การทดสอบสมรรถนะรถไฟฟ้าเพื่อการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เป็นประโยชน์

Performance Test of Electric Car for Solar Energy Utilization

สุรินทร์ จันทสุรียวิช*, ยูซากุ โยชิดะ, วิเชียร จันทะโชติ
สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000
โทร 042-211040 ต่อ 612 *อีเมล์ csurin@hotmail.com

Surin Chanthasureeyawich*, Yusaku Yoshida, Wichien Janthachot
Mechanical Technology, Technology Faculty, Udonthani Ratchapat University, Udonthani 41000 ,
Tel 042-211040 ext.612 *E-mail: csurin@hotmail.com

บทคัดย่อ

หลังการศึกษารถไฟฟ้าในแต่ละชนิด เพื่อนำมาใช้ร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์ รถกอล์ฟไฟฟ้าขนาดบรรทุก ผู้โดยสาร 4 ที่นั่ง จึงถูกสร้างขึ้นเพื่อทดสอบบนถนน สำหรับหาประสิทธิภาพของรถไฟฟ้า ซึ่งเป็นเป้าหมายในการศึกษา

พลังงานที่ถูกจ่ายมาจากแบตเตอรี่ ไปยังมอเตอร์ สามารถวัดค่าพลังงานได้ด้วยมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้ากระแสตรง และงานที่ทำได้คำนวณได้จากแรงต้านการเคลื่อนที่และระยะทางการเคลื่อนที่รวม ซึ่งได้ทำการทดสอบรถกอล์ฟไฟฟ้า ด้วยการทดสอบที่ความเร็วคงที่ การทดสอบอัตราเร่ง และ การทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่รวมต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง บนถนนภายในมหาวิทยาลัย โดยสามารถหาค่าประสิทธิภาพของรถไฟฟ้า ได้จากการทดสอบที่ความเร็วคงที่ ซึ่งคำนวณจากพลังงานที่ใช้และงานที่ทำได้ ผลสรุปที่ได้นี้ แสดงถึงคุณลักษณะของรถกอล์ฟไฟฟ้าที่สร้างขึ้น และชี้ให้เห็นถึงจุดสำคัญในการปรับปรุงต่อไป

Abstract

We study several types of electric vehicles as the solar energy utilization. An electric golf car, rated 4passengers, is made by ourselves and tested on a road to study affecting factors to the performance. Those are carried out for the educational experience.

Supplied energy from battery to motor was measured by DC watt meter, and worked energy was estimated by running resistant force and running distance. Constant speed test, acceleration test and full-charged running distance test were carried out on a road inside the university, In the constant speed test, the running efficiency of the car was calculated using the supplied and worked energies. From the results, the characteristic of the electric golf car was clarified. Also significant points to be improved were suggested.

Keywords : พลังงานแสงอาทิตย์, รถกอล์ฟไฟฟ้า, การทดสอบสมรรถนะ, มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้ากระแสตรง

1. บทนำ

ภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาของทั่วโลก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะโลกร้อน จึงได้มีศึกษาการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวล ซึ่งเป็นพลังงานทดแทนสะอาดที่มีอยู่ในโลก ในประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคอีสาน ท้องฟ้าโปร่ง มีแสงแดดเป็นประจำทุกวัน เหมาะสำหรับการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เป็นประโยชน์ ดังนั้นจึงได้ทำการทดสอบ เพื่อพัฒนารถไฟฟ้าชนิดต่างๆ ได้แก่ รถจักรยาน มอเตอร์ไซด์ และรถกอล์ฟ โดยสมมุติให้พลังงานไฟฟ้าถูกจ่ายมาจากแผงโซล่าเซลล์ ในรายงานฉบับนี้ เป็นรายงานการทดสอบเฉพาะรถกอล์ฟไฟฟ้าที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง ซึ่งเป็นหนึ่งในรถไฟฟ้าชนิดต่างๆ ที่ได้ทำการทดสอบ แม้ว่ารถกอล์ฟคันนี้ไม่ได้ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ แต่อย่างไรก็ตามก็ได้มีการเตรียมการติดตั้งและทดสอบกับแผงโซล่าเซลล์ รถกอล์ฟไฟฟ้ามีน้ำหนัก 160 กิโลกรัม ใช้มอเตอร์กระแสตรงขนาด 750 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 36 โวลต์ ตามลำดับ และบรรทุกได้ 4 คน ในการทดสอบหาสมรรถนะ ได้พิจารณาจากค่าพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเครื่องวัดกำลังไฟฟ้ากระแสตรง และพลังงานที่ได้จากการคำนวณระหว่างน้ำหนักรถและระยะทางการเคลื่อนที่ ซึ่งค่าที่ได้จะนำมาใช้เป็นเกณฑ์ เพื่อพิจารณาปรับปรุงรถไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่รวมอัตราความเร่ง และพลังงานเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้เมื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เป็นประโยชน์

2. คุณลักษณะของรถกอล์ฟไฟฟ้าที่ถูกทดสอบ

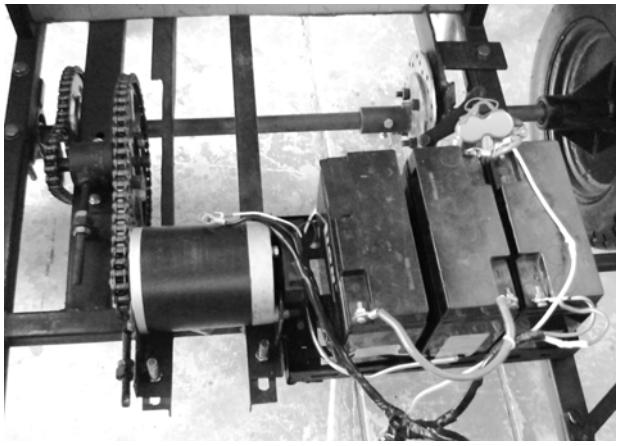
รูปร่างภายนอกและคุณลักษณะของรถกอล์ฟไฟฟ้าที่ถูกสร้างขึ้นนี้แสดงไว้ในรูปที่ 1 และตารางที่ 1 ตามลำดับ โดยส่วนประกอบของรถกอล์ฟ ตัวโครงทำจากเหล็กกล่องขนาด 20 x 30 มม. ตัวถังด้านหน้าทำด้วยไฟเบอร์กลาส และด้านข้างทำจากพลาสติกแข็ง การบังคับเดินหน้าและถอยหลัง ใช้สวิตซ์สลับอย่างง่าย มอเตอร์ระบายความร้อนด้วยพัดลมขนาดเล็กจะทำงานเมื่อมอเตอร์มีความร้อนสูง

รูปที่ 1 รถกอล์ฟไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของรถกอล์ฟไฟฟ้าที่ทำการทดสอบ

Dimension	Length (mm.)	2300
	Width (mm.)	1130
	Height (mm.)	1700
Tire	Size	3.5-10
	Air Pressure (MPa.abs)	0.32
Weight	Vehicle weight (kg)	160
Passenger	Persons	4
Motor	Type	DC
	Output (W)	750/36V
	Rated speed (rpm)	2500
Battery	Type	Lead
	Capacity	12V20Ah
	Number	3
	Total voltage (V)	36
Charger	Output voltage (V)	Rated 36
	Floating charger voltage (V)	41.5±0.3

แบตเตอรี่จำนวน 3 ลูก และมอเตอร์กระแสตรง ถูกติดตั้งไว้บริเวณด้านหลังบนโครงของรถ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งกำลังขับของมอเตอร์จะถูกส่งไปยังล้อหลัง โดยใช้โซ่ส่งกำลัง ผ่านการทดรอบจากระบบเกียร์ ในอัตราส่วน 2 ต่อ 15



รูปที่ 2 ระบบส่งกำลัง

3. ขั้นตอนการทดสอบ

อุปกรณ์และมิเตอร์สำหรับการวัดค่าต่างๆ ได้ถูกประกอบและติดตั้งในบริเวณด้านหน้าคนขับ ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 อุปกรณ์และมิเตอร์วัด

ค่ากระแสไฟฟ้า (Current) แรงดันไฟฟ้า (Voltage) กำลังไฟฟ้า (Electric Power) และ กระแสไฟฟ้า-ชั่วโมงสะสม (Accumulated ampere-hour) จากแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์ สามารถวัดค่าเหล่านี้ได้ด้วยมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้ากระแสตรง(DC watt meter) คุณสมบัติของมิเตอร์นี้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้ากระแสตรง

Tahmazo (DC watt meter)	
Parameter	Range
Voltage	3.3 – 50 V
Current	70 A (Max. 100A)
Power	0 – 5000 W
Amp-hour	6000 mAH

กำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ในการขับจึงวัดได้จากผลคูณระหว่างกระแสไฟฟ้า-ชั่วโมงสะสมกับแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยที่วัดได้ระหว่างทำการวัด ส่วนอัตราความเร็วและระยะทางการเคลื่อนที่ของรถกอล์ฟไฟฟ้าสามารถวัดได้ด้วยอุปกรณ์ Echo F1 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันในการแข่งขันรถประหยัดพลังงาน สำหรับเวลาการเคลื่อนที่จะใช้นาฬิกาจับเวลา ซึ่งติดไว้ในตำแหน่งใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการทดสอบจริง มิเตอร์ต่างๆ ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 จะถูกบันทึกด้วยกล้องวีดีโอ แล้วนำข้อมูลตัวเลขจากจอมอนิเตอร์ มาบันทึกค่าทุกช่วงเวลา 1 วินาที ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ต่อไป ด้วยวิธีดังกล่าว จะสามารถทำให้ได้ค่าที่ถูกต้องและแม่นยำตามวัตถุประสงค์

โดยทำการทดลองทั้งหมดบนถนนภายในมหาวิทยาลัย

3.1 การทดสอบที่ความเร็วคงที่

เลือกถนนที่ใช้ในการทดสอบ เป็นทางตรงและราบเรียบ มีระยะทางยาว 100-200 เมตร แล้วทำการทดลองขับ ไป-กลับ 3 รอบ รวม 6 ครั้ง ด้วยความเร็วคงที่ ได้แก่ 5 และ 10 km/h จากความเร็วสูงสุด 15 km/h (เป็นค่าที่ได้จากการทดสอบหาอัตราเร่ง) มีผู้โดยสาร 2 คน คือ คนขับ และ ผู้ควบคุมกล้องวีดีโอ

3.2 การทดสอบอัตราเร่ง

เลือกถนนที่ใช้ในการทดสอบ เป็นทางตรงและราบเรียบ แล้วทำการทดสอบ เริ่มต้นจากหยุดนิ่ง และหยุดเมื่อมีความเร็วสูงสุดคงที่ โดยการกดคันเร่งสุดตลอดการทดสอบ มีผู้โดยสาร 2 คน คือ คนขับ และ ผู้ควบคุมกล้องวีดีโอ

3.3 การทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่รวมต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง

ทำการชาร์จแบตเตอรี่จนเต็ม (สังเกตจากค่าแรงดันไฟฟ้าคงที่) หลังจากนั้นเริ่มทดสอบรถ จนกระทั่งรถไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ ซึ่งจะทำการเคลื่อนที่ที่ความเร็วคงที่ 2 ระดับ คือ ความเร็วสูง และความเร็วต่ำ บนถนนรอบมหาวิทยาลัย เป็นระยะทาง 1 กิโลเมตรต่อรอบ

4. ผลการทดสอบ

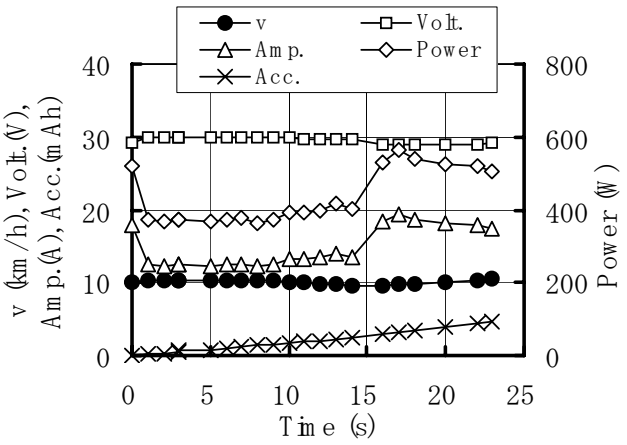
สภาพอากาศในวันทดสอบ ท้องฟ้าโปร่งใส มีอุณหภูมิ 30 – 35 $^{\circ}$C

4.1 ผลการทดสอบที่ความเร็วคงที่

การทดสอบที่ความเร็วคงที่ กระทำหลังจากการทดสอบหาอัตราเร่ง ที่ความเร็ว 10 km/h และ 5 km/h

ก่อนทำการทดสอบ ได้ทำการหาค่า สัมประสิทธิแรงต้านการหมุนของล้อ(the rolling resistant coefficient) บนถนนทดสอบ โดยวัดค่าแรงดึงจากตาชั่งสปริง (Spring typed force gauge) ซึ่งผ่านการสอบเทียบวัด ด้วยลูกตุ้มน้ำหนัก พบว่า มีค่าเท่ากับ 4.4 – 4.6 kg ดังนั้นสัมประสิทธิแรงต้านการหมุนของล้อมีค่าประมาณ 0.028 เป็นค่าที่นำมาใช้คำนวนหาค่างานที่ทำได้จากรถคันนี้ สำหรับการวัดค่าสัมประสิทธิบนพื้นเรียบภายในอาคาร จะมีค่าเท่ากับ 0.026

ผลการทดสอบค่าคุณสมบัติต่างๆ ที่ทำการวัด แสดงได้ ดังรูปที่ 4 พบว่า เมื่อความเร็วของรถคงที่ แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า จะคงที่ตามแต่ในขณะที่ความเร็วเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาระดับความเร็ว กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตาม โดยที่แรงดันไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย ในส่วนของกำลังมอเตอร์ที่ใช้ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสไฟฟ้าและสัมพันธ์กับความเร็ว และค่ากระแสไฟฟ้า-ชั่วโมงสะสม ใช้สำหรับคำนวนหาค่าการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ไปมอเตอร์ ด้วยการคูณกับค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 4 ผลการทดสอบรถกอล์ฟไฟฟ้า

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างกำลังที่ใช้ กับระยะทางในแต่ละการทดสอบ 6 ครั้ง ที่ความเร็ว 5 km/h แสดงได้ดังรูปที่ 5 ซึ่งแสดงให้เห็นการกระจายของข้อมูล ยกเว้นในการทดสอบครั้งที่ 2 และ 5 ที่กำลังไฟฟ้าคงที่

ดังนั้น การหาค่าพลังงานที่ใช้ และงานที่ทำได้เพื่อคำนวนหาสมรรถนะของรถกอล์ฟไฟฟ้า หาได้จากสมการดังนี้

$$Supplied\ Energy = V \times Acc./1000 \quad (1)$$

$$Worked\ Energy = RRF \times S \quad (2)$$

$$\text{Running efficiency} = (Worked\ Energy \times 100) / Supplied\ Energy \quad (3)$$

เมื่อ V = แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย ; volt

Acc = กระแสไฟฟ้า-ชั่วโมงสะสม ; mAH

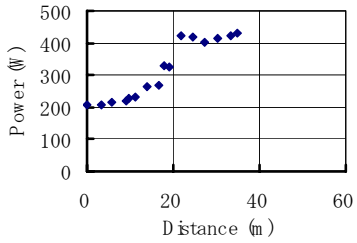
RRF = แรงต้านการเคลื่อนที่ของล้อ ; N

S = ระยะการเคลื่อนที่ , m

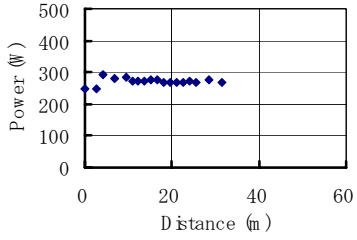
ผลที่ได้จากการคำนวน แสดงในตารางที่ 3 และ 4 โดยน้ำหนักรถรวมกับผู้โดยสาร 2 คน มีค่าเท่ากับ 3008 N และแรงต้านการเคลื่อนที่พิจารณาเฉพาะในส่วนของแรงต้านการเคลื่อนที่ของล้อเท่านั้น ไม่คิดรวมแรงต้านการเคลื่อนที่ของอากาศเพราะทดสอบที่ความเร็วต่ำ

ในตารางที่ 3 การทดสองครั้งที่ 1 ไม่สามารถนำมาพิจารณาว่าเป็นประสิทธิภาพที่สูงได้ เพราะมีการสูญเสียน้อย เป็นผลมาจากการที่ยางล้อมีความร้อนมาจากการทดสอบอัตราเร่งก่อนหน้านี้ ส่วนการทดสอบที่ 3 และ 5 ไม่สามารถอ่านค่าได้เนื่องจาก มีแสงสะท้อนจากหน้าปัดมิเตอร์

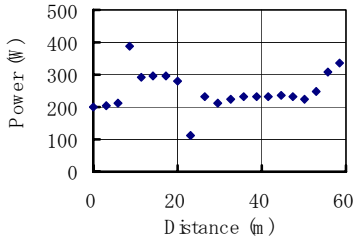
(a)



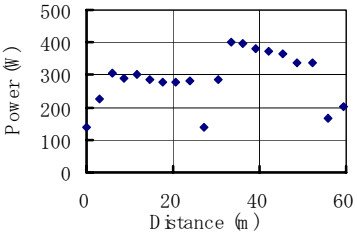
(b)



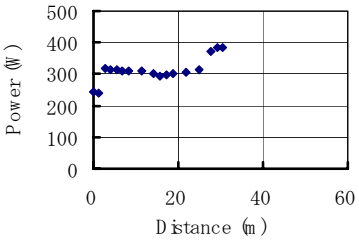
(c)



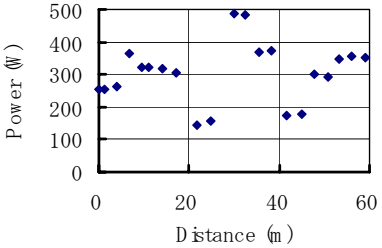
(d)



(e)

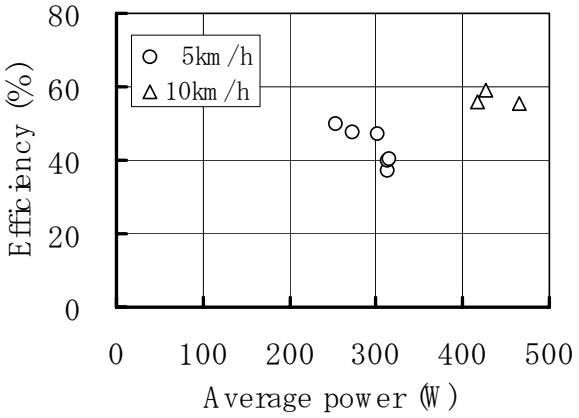


(f)



รูปที่ 5 กำลังไฟฟ้าขณะทำการทดสอบ (5 km/h)

กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยและประสิทธิภาพของรถ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6 ซึ่งพบว่า ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของรถที่ความเร็ว 5 km/h และ 10 km/h มีค่าเท่ากับ 44% และ 57% ตามลำดับ นั้นแสดงให้เห็นว่าแรงต้านการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นบนถนน ขึ้นอยู่กับความเร็วของรถด้วย ซึ่งการหาค่าแรงต้านการเคลื่อนที่ที่ถูกต้องทำได้ยาก แต่อย่างไรก็ตาม การเลี้ยวของรถ การปรับปรุงประสิทธิภาพ สามารถตรวจสอบได้ด้วยข้อมูลเหล่านี้

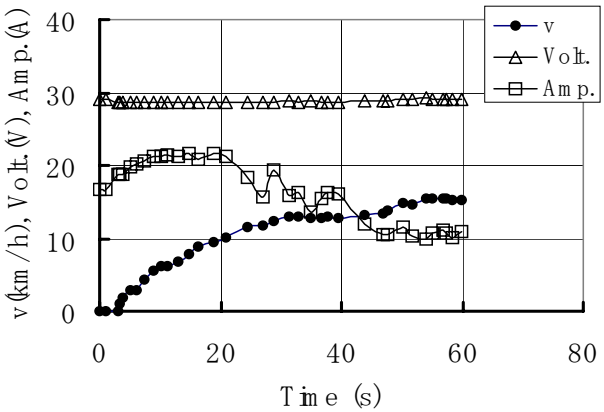


รูปที่ 6 ประสิทธิภาพของรถกอล์ฟไฟฟ้า

4.2 การทดสอบอัตราเร่ง

ในการทดสอบอัตราเร่งกระทำ 2 ครั้ง ครั้งแรกเพื่ออุ่นเครื่อง และกระทำการวัดค่าในการทดสอบครั้งที่ 2 ได้ผลสรุปดังแสดงในรูปที่ 7 และ รูปที่ 8 ซึ่งจะเห็นได้ว่า แรงดันไฟฟ้าคงที่ตลอดการทดสอบ

กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ เท่ากับ 600 W ภายในเวลา 20 วินาที ซึ่งต่ำกว่า ขนาดของมอเตอร์ที่ 750 W เนื่องจาก แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายมายังมอเตอร์ต่ำกว่า 36 โวลต์ ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ผลทดสอบอัตราเร่ง

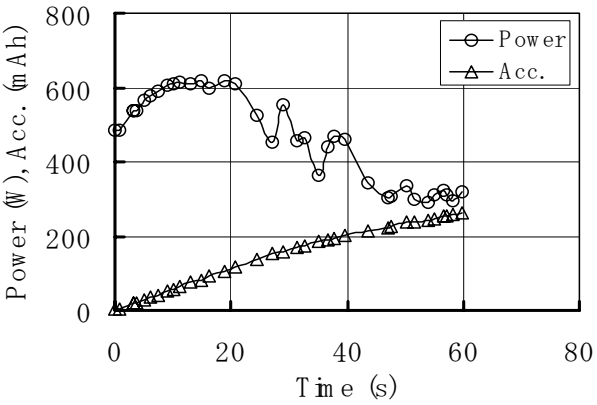
ตารางที่ 3

No	Ave. speed (km/h)	Running time (s)	Running distance (m)	Ave. voltage (V)	Ave. power (W)	Standard deviation (W)	Accumulated mAH (mAh)	Supplied energy (kJ)	Worked work (kJ)	Running efficiency (%)
1	10.2	21.2	60.2	30.2	351	67.4	62	6.742	5.070	75.2
2	10.5	22.6	65.5	29.7	426	123.1	87	9.305	5.518	59.3
3	NG									
4	10.5	20.7	60.2	29.5	465	115.3	86	9.136	5.077	55.6
5	NG									
6	10.1	23.7	66	29.6	417	70.9	93	9.912	5.558	56.1

ตารางที่ 4

No	Ave. speed (km/h)	Running time (s)	Running distance (m)	Ave. voltage (V)	Ave. power (W)	Standard deviation (W)	Accumulated mAH (mAh)	Supplied energy (kJ)	Worked energy (kJ)	Running efficiency (%)
1	5.1	24.5	34.9	30.2	313	88.7	73	7.927	2.944	37.1
2	5.2	20.1	31.4	30.4	272	10.7	51	5.575	2.649	47.5
3	5.3	42	61.3	30.4	253	56.9	94	10.280	5.162	50.2
4	5.7	36	66.3	301	302	78.6	109	11.809	5.583	47.3
5	5.2	21	30.6	29.8	313	38.6	60	6.433	2.576	40.0
6	5.2	41	59.0	29.7	315	98.4	115	12.297	4.9725	40.4

หลังจากกำลังไฟฟ้าขึ้นไปสูงสุดแล้ว กำลังไฟฟ้าจะเริ่มตกลงมาและเข้าสู่สภาวะสมดุล ซึ่งพิจารณาได้ว่าเกิดจาก กำลังไฟฟ้าที่ต่ำลงเนื่องจากพลังงานจากแบตเตอรี่ลดลงอย่างรวดเร็ว และกำลังของมอเตอร์ลดลงเนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นเอง และแรงต้านการเคลื่อนที่ลดลงเนื่องจากมีความร้อนที่ยาง โดยสุดท้ายรถกอล์ฟไฟฟ้ามีความเร็วสูงสุดที่ 15.4 km/h



รูปที่ 8 อัตราเร่ง (กำลังไฟฟ้า – กระแสไฟฟ้า-ชั่วโมงสะสม)

4.3 การทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่รวมต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง

การทดสอบนี้ ใช้ผู้ขับขี่เพียงคนเดียว โดยตารางที่ 5 แสดงผลสรุปการทดสอบ พบว่าสามารถเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 4.02 km ด้วยความเร็วเฉลี่ย 8.2 km/h และเมื่อพิจารณากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่การทดสอบความเร็วคงที่ จะมีการใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่า 12 A ซึ่งเกินกว่าความสามารถของแบตเตอรี่เล็กน้อย และเมื่อแบตเตอรี่ถูกใช้ในกระแสไฟในระดับที่มาก จะทำให้ประสิทธิภาพของแบเตอรี่ลดลง ดังนั้นถ้าต้องการให้มีระยะทางการเคลื่อนที่มากขึ้น จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูง

ตารางที่ 5 สรุปผลการทดสอบระยะทางการเคลื่อนที่ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง

First running	Initial voltage (V)	37.15
	Running distance (km)	3.86
	Running time (min)	26
	End voltage (V)	31.4
	Accumulated mAH	4694
	Ave. speed (km/h)	9.1
	Max. speed (km/h)	12.4
Intermediate stop	Stop interval (min)	2
Final	Running distance (km)	4.02
	Running time (min)	30
	End voltage (V)	30.95
	Accumulated mAH	5194
	Ave. speed (km/h)	8.2
	Max. speed (km/h)	12.4

5. เกี่ยวกับแผงโซล่าเซล

เพื่อที่นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์กับรถไฟฟ้า แผงโซล่าเซลล์จึงเป็นส่วนสำคัญที่ต้องทำการศึกษา

ทั้งนี้แผงโซล่าเซลล์ที่มีขายทั่วไป แผงขนาด 50 วัตต์ เป็นตัวอย่างที่ได้นำมาศึกษาวิเคราะห์ พบว่าให้แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า 12 V และ 2.76 A ตามลำดับ ซึ่งสำหรับแบตเตอรี่ ขนาด 20 AH จะต้องใช้เวลาประมาณ 7 ชั่วโมงในการบรรจุไฟ และแม้ว่าถ้าไม่สามารถบรรจุไฟฟ้าให้เต็ม ก็ยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบรรจุไฟฟ้า

6. สรุป

จากการศึกษาในจุดที่ได้ทำการทดสอบกับรถกอล์ฟไฟฟ้าที่ถูกสร้างขึ้นนั้น การทดสอบสมรรถนะของรถที่สำเร็จสมบูรณ์ และคุณสมบัติของรถกอล์ฟ สรุปได้ดังนี้

- คุณสมบัติด้านไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และ กระแสไฟฟ้า-ชั่วโมงสะสม ถูกวัดด้วยอุปกรณ์ที่ความเที่ยงตรงระหว่างทำการทดสอบ
- ประสิทธิภาพของรถมีขนาด 40 – 60 % บนถนนพื้นราบ
- ขนาดของมอเตอร์ควรมีกำลังที่เพิ่มขึ้น
- ปัจจัยการสูญเสียพลังงาน จะมีการพิจารณาในรายละเอียดต่อไป
- ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่เป็นสิ่งที่ควรได้รับการปรับปรุง

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานที่ทุกคนสามารถนำมาใช้ได้ทุกที่ และทุกเวลา ซึ่งเป็นพลังงานที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และเป็นพลังงานสะอาด ดังนั้นการพัฒนาเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เป็นประโยชน์ จึงมีความจำเป็นอย่างมาก เพื่ออนาคตข้างหน้า.

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีที่ได้ช่วยออกแบบและสร้างรถกอล์ฟไฟฟ้า เพื่อใช้ในการทดสอบครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Japaness Industrial Standards Committee. 2001. Electric Vehical – Measurement for driving range and energy consumption. Japanese Standards Association.

[2] Nihon Taiyo Energy Gakka. 2006. Mechanism and production of eco-electric vehicle, Ohmsha.

[3] http://www.solartron.co.th/Product_SolarModules.htm (accessed on May 2007)