1.5 ปรับปรุงโครงสร้างของรถ Formula Electric car

หลังจากศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆ ของรถ Formula Electric car ทำการปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับโครงสร้างรถ Formula Electric car เป็นการนำโครงสร้างรถจาก Student Formula Engine มาปรับปรุงพื้นที่โดยการใส่มอเตอร์ไฟฟ้าและอื่นๆ ให้สอดคล้องกับขนาดและน้ำหนักของรถรถ Formula Electric car ถูกต้องตามกติกาของการแข่งขันในรายการTSAE Auto Challenge 2014-15 Student Formula Electric

3.1.6 สร้างและทดสอบรถ Formula Electric car

ทำการสร้างรถ Formula Electric car เพื่อเข้าแข่งขัน ในรายการTSAE Auto Challenge 2014-15 Student Formula Electric และทดสอบรถ Formula Electric car เพื่อให้รถ Formula Electric car มีความพร้อมในการแข่งขัน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาวิจัยในรถ Formula Electric car ครั้งนี้ ได้มีการสนับสนุนมากมายในทั้งในและนอกสถาบัน

3.2.1 โปรแกรมเขียนและจำลองโครงสร้างของรถ Formula Electric car

3.2.2 โปรแกรมจำลองทางไฟฟ้า

3.2.3 เครื่องมือและวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตโครงสร้างและตัวรถทั้งหมด

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 จากการศึกษาการศึกษาจึงรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกติกาต่างๆ ในการสร้างรถ Formula Electric car นั้น จึงได้มีการสรุปข้อมูลเกี่ยวกับกติกาเป็นรายด้านและบันทึกข้อมูลเป็นข้อมูลออนไลน์ เพื่อสะดวกในการใช้งาน

3.3.2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมอเตอร์ที่ได้ศึกษาเพื่อเลือกใช้มอเตอร์ที่มีความเหมาะสมกับรถ Formula Electric car และมีประสิทธิภาพสูงสุด

3.3.3 รวบรวมข้อมูลจากการศึกษาแบตเตอรี่แต่ละชนิดวิเคราะห์หาข้อดี ข้อเสีย และความสอดคล้องกับกติกาการแข่งขัน

3.3.4 แก๊ไขของโครงสร้างรถ Formula Electric car และ จำลองผลของโครงสร้าง Formula Electric car เพื่อบันทึกผลการจำลอง

3.3.5 บันทึกผลการทดสอบรถเพื่อบันทึกเป็นสถิติในการทำความเร็วในการขับเคลื่อนแบบต่างๆ

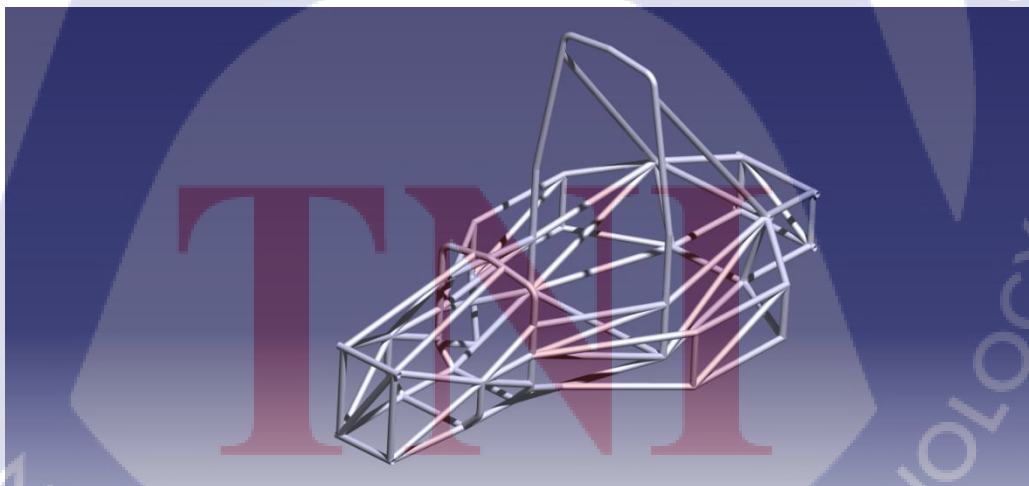
บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

จากการศึกษาเกี่ยวกับรถ Formula Electric car จากแนวทางของทีม จึงเริ่มประชุมวางแผนการทำงานโดยเริ่มจากวางแผนความคิดของรถว่าจะไปทิศทางไหน โดยทางทีมเริ่มต้นจากการนำรถที่เข้าแข่งขันในปีที่ผ่านมาของรถที่เป็นเครื่องยนต์มาแก้ไขใส่มอเตอร์ โดยการเริ่มออกแบบจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยมีการออกแบบบนพื้นฐานกฎกติกาที่กำหนดโดยมาตรฐานSAEตามกติกาสากลที่ใช้ในการแข่งขันทั่วโลกโดยทางที่วิจัยได้ดำเนินงานตามแผนงานที่กำหนดโดยแบ่งกลุ่มการทำงานในระบบต่างๆโดยเริ่มจากการนำรถคันเก่ามีวิเคราะห้และเริ่มออกแบบตามหลักวิศวกรรมโดยมีการร่วมมือจากคณาจารย์และนักศึกษา

4.1 การออกแบบและจำลองผลรถ Formula Electric car

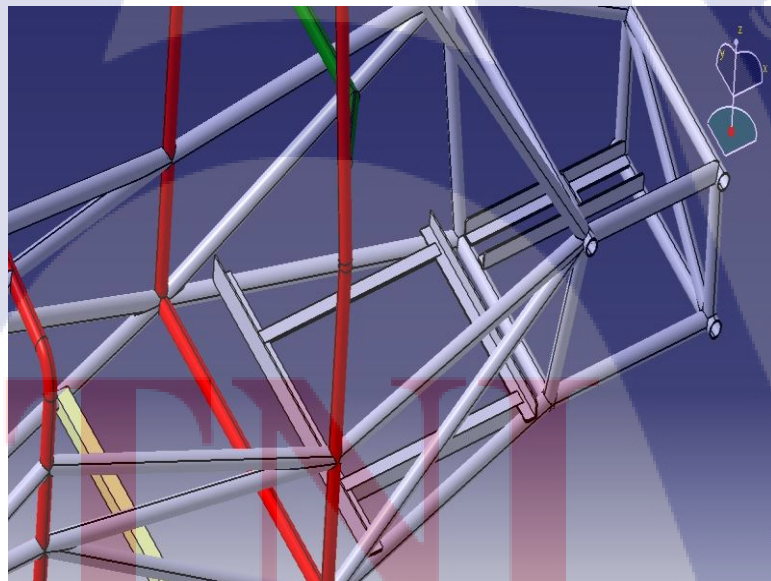
4.1.1 การออกแบบโครงสร้างตัวรถ



รูปที่ 4.1 การออกแบบโครงสร้างรถเพิ่มเติม



รูปที่ 4.2 โครงสร้างรถ



รูปที่ 4.3 ฐานวางแบตเตอรี่

4.1.2 ฐานวางแบตเตอรี่

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการนำรถ Formula Engine มาปรับปรุงดัดแปลงใส่มอเตอร์และแบตเตอรี่ ดังโครงสร้างจึงมีการดัดแปลงพื้นที่สำหรับใส่แบตเตอรี่ จากรูปที่ 4.1 เป็นการปรับปรุงโครงสร้างของรถ Formula Engine เดิม ให้สามารถบรรจุแบตเตอรี่ลงในรถได้

4.1.3 การแพ็คแบตเตอรี่



รูปที่ 4.4 การแพ็คแบตเตอรี่

4.2 การสร้างรถ Formula Electric Car

4.2.1 ยางและล้อ

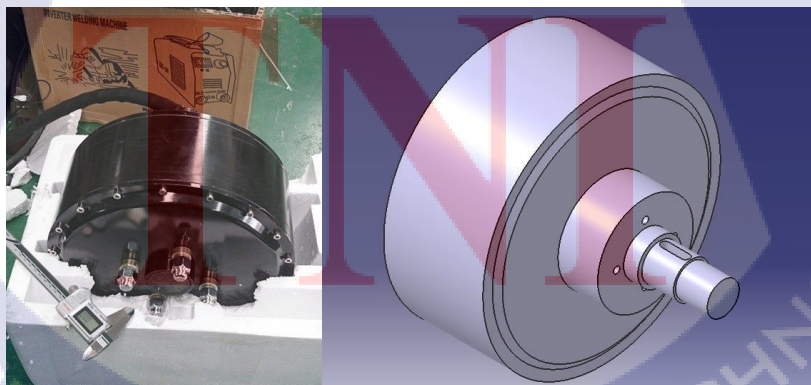
ทางคณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ ล้อและยาง ในขนาด 13 นิ้ว และใช้ยาง 2 แบบคือ ยางเรเดียลและยางสลิค โดยการเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับสภาพของสนามแข่งตามกติกาการแข่งขันโดยทางทีมเลือกใช้ยาง YOKOHAMA ซึ่งเป็นยางที่ใช้สำหรับการแข่งขันซึ่งเป็นยางที่มีคุณภาพสูงในการเกาะถนนทำให้รถสามารถใช้ความเร็วได้สูงโดยมีการทดสอบเก็บข้อมูลให้มีความสัมพันธ์กับช่วงล่างของรถได้อย่างดี



รูปที่ 4.5 ล้อและขางรถ

4.2.2 ระบบขับเคลื่อน

มอเตอร์ Brushless DC Motor in wheel ชนิด 3 เฟส 96 Volt 12 KW. จำนวน 4 ตัวเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลในรูปของการหมุนเคลื่อนที่ นำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการออกแบบได้เลือกใช้ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อซึ่งสามารถออกตัวและเข้าโค้งได้ดี มีการตอบสนองที่เร็วทำให้ผู้ขับขี่รู้สึกสนุกในการขับขี่ และยังสามารถทำเวลาในการแข่งขันแต่ละสถานีเก็บคะแนนได้สูงรวมถึงการออกแบบที่ใช้ในโครงสร้างเดิมติดตั้งได้ง่ายมีความปลอดภัยในการขับขี่

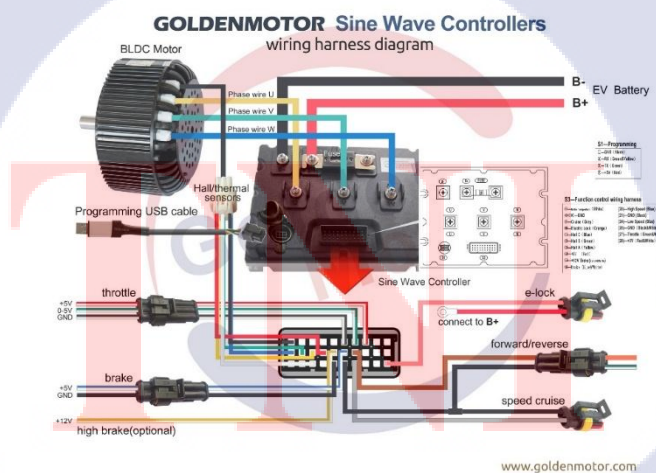


รูปที่ 4.6 มอเตอร์กระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน

4.2.3 ระบบควบคุมมอเตอร์ระบบควบคุมมอเตอร์ Controller ของ Golden Motor ขับ 3 เฟส ใช้ไฟในการทำงาน 96 V สามารถดัดกระแสได้ไม่เกิน 500 Am เป็นอุปกรณ์ไว้สำหรับรับข้อมูลจาก คันเร่ง และ Hall effect sensor แล้วประมวลผล โดยสร้างสัญญาณควบคุมเพื่อป้อนให้กับขดลวดมอเตอร์ให้มอเตอร์ทำงาน การออกแบบระบบควบคุมเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมมอเตอร์ให้สามารถเรียกประสิทธิภาพของมอเตอร์ออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สูงสุด



รูปที่ 4.7 ตัวควบคุมมอเตอร์



รูปที่ 4.8 วงจรการประกอบเข้ากับมอเตอร์

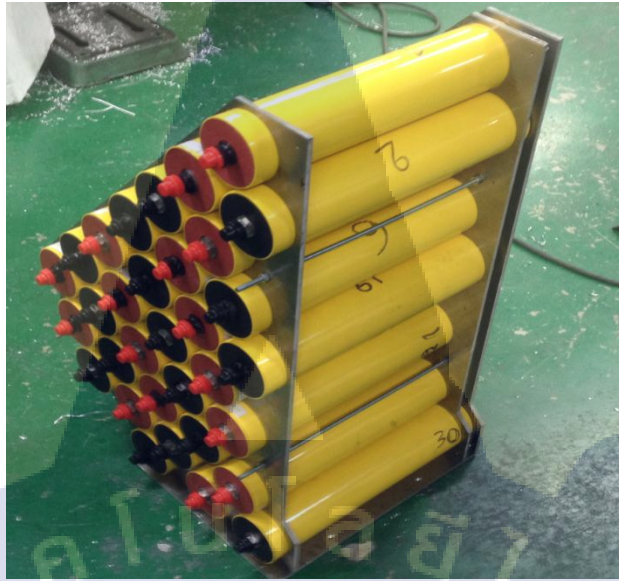
4.2.4 แบตเตอรี่

การออกแบบแบตเตอรี่ให้สามารถใช้กับรถแข่งได้โดยทางทีมวิจัยได้คำนึงถึงเรื่องของประเภทของแบตเตอรี่ซึ่งส่งผลกับตัวรถในเรื่องของน้ำหนักและระยะทางที่ใช้ในการทดสอบรวมถึงอายุการใช้งานซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงและไม่สามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ ทางทฤษฎี เป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้เก็บพลังงาน และสามารถนำมาใช้ในรูปแบบไฟฟ้าสำหรับโครงการนี้คณะผู้วิจัยได้ใช้ แบตเตอรี่ชนิดแห้งขนาด 3.3 V จำนวน 32 ก้อนมาต่อแบบอนุกรมกันเพื่อให้ได้ค่าความต่างศักย์ขนาดมากกว่า 96 โวลต์ และยังต้องมีอุปกรณ์ต่างๆประกอบเข้าเพื่อทำให้แบตเตอรี่มีประสิทธิภาพสูง การออกแบบกล่องใส่แบตเตอรี่โดยต้องคำนึงถึงความร้อนที่เกิดขึ้นระบบป้องกันน้ำจากฝนรวมถึงป้องกันไฟฟ้าช็อตอีกด้วย

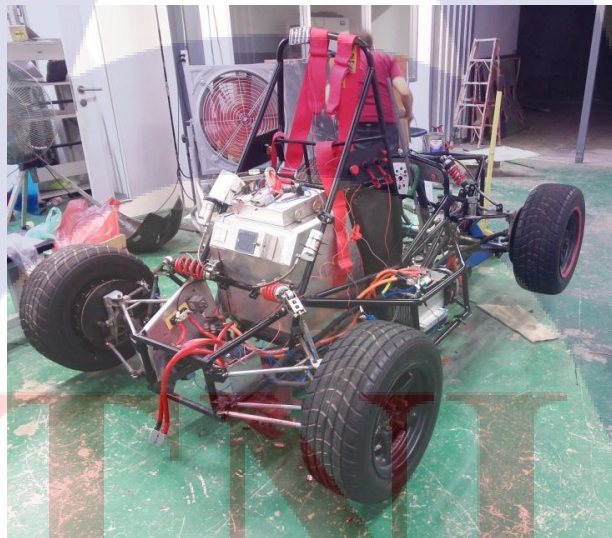
แบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงดันต่ำตามกติกานำมาใช้เพื่อเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีแรงดันสูงเพื่อป้องกันระบบไฟฟ้าแรงสูงเพื่อป้องกันการเกิดอันตรายในการขับขี่ของผู้ขับขี่ ทางทฤษฎี เป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้เก็บพลังงาน และสามารถนำมาใช้ในรูปแบบไฟฟ้าสำหรับโครงการนี้คณะผู้วิจัยได้ใช้ แบตเตอรี่ชนิดแห้งขนาด DC 12V 6 Ah จำนวน 2 ก้อนมาต่อแบบขนานกันเพื่อให้ได้ค่ากระแสที่สูงขึ้น



รูปที่ 4.9 แบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงดันสูง



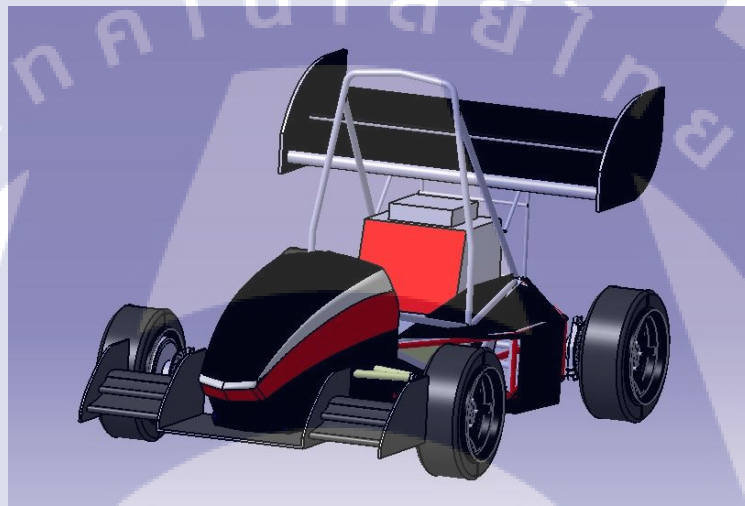
รูปที่ 4.10 การแพ็คแบตเตอรี่ไฟฟ้าแรงดันสูง



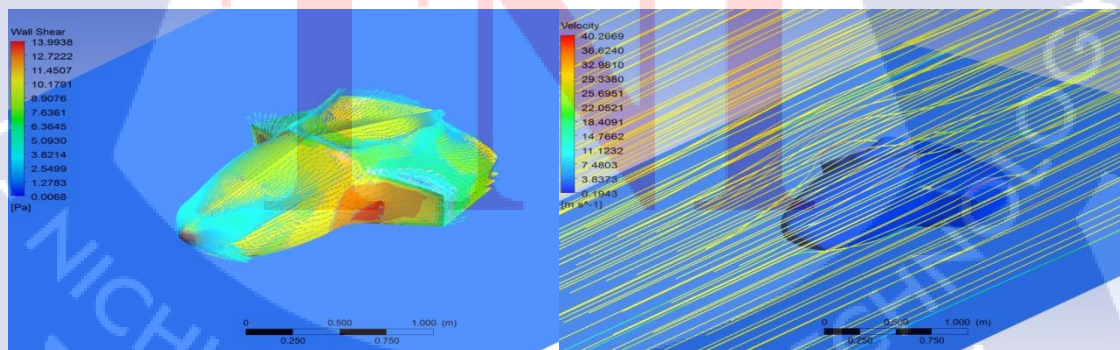
รูปที่ 4.11 ประกอบแบตเตอรี่เข้ากับตัวรถ

4.2.5 การออกแบบบอดี้

การออกแบบบอดี้มีความสำคัญต่อตัวรถค่อนข้างสูงทางทีมวิจัยได้ทำการออกแบบในคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะมาสร้างจริงโดยทางทีมวิจัยได้นำหลักอากาศพลศาสตร์มาออกแบบรวมถึงยังต้องคำนึงถึงความสะดวกและมีน้ำหนักที่เบาอีกด้วย โดยทางทีมวิจัยได้เลือกใช้วัสดุ คาร์บอนไฟเบอร์ที่มีน้ำหนักเบาและแข็งแรง การขึ้นรูปบอดี้โดยการทำแบบโดยเริ่มขึ้นรูปโมลจากโฟมขึ้นรูปแล้วนำมาหล่อขึ้นรูปชิ้นงานจริงโดย การนำคาร์บอนไฟเบอร์มาเป็นวัสดุการสร้างบอดี้



รูปที่ 4.12 การออกแบบบอดี้ในคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.13 การทดสอบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การขึ้นรูปบอดีโดยการทำแบบโดยเริ่มขึ้นรูปโมลจากโฟมขึ้นรูปแล้วนำมาหล่อขึ้นรูป
ชิ้นงานจริงโดย การนำคาร์บอนไฟเบอร์มาเป็นวัสดุการสร้างบอดี



รูปที่ 4.14 การขัดผิวโมลให้เรียบก่อนนำไปขึ้นรูป Body ส่วนหัว



รูปที่ 4.15 การขึ้นรูป Body ส่วนหัวของรถ



รูปที่ 4.16 การนำโมลที่หล่อไว้มาทำการ Vacuum



รูปที่ 4.17 การดึงผ้าลอกลาย Body ส่วนหัวรถหลังจากทำการ Vacuum มา



รูปที่ 4.18 ทาหน้ายาเรซินลงผ้าคาร์บอนกับโมลของ Body ก่อนนำไป Vacuum



รูปที่ 4.19 ห่อถุงพลาสติกชิ้นงานก่อนนำไป Vacuum



รูปที่ 4.20 Vacuum Body ส่วนด้านข้างของรถ



รูปที่ 4.21 Body ส่วนด้านข้างของรถหลังจาก Vacuum เสร็จ



รูปที่ 4.22 เบาะ

เป็นอุปกรณ์ที่ทางคณะผู้วิจัยได้ออกแบบโดยให้เหมาะสมกับนักขับ ที่มีขนาดตัวต่างกัน โดยใช้การออกแบบจากตัวนักขับให้มีขนาดที่พอดีกับนักขับแต่ละคน



รูปที่ 4.23 Fire wall (ด้านหน้า)

เป็นอุปกรณ์ที่ทางคณะผู้วิจัยได้ออกแบบ และจัดทำขึ้น โดยการพับอลูมิเนียมตามแบบที่ได้ ออกแบบไว้ และเป็นไปตามกฎการแข่งขัน โดย Fire wall เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันอันตรายจาก แบตเตอรี่ให้กับนักขับ

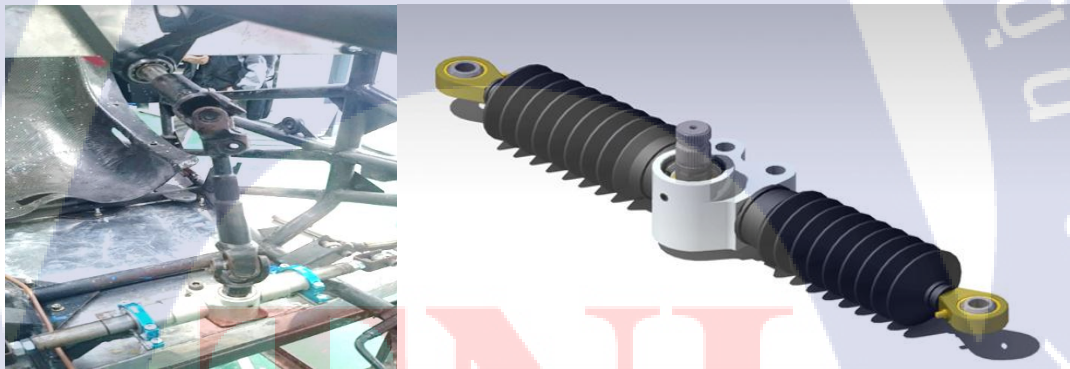


รูปที่ 4.24 Fire wall (ด้านหลัง)

4.2.6 การออกแบบระบบช่วงล่าง Suspension

การออกแบบช่วงล่างของรถ Formula Student มีความสำคัญการที่ตัวรถจะทำความเร็วได้ดีต้องมีช่วงล่างที่ยึดเกาะถนน ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญในรายละเอียดของช่วงล่างโดยมีการเก็บข้อมูลของรถคันเดิมมาวิเคราะห์แก้ไขโดยนำหลักการ ไคเซน มาปรับแก้ไขให้ช่วงล่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

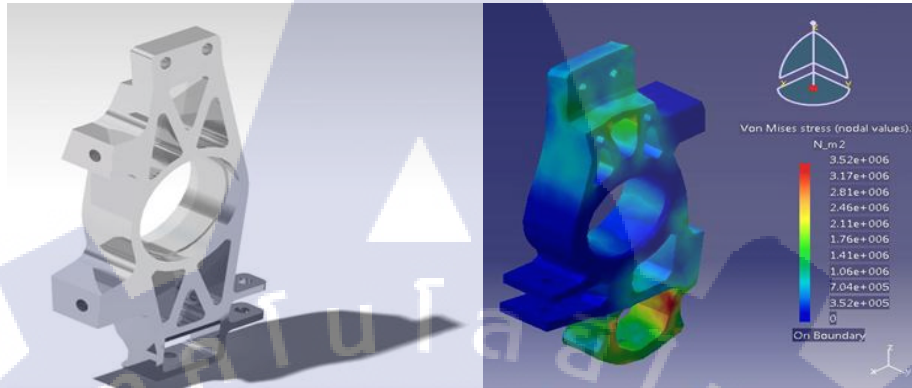
ระบบบังคับเลี้ยว Rack & Pinion ทางทฤษฎี Rack & Pinion คืออุปกรณ์ในระบบบังคับเลี้ยว มีรูปแบบ และการทำงานคือ Rack เพื่อขวางถี่ ๆ เรียงบนแกนตามยาว ติดตั้งแนวขวางกับตัวรถยนต์ ปลายซ้าย ขวาเชื่อมโยงกับล้อ Pinion เพื่องเฉียงหรือตรงอยู่ปลายแกนกลม และตรง เรียกว่า Column หรือแกนพวงมาลัย โดยพีเนียนจะวางพาดลงที่เฟืองบนแร็ค เมื่อเฟืองหมุน ก็ทำให้เฟืองแร็คเลื่อนไปมาซ้าย ขวา ตามการหมุนสำหรับโครงงานนี้คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดทำ Rack & Pinion ขึ้นมาเองโดยการออกแบบในโปรแกรม Catia และส่งไปขึ้นรูปชิ้นงาน โดยออกแบบให้สามารถผ่อนแรงจากการเลี้ยวของนักขับให้ได้มากที่สุด



รูปที่ 4.25 Rack & Pinion

ต่อมาจะมีหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างปีกนก ระบบกันสะเทือน และ ชุดล้อ คอหม้อด้าน จะหน้าสามารถให้ตัวอิสระเพื่อควบคุมการเลี้ยวรถยนต์ คอหม้อรถทั่วไปควรจะใช้ตรงรุ่นเพราะผ่านการคำนวณมาอย่างดีแล้วไม่ควรนำมาปรับแต่ง และคอหม้อมีหน้าที่สำคัญอีกอย่างคือการปรับมุมล้อ ให้มีความเหมาะสม เช่นมุม Toe in และ Toe out สำหรับโครงงานนี้คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและ

จัดทำ คอหม้า ขึ้นมาเอง โดยการออกแบบในโปรแกรม Catia และส่งไปขึ้นรูปชิ้นงาน โดยออกแบบให้ใช้รับแรงของมอเตอร์ที่ทำกับคอหม้าได้



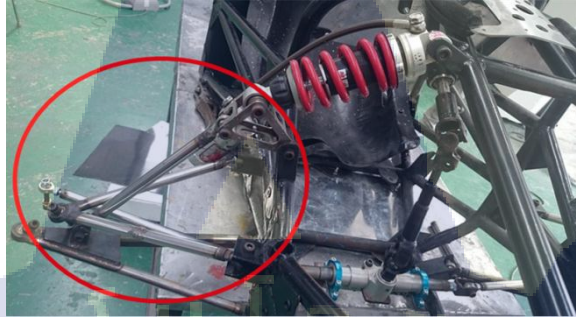
รูปที่ 4.26 การออกแบบและทดสอบทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์



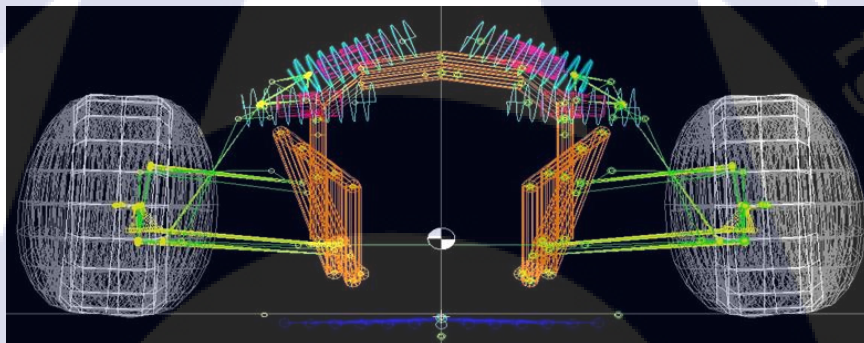
รูปที่ 4.27 คอหม้า

ระบบกันสะเทือนแบบปีกนกคู่ (Double Wishbone) ปีกนกทำหน้าที่หลักคือการเคลื่อนตัวอิสระในการขับเคลื่อน ปีกนกนั้นจะพบในช่วงล่างด้านหน้าของรถทุกประเภท เห็นได้ในรถ F1 และรถที่ต้องการการเกาะถนนเมื่อใช้ความเร็วสูงมากๆ การขับเคลื่อนของปีกนกจะเป็นไปในแกนขึ้นและลง สำหรับโครงงานนี้คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดทำปีกนก ขึ้นมาเองโดยการออกแบบ

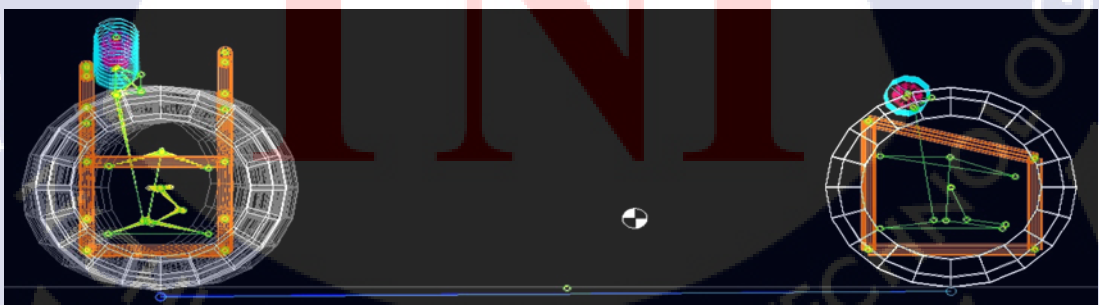
ในโปรแกรมออกแบบ และลงมือทำตามแบบ โดยจัดซื้ออุปกรณ์ต่างและใช้อุปกรณ์ที่มีในสถาบัน
จัดทำขึ้นมา



รูปที่ 4.28 ระบบกันสะเทือนแบบปีกนกคู่ (Double Wishbone)



รูปที่ 4.29 การออกแบบช่วงล่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.30 การออกแบบช่วงล่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4.3 ผลการทดสอบ

การแข่งขัน TSAEAUTO Challenge เป็นการแข่งขันทางด้านวิศวกรรมยานยนต์ระดับนักศึกษา TSAEAUTO Challenge โครงการที่อยู่ภายใต้ความควบคุมของสมาคมวิศวกรรมยานยนต์ เป็นการแข่งขันรถฟอร์มูล่าที่นักศึกษาจากสถาบันการศึกษาต่างๆสร้างขึ้นเพื่อมาแข่งขันกันทางด้านวิศวกรรมโดยจะมีการแข่งขันกันที่สนามทดสอบยาง Bridgestone หนองแค รายละเอียดการแข่งขันนั้น นักศึกษาจากแต่ละสถาบันจะทำการสร้างรถฟอร์มูล่าล้อเปิดขึ้นมาและไปทำการทดสอบแข่งขันซึ่งจะมีกติการอบคลุมบางอย่างเพื่อกำหนดถึงความปลอดภัยและเป็นมาตรฐานที่ทุกทีมต้องปฏิบัติ โดยจะมีกติกาหลักๆ ดังนี้:

1. รถต้องผ่านการตรวจมาตรฐานความปลอดภัยตามกติกาโดยคณะกรรมการ
2. รถจะถูกออกแบบตามหลักวิศวกรรม
3. มีคะแนนเก็บในแต่ละสถานีการทดสอบ Dynamic Event และ Static Event



รูปที่ 4.31 การออกแบบทางวิศวกรรม

การแข่งขันนี้เป็นการแข่งขันในระดับนักศึกษา ซึ่งต้องการความปลอดภัยสูง ก่อนจะสามารถนำรถไปแข่งได้นั้น จะต้องผ่านการตรวจสอบอย่างเข้มงวดจากกรรมการสนามเสียก่อน โดยในการตรวจสอบรถนั้นจะมีหัวข้อต่างๆ ดังนี้:

4.3.1 การ Inspection การตรวจสอบมาตรฐานของการออกแบบให้เป็นไปตามที่กติกา กำหนด



รูปที่ 4.32 การ Inspection

4.3.2 การทดสอบ Tilt Test เป็นการตรวจสอบบนทางเอียง ซึ่งจะนำรถที่นักศึกษาสร้างขึ้น
ไปวางบนพื้นเอียง หากเอียงพื้น 45 องศาจากพื้นราบ และไม่มีของเหลวใดๆ รั่วไหลถือว่าผ่าน และ
จะเอียงขึ้นไปจนถึง 60 องศา หากรถไม่มีอาการจะพลิกคว่ำลงมาถือว่าผ่านเช่นกัน แต่หากไม่
สามารถผ่านข้อกำหนดใดข้อกำหนดหนึ่งเบื้องต้นได้ จะต้องนำรถกลับไปแก้ไขใหม่



รูปที่ 4.33 การทดสอบ Tilt Test

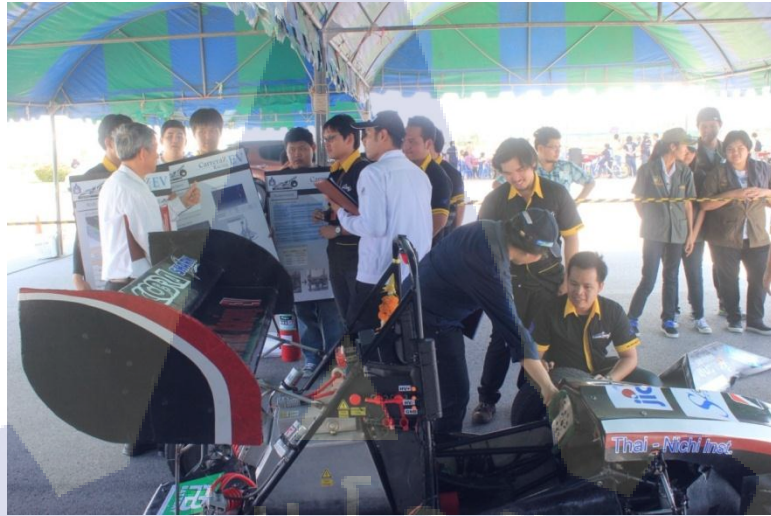
4.3.3 Brake Test การตรวจสอบระบบห้ามล้อของรถ รถแต่ละคันจำเป็นต้องจะต้องเบรกให้ล้อล็อกได้ทั้งหมด 4 ล้อ และรถต้องหยุดอยู่ในระยะที่กติกากำหนดโดยห้ามเสียอาการหากไม่ผ่านในหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งจาก 3 หัวข้อด้านบนนี้ จะไม่มีสิทธิได้ลงทำการแข่งขันในส่วน Static Event และ Dynamic Event



รูปที่ 4.34 การทดสอบ Brake Test

4.3.4 Static Event ซึ่งเป็นการแข่งขันทักษะทางการนำเสนองาน

- การแข่งขัน Cost การวางแผนงบประมาณค่าใช้จ่ายภายในทีม หากทีมมีค่าใช้จ่ายที่สมเหตุสมผลกับแต่ละชิ้นส่วนต่างๆ บนรถ จะมีผลทำให้ได้คะแนน 100 คะแนนในส่วนนี้สูง
- การนำเสนอ Business Plan Presentation แผนการตลาดของทีม หากมีผู้ที่สนใจอยากจะนำรถไปผลิตเพื่อการค้า เราจะสามารถชักจูงและสร้างความเชื่อมั่นให้กับบุคคลผู้ที่ได้มาน้อยแค่ไหน หากทำได้ดีคะแนนในส่วนนี้จะได้สูงถึง 75 คะแนน
- การนำเสนอถึงการออกแบบ Engineering Design การออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักของการแข่งขันในงานนี้ แต่ละชิ้นส่วนที่ถูกออกแบบมานั้น มีเหตุผลหรือที่มาในการออกแบบอย่างไร ถ้าอธิบายได้ดีมีเหตุผลมาก คะแนนที่ได้ก็จะสูงตาม โดยคะแนน 150 คะแนน



รูปที่ 4.35 การนำเสนอการออกแบบ Engineering Design

4.3.5 Dynamic Event เป็นการแข่งขันทางการวิ่งทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของรถที่สร้างขึ้นมาทั้งหมด

- Acceleration การทดสอบอัตราเร่งของรถ ซึ่งจะใช้ระยะในการทดสอบ 75 เมตร รถคันที่ทำเวลาเร็วที่สุดจะได้รับคะแนนสูงสุด 75 คะแนน
- Skid Pad การทดสอบระบบช่วงล่างของรถ ซึ่งจะต้องขับรถวิ่งเป็นเลข 8 วงซ้าย 2 รอบและขวา 2 รอบ รถคันที่ทำเวลาเฉลี่ยต่อการวนหนึ่งครั้งเร็วที่สุดจะได้รับคะแนนสูงสุด 50 คะแนน
- Autocross การทดสอบวิ่งในสนามแข่ง โดยจะทำการวิ่งจับเวลาต่อรอบทั้งหมด 2 ครั้ง รถคันที่ทำเวลาเร็วที่สุดจะได้รับคะแนนสูงสุด 150 คะแนน



รูปที่ 4.36 การทดสอบวิ่ง Autocross

- Enduranceการทดสอบประสิทธิภาพโดยรวมของรถ โดยจะทำการวิ่งจับเวลาในสนามด้วยระยะทางไม่ต่ำกว่า 22 km รถคันที่สามารถวิ่งจนครบ 22 km และทำเวลาได้เร็วที่สุดจะได้รับคะแนนสูงสุด 300คะแนน



รูปที่ 4.37 การทดสอบวิ่ง Endurance

4.11 Efficiencyการทดสอบอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง รถคันที่ใช้ปริมาณเชื้อเพลิงไปน้อยที่สุดจะได้รับคะแนนสูงสุด 100 คะแนน

บทที่ 5

สรุปการดำเนินงาน

สำหรับรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าแล้ว ทุกอย่างยังถือว่าใหม่มากสำหรับประเทศไทย และถือว่าเป็นการเริ่มต้นเรียนรู้และพัฒนาไปในทางที่ดี สำหรับการแข่งขันรายการ TSAE Auto Challenge 2014 ซึ่งเป็นการจัดการแข่งขันในปีแรกของประเทศไทยก็เป็นการเปิดตัวรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นได้เป็นอย่างดี โดยรถแข่งพลังงานไฟฟ้าจะสะท้อนให้เห็นถึงระบบขับเคลื่อนที่ปราศจากมลพิษ เสี่ยงรบกวนต่ำ และมีระยะทางการขับขี่ที่ไกลมากขึ้น แต่ด้วยข้อจำกัดหลายๆอย่างที่อาจยังต้องพัฒนาอีกมาก เช่น ระบบความปลอดภัย เนื่องจากเป็นรถฟอร์มูล่าที่ใช้ไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องมีการใช้และติดตั้งระบบความปลอดภัยที่ การตัดกระแสไฟลงสู่พื้นดินในกรณีมีไฟฟ้าไหลในกรณีที่มีกระแสไฟฟ้าไหลในโครงรถหรือระบบมากเกินไป น้ำหนักของรถที่มีมาก การใช้ต้นทุนในการผลิตที่มีราคาสูง เป็นต้น

5.1 สรุปผลเกี่ยวกับตัวรถ

5.1.1 โครงสร้าง

ในส่วนของโครงสร้างนั้นได้มีการวิ่งทดสอบก่อนการแข่งขันที่สนามซิคอนเพื่อทดสอบทุกระบบเกี่ยวกับตัวรถทำให้ทราบว่าโครงสร้างของตัวรถนั้นมีความสามารถที่จะรับแรงบิดที่กระทำกับตัวรถ และผ่านการทดสอบที่ทาง TSAE กำหนดไว้

5.1.2 บอดี้พาร์ท

ในส่วนของบอดี้พาร์ตนั้นได้มีการปรับแต่งให้เข้ากับโครงสร้างของตัวรถเพื่อปกปิดไม่ให้เกิดช่องว่างภายในตัวรถซึ่ง จะต้องคำนึงถึงกฎที่ทาง TSAE จัดขึ้นมาด้วยโดยผ่านการทดสอบที่ TSAE กำหนดไว้

5.1.3 ระบบส่งกำลัง และ มอเตอร์

ในส่วนระบบส่งกำลังนั้นเราได้พบกับปัญหาก่อนการแข่งขัน กล่าวคือแบตเตอรี่ที่ได้มานั้นเกิดความเสื่อมสภาพของตัวแบตเตอรี่เอง ประกอบกับระบบคอนโทรลเลอร์ของมอเตอร์ได้เสียลงในระหว่างการแข่งขันทำให้สามารถแข่งในการแข่งขันรายการ Autocross ได้แต่ไม่สามารถแข่งในรายการ Endurance ได้

5.2 สรุปการแข่งขัน

ในการแข่งขันนั้นประกอบไปด้วย 2 ส่วน หลักๆ คือ ในส่วนของ Static (ภาคหยุดนิ่ง) กับ Dynamic (ภาคเคลื่อนไหว) ในกรณีที่จะผ่านการทดสอบไปภาคเคลื่อนไหวได้นั้นเราต้องทำการทดสอบภาคหยุดนิ่งให้ผ่านการทดสอบทั้งหมดก่อน

5.2.1 การทดสอบในส่วนของ Static

- การทดสอบโครงสร้าง

การทดสอบโครงสร้างได้ผลการทดสอบคือผ่านการทดสอบโครงสร้าง ด้านความปลอดภัยของผู้ขับขี่

- การทดสอบการเอียง

เป็นการทดสอบว่าจะไม่เกิดการพลิกคว่ำในมุมการเอียงที่กำหนดผลการทดสอบคือ ผ่านเป็นการทดสอบว่ามีของไหลไหลออกมาจากตัวรถหรือไม่ ผลการทดสอบคือ ผ่าน

- การสอบการออกแบบ และ ต้นทุนในการผลิต

ในส่วนของการออกแบบนั้นเราได้คำนึงถึงเรื่องงบประมาณในตัวรถเป็นอย่างมาก เนื่องจากราคาในส่วนของ ระบบ มอเตอร์และแบตเตอรี่นั้นมีราคาสูงและไม่สามารถหาได้ในประเทศเราจึงลดต้นทุนในส่วนของการสร้างอื่นๆแทน เช่น การนำโครงถักรถเก่ามาใช้ ในการออกแบบ

5.2.2 การทดสอบในส่วนของ Dynamic

- การทดสอบเบรก

ในระยะ 50 เมตร รถต้องหยุดนิ่ง ไม่เกิดการหมุนหรือลื่นไถล ล้อต้องล็อกพร้อมกันทั้ง 4 ล้อ ผลการทดสอบคือ ผ่านการทดสอบ

- การแข่งขัน

เนื่องจากปีนี้เป็นปีแรกที่ได้เข้าร่วมในส่วนของ Electric Vehicle ทำให้การแข่งขันนั้นจะอยู่ถัดจากรถน้ำมัน ทำให้ได้แข่งขันในส่วนของ Autocross เพียงอย่างเดียว ในวันที่ 2 เมื่อเข้าสู่วันที่ 3 เกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบ กล้องควบคุม ทำให้รถไม่สามารถวิ่งได้ จึงไม่ได้ลงแข่งในรายการ Enduranceซึ่งวัตถุประสงค์ของการทำรถฟอร์มูล่าไฟฟ้าในครั้งนี้ เพื่อพัฒนาทักษะทางด้านวิศวกรรมยานยนต์ เรียนรู้การสร้างยานยนต์พลังงานทางเลือกใหม่ เป็นแนวทางเพื่อพัฒนาและก่อให้เกิดนวัตกรรมด้านยานยนต์รถฟอร์มูล่าไฟฟ้า ซึ่งพัฒนายานยนต์จากการแข่งขันจากภายในประเทศสู่สากล จากการแข่งขันรายการ TSAE Auto Challenge 2014 ซึ่งเป็นการเปิดตัวรถได้มีการทดสอบสมรรถนะของรถในด้านต่างๆก่อนจะนำไปวิ่งในสนามจริง การวิเคราะห์ความ

แข็งแรงทางด้านโครงสร้าง การวิเคราะห์ความถนัดในการขับขี่ การวิเคราะห์ระบบบังคับเลี้ยวและระบบรองรับน้ำหนัก วิเคราะห์และทดสอบการตอบสนองของช่วงล่าง ระบบกันสะเทือน ระบบเบรกและระบบความปลอดภัยในยานยนต์ทั้งในเรื่องของชิ้นส่วน ความแข็งแรง และไฟฟ้า โดยใช้หลักการทางวิศวกรรม

5.3 สรุปและข้อเสนอแนะ

การแข่งขัน Student Formula ที่ทางสมาคมวิศวกรรมยานยนต์แห่งประเทศไทยที่จัดขึ้นมานี้ ได้ทำให้นักศึกษาแต่ละสถาบันต่างๆ ได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างมากมาย ทางทีมงานของเรารู้สึกขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และทางทีมงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการแข่งขันครั้งนี้จะจัดขึ้นเป็นประจำทุกๆปี และทำให้ทั่วโลกยอมรับให้ได้ว่านักศึกษาของไทยมีศักยภาพพอที่จะแข่งในระดับสากล

สุดท้ายนี้ทางทีมงานทุกคนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผู้สนับสนุนทีมของเรา ที่ให้การอนุเคราะห์งบประมาณในการผลิต และอนุเคราะห์ผลิตภัณฑ์ให้แก่ทีมของเรา ถ้าไม่มีผู้สนับสนุนใจดีแบบนี้ ทางทีมของเราก็ไม่สามารถทำให้เป็น “CarreraZ Racing” ได้ ขอบพระคุณมากครับ

TNI

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก

เอกสารขออนุมัติโครงการ

TNI



แบบเสนอโครงการวิจัยสำหรับบุคลากรภายใน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ข้อ 1. ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)การวิจัยและพัฒนายานยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า
(ภาษาอังกฤษ)Electric Vehicle Monozukuri Design

ข้อ 2. ประเภทของงานวิจัย ☒งานวิจัยเชิงวิชาการ ☐งานวิจัยเพื่อการเรียนการสอน

ข้อ 3. สาขาที่ทำการวิจัยสาขาที่ทำการวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์

ข้อ 4. การบูรณาการกระบวนการวิจัยกับการจัดการเรียนการสอน ในรายวิชา

EEN-207 เครื่องจักรกลไฟฟ้า

EEN-208 ปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า

EEN-301 ระบบควบคุม/EEN-302 ปฏิบัติการระบบควบคุม

ENG-492 Extra 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) นายภาสกร พันธุ์โอภาส

(ภาษาอังกฤษ) Mr.Phatsakon Phanophat

คุณวุฒิ

ครุศาสตรบัณฑิต(อุตสาหกรรมศิลป์),สถาบันราชภัฏนครราชสีมา

ตำแหน่ง

อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- วิศวกรรมยานยนต์

ประวัติการได้รับทุน

- การพัฒนารถไฟฟ้าเพื่อการแข่งขัน

- การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสำหรับการทำงานของระบบสมองกลในการ

ควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์เบนซิน

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

-Performance Enhancement of FSAE Racing Cars by Improving Throttle Valve



- Optimization of Runner Length for High Torque and Power at Mid-Range Engine Speeds
- Optimization of Engine Intake Manifold for Maximum Torque and Power of CBR500 Engine for Student Formula Racing Car
- Design of a Handy Battery Switching System for an Electric Three-wheeler

5.2 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายณเร็นศ ชัยธานี

(ภาษาอังกฤษ) Mr.Naren Chaithanee

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

- การไหลราบเรียบเป็นคาบและการถ่ายเทความร้อนในช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้วยแผ่นกั้นเอียงมุม 20° , การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24, 2553

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

- การประยุกต์วิธีการหาขอบภาพเพื่อใช้กับโปรแกรมสั่งงานเครื่องเจาะแผ่นพลาสติก, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22, 2551



5.3 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) ศศ.ไตรสิทธิ์ เบนจอนญยสิทธิ์
(ภาษาอังกฤษ) Asst.Prof.TriZit Benjaboonyazit

คุณวุฒิ

M.Eng (Electrical Engineering), The University of Tokyo

B.Eng (Electrical Engineering), The University of Tokyo

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- Electrical Power Control System
- Innovative Problem Solving by TRIZ

ประวัติการได้รับทุน

- สถาบันทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

[1] การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ บทเรียนจากเวียดนาม , วารสารสถาบันทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, พ.ศ 2550

[2] TriZit Benjaboonyazit, “Systematic Approach to Arowana Gender Identification Problem using Algorithm of Inventive Problem Solving (ARIZ),” ENGINEERING JOURNAL, Vol. 18, No. 2, 2014, pp. 13-28.

[3] TriZit Benjaboonyazit, Prayon Sonachai, “Systematic Approach to Problem Solving of Low Quality Arc Welding during Pipeline Maintenance Using Substance-Field Modeling and Analysis,” Proceedings of International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR-2014), 2014, pp. 25-32.

5.4 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายไพศาล สดวิสัย
(ภาษาอังกฤษ) Mr.Phaisarn Sudwilai

คุณวุฒิ

- วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (Ph.D.) สาขา Intelligent Mechanical System Engineering, Kochi University of Technology ประเทศญี่ปุ่น



-วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (M.Eng.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

-วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (B.Eng.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย(หรือมีความชำนาญงานวิจัยด้านใด)

- ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ระบบควบคุมพลังงานแม่เหล็ก

ประวัติการได้รับทุน ไม่มี

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร์

[1] Phaisarn SUDWILAI, Koichi OKA, Akiyuki SANO and Yuta HIROKAWA; Vibration Control With Linear Actuator Permanent Magnet System using LQR Method; Journal of System Design and Dynamics, Vol.5, No.6 (2011), pp.1-13

[2] Phaisarn SUDWILAI and Koichi OKA; The Frequency Response of Vibration Control With a Linear Actuator and a Permanent Magnet; Journal of the Japan Society of Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol. 20, No.2 (June 2012), pp 526-531

[3] Phaisarn SUDWILAI, Koichi OKA, Akiyuki SANO and Yuta HIROKAWA: "Vibration Control With Linear Actuator Permanent Magnet System using Robust Control", The 10th International Conference on Motion and Vibration Control, Tokyo, Japan, 2010, No.10-203, pp.1-11

[4] Phaisarn SUDWILAI, Koichi OKA and Yuta HIROKAWA; "Frequency Response of Vibration Control With Linear Actuator and Permanent Magnet", The 20th MAGDA Conference in Pacific Asia, Taiwan, November 14-16, 2011

[5] Phaisarn SUDWILAI, Koichi OKA and Yuta HIROKAWA: "Vibration Control of Parallel Spring Using Linear Actuator and Permanent Magnet", The 4th Thailand-Japan International Academic Conference , November 26-27, 2011, Tokyo, Japan (best presentation awards)

[6] Phaisarn SUDWILAI and Koichi OKA: "Vibration Control with Linear Actuator Permanent Magnet System using Robust Control", the 2012 Asia-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics, July 25-27, 2012, Ho Chi Minh, Vietnam



[7] Phaisarn SUDWILAI, Koichi OKA and Yuta HIROKAWA: “Vibration Control With Linear Actuator and Permanent Magnet”, The 16th Intelligent Mechatronics Workshop, September 2-3, 2011, Kochi, Japan

[8] 岡宏一 and Phaisarn SUDWILAI, “リニア駆動永久磁石による薄板鋼板の制振制御—周波数外乱に対する検討—”, モータードライブ・リニアドライブ合同研究会, 静岡大学浜松キャンパス工学部(浜松市, 静岡県)

[9] 廣川悠太, Phaisarn SUDWILAI and 岡宏一, “永久磁石を用いた振動抑制制御”2011年度計測自動制御学会四国支部学術講演会徳島大学(徳島市, 徳島県)

5.5 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายสมบัติ ทำนา
(ภาษาอังกฤษ) Mr.Sombat Tamna

คุณวุฒิ

- วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(วิศวกรรมเครื่องกล), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(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., Promvonge, 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 Promvonge, P., “Turbulent Convection in a Solar Air Heater Channel with Baffles/Winglets”, *International Conference and Utility Exhibition 2014on: Green Energy for Sustainable Development*, Chonburi, Thailand, March 19-21, 2014

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

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

5.6 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายจิรพงศ์ สุขาทิพย์
(ภาษาอังกฤษ) Mr.Jirapong Sukatip

คุณวุฒิ

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมเครื่องกล), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- CAD/CAM

ประวัติการได้รับทุน ไม่มี

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่ ไม่มี

5.7 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายสุระ ลาภทวี
(ภาษาอังกฤษ) Mr.Sura Laptawee

คุณวุฒิ

- วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีวิศวกรรม),สถาบันเทคโนโลยีไทย-

ญี่ปุ่น

- วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์และอิเล็กทรอนิกส์),มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ



สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
 ประสบการณ์ในงานวิจัย
 การสื่อสารที่มีความความปลอดภัย
 ประวัติการได้รับทุน ไม่มี
 ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

[1] sura laptawee and Wimol San-Um ,“The Development of Chaotic Jerk Oscillator and Its Application to Synchronization in Chaotic-Masking Secure Communications” Proceeding of ICBIR 2012, International Conference on Business and Industrial Research, Thai-Nichi Institute of Technology, Bangkok.

[2] sura laptawee 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.

5.8 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายวิศิษฐ์ สองเมือง
 (ภาษาอังกฤษ) Mr.Wisit Songmuang

คุณวุฒิ

- อดิศาสตร์ศาสตรบัณฑิต(เทคโนโลยียานยนต์),สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- วิศวกรรมยานยนต์

ประวัติการได้รับทุน

- การพัฒนารถไฟฟ้าเพื่อการแข่งขันเพื่อการแข่งขัน

- การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสำหรับการทำงานของระบบสมองกลในการ

ควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์เบนซิน

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่

- Performance Enhancement of FSAE Racing Cars by Improving Throttle Valve



- Optimization of Runner Length for High Torque and Power at Mid-Range Engine Speeds
- Optimization of Engine Intake Manifold for Maximum Torque and Power of CBR500 Engine for Student Formula Racing Car
- Design of a Handy Battery Switching System for an Electric Three-wheeler

5.9 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) ศิริพงษ์ แสงสารพันธ์

(ภาษาอังกฤษ) Siripong Sangsarpan

คุณวุฒิ

- วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์),สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- Automobile
- Automobile Technology
- Engine management
- Car design

ประวัติการได้รับทุน ไม่มี

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่ ไม่มี

5.10 ชื่อ-นามสกุล(ภาษาไทย) ชูคิด งามวงศ์

(ภาษาอังกฤษ) Mr.Chookid Ngamwong

คุณวุฒิ

ครุศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมเครื่องกล),สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ประสบการณ์ในงานวิจัย

- วิศวกรรมการผลิต

ประวัติการได้รับทุน ไม่มี

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่ ไม่มี



ข้อ 6. ผู้ทรงคุณวุฒิ หรือ ที่ปรึกษาโครงการวิจัย(ถ้ามี)

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”, Phumin Yaowapunth, Aprirak Mahaprom, Wichian Jantachote and Yusaku Yoshida, 24th ME-Nett, Ubonratchathani, August 20-22, 2010.

[2] “Influence of Daylight Exposure of Biodiesel on Engine Characteristics”, Warachit Phayom, Wichian Jantachote 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, Wichian Jantachote 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)

ข้อ 7. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัยที่นำเสนอขอรับทุนอุดหนุนการวิจัย โดยละเอียด

7.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

จากปัญหาสถานะโลกร้อนในปัจจุบันได้ทำให้หลายประเทศเริ่มตระหนักถึงความจำเป็นในการใช้มาตรการต่างๆ เพื่อเข้ามาลดการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง มาตรการดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้กับรถยนต์เพื่อให้สามารถใช้พลังงานทางเลือกอื่นเป็นเชื้อเพลิงทดแทนการใช้น้ำมัน ซึ่งหนึ่งในทางเลือกนั้นได้มีการนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้เป็นพลังขับเคลื่อนให้กับรถยนต์ หรือที่เรียกว่า “รถยนต์ไฟฟ้า” อย่างไรก็ตามการพัฒนาทางด้านยานยนต์ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการขนส่งสินค้า การคมนาคม ฯลฯ ซึ่งหลายๆประเทศต่างให้ความสนใจในการพัฒนางานทางด้านยานยนต์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นจะเห็นได้ชัดจากการมีรถญี่ปุ่นที่ส่งขายทั่วโลก ซึ่งการพัฒนาจะให้มีประสิทธิภาพสูงนั้นต้องเริ่มต้นจากการพัฒนาเยาวชนให้มีความพร้อมก่อน จึงจะทำให้การพัฒนานั้นเป็นไปแบบยั่งยืน และในครั้งนี้ทีมงานวิจัยได้มีแนวคิดริเริ่มพัฒนานวัตกรรมทางด้านยานยนต์ในแนวทางการรักษาสีสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงานจึงได้มีการออกแบบและพัฒนา Electric Vehicle เพื่อต่อยอดของบุคลากรและนำผลวิจัยไปสู่การใช้งานจริงในอนาคต

สำหรับรถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยนั้น ถือเป็นเรื่องใหม่ที่ยังไม่มีการศึกษาวิจัยมากนัก โดยเฉพาะรถใช้พลังงานไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ภายในล้อ (in wheel) ซึ่งเป็นรูปแบบการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าที่มีการสูญเสียพลังงานในการวิ่งน้อย สำหรับในการทดลองสร้างเพื่อวิจัยนั้นจำเป็นต้องใช้ความรู้และเทคโนโลยีในหลายๆด้านประกอบกันเพื่อสร้างรถยนต์ ไม่ว่าจะเป็นความรู้ทางเครื่องกล ทางด้านไฟฟ้า และการควบคุม ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้า การจัดการด้านการใช้พลังงาน(Power management) ที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญที่ต้องได้รับการพัฒนาซึ่งจะส่งผลต่อสมรรถนะและความสิ้นเปลืองพลังงานของรถ

ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ที่จะมุ่งมั่นให้ทั้งนักศึกษาและคณาจารย์ได้ศึกษาเกี่ยวกับ รถ Electric Vehicle หรือรถ EV ที่สามารถใช้งานได้จริงในประเทศไทย ซึ่งมีแนวโน้มที่จะจำหน่ายในประเทศเร็วๆนี้ทางการพัฒนายานยนต์

7.2 วัตถุประสงค์

7.2.1 พัฒนาศักยภาพบุคลากรและคณะวิศวกรรมศาสตร์

7.2.2 พัฒนาทักษะด้านการออกแบบ ยานยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electric Vehicle)

7.2.3 ใช้เป็นสื่อการสอนและการเรียนรู้เทคโนโลยียานยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า
(Electric Vehicle)

7.3 ขอบเขตของการวิจัย

7.3.1 เนื้อหาของการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนายานยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า โดยขึ้นงานและนำข้อมูลการวิจัยที่ได้ไปให้ทางนักศึกษา,ผู้สนใจ,สถานประกอบการ ไปใช้ในการต่อยอดประยุกต์ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนงานที่เกี่ยวข้องหรือแม้กระทั่งนำไปใช้เป็นรถต้นแบบ (Prototype) สำหรับใช้จริงในตลาดในประเทศ โดยสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ได้นำเอาความรู้และเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมยานยนต์มาศึกษาวิจัยและพัฒนาออกแบบระบบต่างๆ เพื่อสร้างรถให้มีสมรรถนะที่สูงที่สุดและสร้างนวัตกรรมใหม่ทางด้านวิศวกรรมยานยนต์ทั้งนี้คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ขับและผู้โดยสารเป็นอันดับหลัก เพื่อตอบโจทย์ความต้องการในการใช้พลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ประเทศไทยก้าวสู่สากล

7.3.2 กลุ่มเป้าหมาย หรือ ประชากร

นักศึกษาและคณาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น
อุตสาหกรรมยานยนต์

7.3.3 ระยะเวลาของการวิจัย

ระยะเวลา 9 เดือน

7.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.4.1 ทั้งนักศึกษาและคณาจารย์ได้พัฒนาศักยภาพทางด้านวิศวกรรมยานยนต์อย่าง
เข้มแข็ง

7.4.2 สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น มีสื่อการเรียนการสอนระบบควบคุมและระบบ
ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของรถEV

7.4.3 ทำให้วิศวกรรมยานยนต์มีการพัฒนาการด้านยานยนต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า
(Electric Vehicle)

7.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[1] Zhibin Shuai, Hui Zhang, Junmin Wang, Jianqiu Li, and Minggao Ouyang,
"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] Uwe Kiencke and Lars Nielsen, “Automotive Control Systems: For Engine, Driveline, and Vehicle 2nd Ed”, Springer Berlin Heidelberg, New York, USA, 2005.

[4] Jörn Renck, 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.

7.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน(ระยะเวลาทั้งหมด 9 เดือนระหว่างเดือน เมษายน 2557-พฤศจิกายน 2557)

กิจกรรมการวิจัย	เดือน								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ขั้นตอนการดำเนินงาน									
ขั้นวางแผนงาน (P)									
1. ประชุมวางแผนงาน									
2. นำเสนอโครงการและงบประมาณ ประชุมและวางแผนงาน									
ขั้นดำเนินการ (D)									
1. ติดต่อประสานงานและสำรวจข้อมูลในการสร้างรถ									
2. ขออนุมัติโครงการและงบประมาณ									
3. เตรียมการดำเนินงาน / ติดต่อประสานงาน / เตรียมเอกสาร									
4. ดำเนินกิจกรรม									
ขั้นสรุปและประเมินผล (C)									
1. สรุปและประเมินผล(จากการทดสอบรถ)									



ขั้นปรับปรุงตามผลการประเมิน (A)									
1. ติดตามผลการดำเนินงาน ประชุมคณะกรรมการ นำผลมาปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป									

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 in Wheels
- Battery LiFePO4
- Controller
- CNC

7.9 งบประมาณค่าใช้จ่ายตลอดโครงการ

งบประมาณของโครงการรวมทั้งสิ้น 300,000 บาท รายละเอียดงบประมาณโครงการโดยรวมในการจัดทำรถแข่ง Student Formula Electric Vehicle (หน่วยเงิน บาท)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	ราคารวม(บาท)	หมายเหตุ
1.	แบตเตอรี่ 100 Ah,3C	10 set	10,000	100,000	โครงการตามแผนยุทธศาสตร์ ส่วนงบกลยุทธ์ 3.1 ส่งเสริมงานวิจัยที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ และ 2.1 ส่งเสริมโมโนซุกุริที่มีการสร้างสรรค์ผลงาน (Innovative Monozukuri)
2.	32.3 HP(72-156V,33435A,DC) EV-Motors	1 set	80,000	80,000	
3.	High Power Motors Controller	1set	50,000	50,000	
4.	คอมพิวเตอร์ใช้ในการออกแบบรถ FORMULA SAE	2 set	35,000	70,000	



ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)	หมายเหตุ
5.	ระบบ Suspension - Shock - A-arm - Tire โครงรถ - Frame&Body การบริหารจัดการ(Management)	1 set			งบบักการนักศึกษา
รวม					300,000.00
					สามแสนบาทถ้วน

ข้อ 8. คำชี้แจงเพิ่มเติม

โครงการวิจัยนี้เป็นการทำงานร่วมระหว่างอาจารย์กับนักศึกษา ในแนวการทำงานแบบ Monozukuri ซึ่งเป็นการนำเสนอผลงานของนักศึกษา สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น เพื่อแลกเปลี่ยนพัฒนาความรู้ในระดับสากลให้เป็นที่ยอมรับในระดับอุดมศึกษา และมีการแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีและความสัมพันธ์ระหว่างบริษัทและสถาบันการศึกษาอื่นๆ สามารถนำความรู้จากการวิจัยครั้งนี้ไปใช้งานในด้านวิศวกรรมยานยนต์ต่อไป

ข้อ 9. หลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติ

ข้าพเจ้าเข้าใจและยินดีปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติเกี่ยวกับทุนอุดหนุนงานวิจัยของสถาบันฯ ทุกประการ พร้อมนี้ ได้ส่งแบบเสนอขอรับทุนอุดหนุนการวิจัย จำนวน 1 ชุด ตามกำหนดในประกาศ มาประกอบการพิจารณา

(ลงชื่อ).....

(.....)

หัวหน้าโครงการวิจัย

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



ข้อ 10. ความเห็นของหัวหน้าภาค/หัวหน้าหน่วย

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง

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

ข้อ 11. ความเห็นของคณบดี/ผู้อำนวยการสำนัก

☐ ไม่อนุญาตให้.....ดำเนินการวิจัย
เนื่องจาก.....

☐ อนุญาตให้ดำเนินการวิจัยตามกรอบ
โครงการวิจัยที่เสนอ และจะติดตามผลงานวิจัยจนแล้วเสร็จโครงการ

(ลงชื่อ).....

(.....)

ตำแหน่ง

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



ภาคผนวก ข

แนวทางการจัดการแข่งขัน

TSAE Auto Challenge 2014-15 Student Formula Electric

TNI

แนวทางการจัดการแข่งขัน

TSAE Auto Challenge 2014-15 Student Formula Electric

วัตถุประสงค์

- ส่งเสริม สนับสนุนการพัฒนาทักษะวิศวกรรมยานยนต์และยานยนต์ไฟฟ้า
- เสริมสร้างบุคลากรด้านยานยนต์ในประเทศไทย
- สนับสนุนการออกแบบ การสร้างยานยนต์ไฟฟ้าและการจัดการอย่างครบวงจร
- ส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรมด้านยานยนต์ไฟฟ้าโดยฝีมือคนไทย
- เพื่อนำไปสู่การแข่งขันระดับโลก

ประเภทการแข่งขัน

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

ข้อกำหนดทั่วไป

- เป็นยานยนต์ที่มี 4 ล้อ
- มีที่นั่งเดียว (ผู้ขับขี่)
- เป็นการแข่งขันท่อแบบและสร้างทางวิศวกรรม
- แรงดันไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 600 VDC
- ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนเท่านั้น
- พลังงานไฟฟ้าที่ดึงจากแบตเตอรี่ไม่เกิน 85 kW (รายละเอียดเพิ่มเติมดูได้จาก กติกา SAE)
- สามารถใช้ระบบ Regenerating energy ได้ แต่ใช้ได้เมื่อ ความเร็วเกิน 5 กม ต่อ ชม

- ระบบเก็บไฟฟ้าที่ใช้ได้คือ Battery และหรือ Super Capacitor (Fuel cell ไม่สามารถใช้ได้)
- รายละเอียดเพิ่มเติมอย่างละเอียด สามารถศึกษาได้จาก กติกา ของ SAE

ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการสาธิตการแข่งขัน (Demonstration)

- ❖ สามารถนำรถเก่าที่เคยเข้าร่วมแข่งขัน Student Formula มาสร้างเป็นรถ Formula Electric ได้
- ❖ ต้องมี advisor สองคน คือ Team advisor* และ Electric system advisor*
- ❖ ต้องมี ผู้รับผิดชอบระบบไฟฟ้าของทีม (Electric system officer*) จำนวน 1 คน
- ❖ สมาชิกและนักขับของทีมต้องไม่ซ้ำกับ ทีม Formula เครื่องยนต์ ICE
- ❖ แต่ละสถาบันการศึกษาสามารถส่งทีมเข้าแข่งได้ไม่เกิน 1 ทีม สำหรับ Formula Electric (ไม่นับรวมกับ รถ Formula เครื่องยนต์ ICE ที่สามารถส่งเข้าแข่งขันได้ไม่เกิน 1 ทีม เช่นกัน) *รายละเอียดหน้าที่ดูได้จากกติกา ของ SAE

กติกาการแข่งขัน

- ใช้กติกา SAE Student Formula 2014 เป็นกติกาหลัก ประกอบกับกติกาของสมาคม เพื่อความเหมาะสมสำหรับการแข่งขันในประเทศไทย (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

กองทุนจะสนับสนุนเฉพาะทีมที่สมัครเข้าร่วมแข่งขันสาธิตการแข่งขัน และขอให้ทีมจัดส่งเอกสารประกอบการขอทุน ดังนี้

1. เอกสารชี้แจงเหตุผลความจำเป็นในการขอทุน
2. แนวทางการออกแบบสร้างรถเชิงวิศวกรรม
3. งบประมาณในการสร้างรถ

4. เอกสารแสดงความพร้อมในการออกแบบและจัดสร้างรถ (ระบุอุปกรณ์ช่วยออกแบบ, ภาพถ่าย workshop และอุปกรณ์ประจำ workshop)
5. หนังสือรับรองการเข้าร่วมแข่งขันจากสถาบันการศึกษา

*** (สมาคมฯ จะพิจารณาการสนับสนุนทุนแก่ผู้เข้าร่วมจัดการแข่งขัน โดยทีมที่ต้องการขอทุน จะต้องสมัครขอทุนตามรายละเอียดดังที่แจ้งไว้ข้างต้น)**

คุณสมบัติของผู้สมัคร

- สมัครเป็นทีม
- สมาชิกทีมทุกคนต้องเป็นสมาชิกของ TSAE
- ผู้ร่วมแข่งขันหลักต้องมาจากสถาบันการศึกษา และเป็นตัวแทนอย่างเป็นทางการของสถาบัน หรือวิทยาเขตของสถาบันนั้น (ในกรณีมีหลายวิทยาเขต) ในทีมต้องมีอย่างน้อย 10 คน และไม่ เกิน 30 คน ซึ่งประกอบด้วยนักศึกษาระดับอุดมศึกษา หรืออย่างต่ำระดับ ปวส. (ต้องมีอาจารย์ เป็นที่ปรึกษาของทีม)

*** อาจมีบุคคลทั่วไปเข้าร่วมได้ (กรรมการขอสงวนสิทธิ์ในการคัดเลือก)**

- ทีมต้องเป็นผู้ออกแบบและสร้างรถต้นแบบเองโดยสมาชิกทีม

การเตรียมพร้อมของผู้ขับ

- ต้องเป็นสมาชิกในทีมเท่านั้น
- ต้องเป็นนักศึกษาของสถาบันการศึกษานั้น หรือจบการศึกษาแล้วไม่เกิน 6 เดือน และอายุ มากกว่า 18 ปี
- มีสุขภาพดีและความพร้อมในการขับ (จะมีพยาบาลตรวจก่อนลงแข่งขัน)
- ต้องแต่งกายด้วยชุดสำหรับการแข่งขันรถยนต์
- ต้องมีใบอนุญาตขับขี่รถยนต์
- ต้องเซ็นใบยินยอมรับผิดชอบด้วยตนเอง ในกรณีเกิดอุบัติเหตุจากการแข่งขัน

หลักเกณฑ์การคัดเลือกผู้รับทุน

1. หลักเกณฑ์การคัดเลือกผู้รับทุน ดูรายละเอียดได้ที่ www.tsae.or.th
2. สมาคมฯ จะประกาศผู้มีสิทธิ์รับทุนการแข่งขัน ในวันที่ 30 พค. 2557

หลักเกณฑ์การตัดสิน

Technical Inspection ไม่มีคะแนน

Static Competitions 325 คะแนน แบ่งเป็น

1. Cost 100 คะแนน
2. Presentation 75 คะแนน
3. Design 150 คะแนน

Dynamic Competitions 675 คะแนน แบ่งเป็น

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

รางวัลการแข่งขัน

ประกาศนียบัตร แต่ ทุกทีมที่เข้าร่วมสาธิตการแข่งขัน

กำหนดการ Formula Electric กิจกรรม	วัน
เริ่มรับสมัคร	พ. 2 เม.ย 2557
ชี้แจงรายละเอียดโครงการ แนะนำการดำเนินการ และประกาศหลักเกณฑ์การให้ทุนสนับสนุน ของ <i>Formula Electric</i> (ต้องส่งผู้แทนเข้าร่วมประชุม มิฉะนั้นจะตัดสิทธิ์)	ศ. 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 ศ.ค 2557
ส่งรายงาน Design และรายงาน Cost	จ. 15 ก.ย. 2557
การแข่งขัน (สนามทดสอบไทยบริดจสโตน)	ศ. 14 –16 พ.ย. 2557

ภาคผนวก ค

รูปการดำเนินงาน

TNI





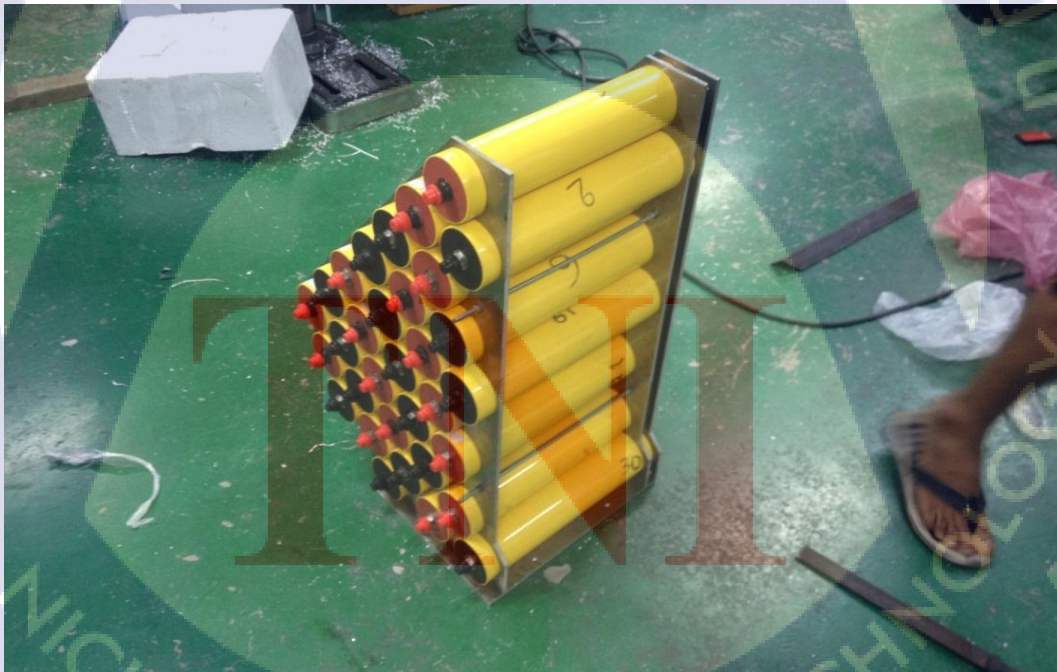




















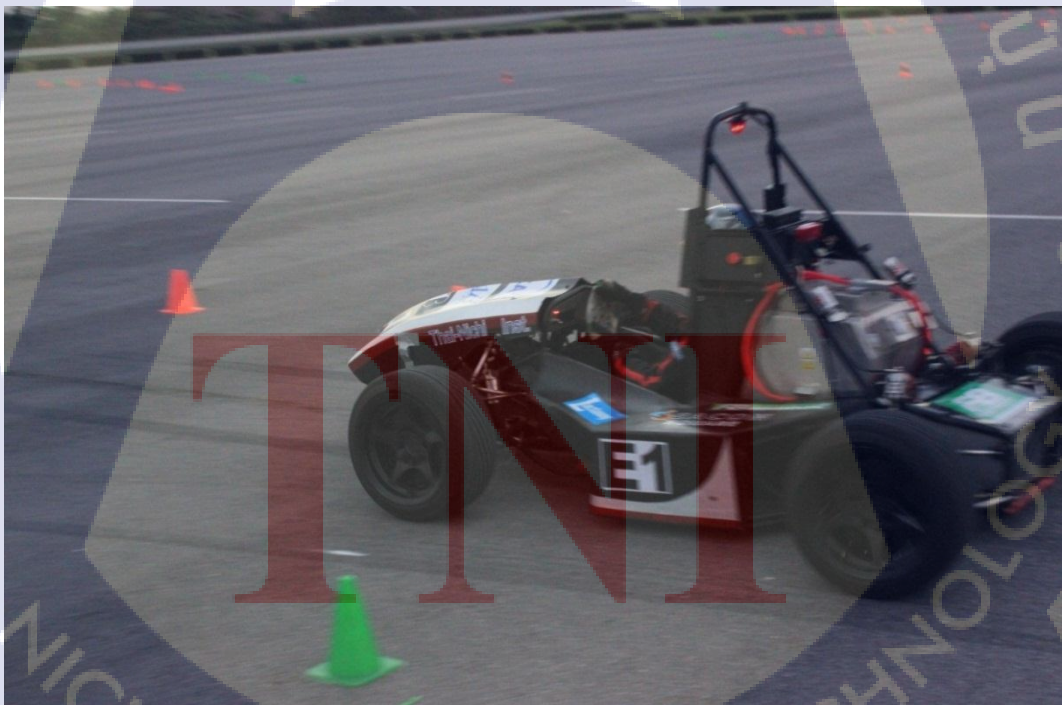








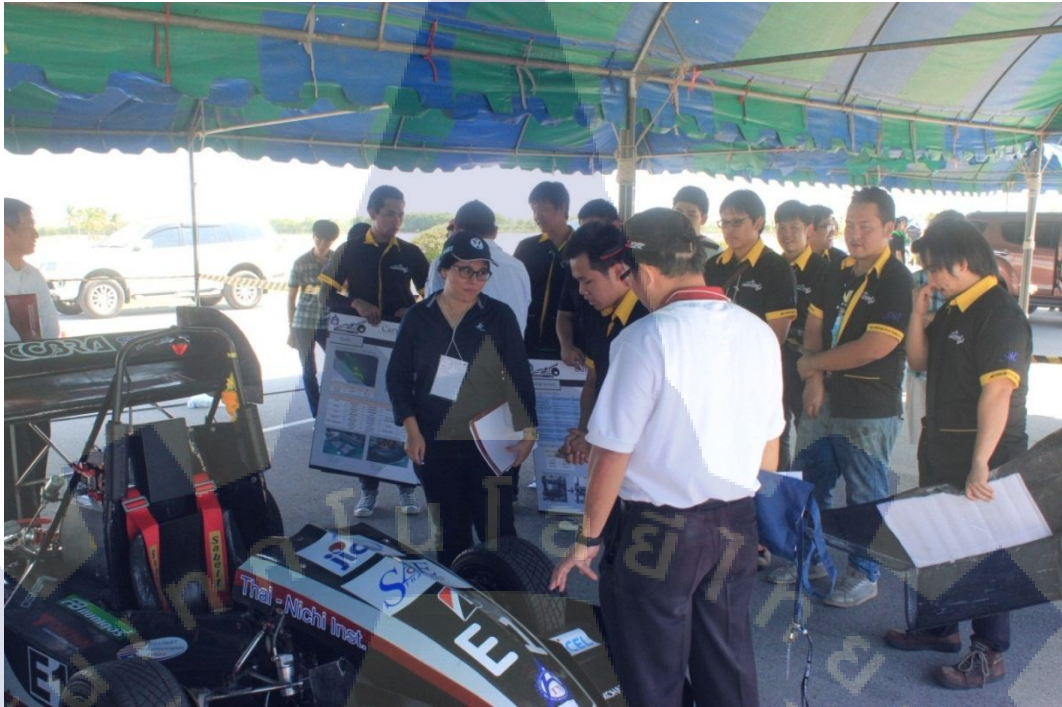




























บรรณานุกรม

- [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. ; Mukundan Iyengar, 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.etseib-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 อดสาหกรรมศิลป์

จากมหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา

ปีการศึกษา 2542

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

ตำแหน่งหน้าที่ การทำงานปัจจุบัน	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม จากสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ปีการศึกษา 2556 อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น 1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
3. นาย จีรพงศ์ สุชาติพิย วัน เดือน ปี เกิด สถานที่เกิด วุฒิการศึกษา	7 มีนาคม 2521 จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) สาขาช่างยนต์ จากโรงเรียนเทคนิคไทยบัตินิต นครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) สาขาช่างยนต์ จากโรงเรียนสุราษฎร์เทคโนโลยี สุราษฎร์ธานี ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จากมหาวิทยาลัยมหานคร ปีการศึกษา 2543 อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น 1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

4. นายวิศิษฐ์ สองเมือง

สถานที่เกิด

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

วุฒิการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)

สาขาช่างยนต์

จากโรงเรียนอาชีว คอนบอสโก กรุงเทพ

ปีการศึกษา 2539

สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)

สาขาเทคนิคยานยนต์

จากโรงเรียนอาชีว คอนบอสโก กรุงเทพ

ปีการศึกษา 2541

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาอุตสาหกรรมศาสตร์ 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

อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมยานยนต์

สถาบันเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง

กรุงเทพมหานคร 10250

ตำแหน่งหน้าที่
การทำงานปัจจุบัน

TNI

THAI - JAPAN
NICHII INSTITUTE OF TECHNOLOGY