

รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าอเนกประสงค์ UNIVERSAL ELECTRIC SCOOTER

หทัยเทพ วงศ์สุวรรณ¹

¹ ศูนย์นวัตกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ (IMERs)

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล(กำแพงแสน) คณะวิศวกรรมศาสตร์(กำแพงแสน)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์(กำแพงแสน) จ.นครปฐม 73140

*ผู้ติดต่อ: fenghtw@ku.ac.th, (034) 355310.

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการสร้างรถสกู๊ตเตอร์สำหรับผู้ป่วย คนพิการและผู้สูงอายุ ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยระบบไฟฟ้าโดยใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน การบังคับการเลี้ยวโดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้าช่วย โดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์ รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้านี้มีลักษณะที่แตกต่างจากรถสกู๊ตเตอร์ที่พบเห็นตามท้องตลาด เนื่องจากได้ดัดแปลงเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้ และราคาก็ถูกกว่าตามท้องตลาดมาก

รถสกู๊ตเตอร์นี้ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์แต่ละตัวและเป็นตัวตัดต่อในระบบการส่งกำลังของมอเตอร์แหล่งจ่ายพลังงานใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 2 ก้อน พร้อมด้วยระบบปรับสมดุลอัตโนมัติที่สามารถปรับระดับในขณะขึ้นทางชันไม่เกิน 20 องศา ระบบต่างๆที่ได้กล่าวมาข้างต้นใช้การควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

รถสกู๊ตเตอร์คันนี้เหมาะสำหรับผู้ใช้ที่มีน้ำหนักไม่เกิน 100 กิโลกรัม ซึ่งหากรวมน้ำหนักแล้วประมาณ 200 กิโลกรัม ค่าความเร็วสูงสุด 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หากชาร์ตแบตเตอรี่เต็มสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ประมาณ 1 ชั่วโมง จากการประเมินแล้วรถสกู๊ตเตอร์คันนี้ทำให้คนพิการและผู้สูงอายุมีความสะดวกสบายมากขึ้น นอกเหนือจากนั้นยังสามารถพัฒนารถสกู๊ตเตอร์เพิ่มเติมได้เพื่อให้คนพิการในด้านอื่นๆสามารถใช้งานได้ เช่น พัฒนารถสกู๊ตเตอร์ที่สั่งการด้วยเสียง เพื่อให้คนพิการทางแขนสามารถควบคุมรถสกู๊ตเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปได้หรือการรับสัญญาณโดยการโยกเอียงร่างกายเพื่อควบคุมระบบต่างๆของรถสกู๊ตเตอร์ เป็นต้น

คำหลัก: ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า ระบบควบคุมอัตโนมัติ

Abstract

This paper study is about possibility to produce the scooter for patient, disabled and senior citizen. There are batteries which source of energy to make motor propel scooter and electronic circuit was used in the relation. Thus, this scooter was different from typical scooter in many way because it was modify for the comfortable in satisfy cost.

The electronic circuit was used to control each motors and cut motor power system. Power source was two 12V batteries with automatic balance system that can control propellant when slope less than 20. Therefore, every system was controlled by microcontroller.

This Scooter was suitable for less than 100 Kg people that was 200 Kg when include the scooter weight. The highest speed rate is 10 m/s that can used consecutively 1 hour. This scooter will increase more comfortable and convenient for patient, disabled and senior citizen. Moreover, it can modify to use in many way such as sound dictate scooter that help hand disabled control scooter or receive signal from the movement of the body.

Keywords: Microcontroller Mobile Robot Electrical Scooter Automatic Control

1. บทนำ

เนื่องด้วยในปัจจุบันนี้ผู้ที่พิการตั้งแต่ช่วงเอวลงไป มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น พวกเขาไม่สามารถเดินได้ เหมือนคนปกติ ซึ่งบางครั้งคนพิการอาจใช้รถเข็นในการเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ แต่ก็ยังมีปัญหาบ้างในกรณีที่ผู้พิการไม่แข็งแรง ทำให้ไม่สามารถขึ้นรถหรือ เลี้ยวรถได้เอง คณะผู้จัดทำจึงได้นำเอาเทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ในการสร้างรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าขึ้น เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้พิการ เพื่อใช้เป็นพาหนะเดินทางไปตามที่ต่างๆ เช่น ในบ้าน สวนสาธารณะ ได้สะดวกขึ้นและช่วยแบ่งเบาภาระแก่คนรอบข้าง



รูปที่ 1 รถสกู๊ตเตอร์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าเพื่อคน
สูงอายุ ผู้ป่วยและผู้พิการ

การทำรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า ที่มาของการคิดประดิษฐ์ขึ้นมา เนื่องจากรถสกู๊ตเตอร์ทั่วไปส่วนใหญ่มีความสามารถแค่เดินหน้า-หลัง เลี้ยวซ้าย-ขวาได้ ซึ่งสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้บางครั้งอาจยังไม่อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้อย่างเต็มที่ คณะผู้จัดทำจึงได้คิดสิ่งที่อำนวยความสะดวกเพิ่มเติมจากรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้าทั่วไป โดยดัดแปลงให้มีที่นั่งสามารถปรับได้อัตโนมัติเพื่อความสะดวกสบายในการขับขี่ เมื่อรถจะ

ชนสิ่งกีดขวางจะมีเซนเซอร์สั่งให้รถหยุดทันทีเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ ชุดเลี้ยวสามารถเลี้ยวโดยใช้เซนเซอร์โดยใช้พวงมาลัยในการเลี้ยว วัตถุประสงค์ของการสร้างรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้ามีประโยชน์ได้หลายอย่าง เพื่อความสะดวกของผู้ใช้และนักศึกษาจะได้นำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และการเขียนโปรแกรมไปใช้ให้เกิดประโยชน์

ทั้งการคิดในสิ่งประดิษฐ์และขั้นตอนในการใช้งาน ก็ไม่ยากเย็นจนเกินไปนัก ผู้พิการก็สามารถใช้งานรถสกู๊ตเตอร์ได้เองโดยไม่ต้องศึกษาและเรียนรู้มากนัก วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ก็มีขายตามท้องตลาดทั่วไป เช่น มอเตอร์ DC 24 V แบตเตอรี่ เป็นต้น

รถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้ากับการใช้งานอีกรูปแบบหนึ่งในปัจจุบัน โครงการโดย อ. ธนันต์ ศรีสกุล อ. ภมร ศิลาพันธ์ อ. มนต์รี ศิริปรัชญานันท์ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ [1]

การออกแบบและสร้างรถสกู๊ตเตอร์นี้สามารถที่จะทำการปรับความเร็วของมอเตอร์ได้ โดยในโครงการนี้ได้ใช้ดีซีมอเตอร์ขนาด 24 V (2,500 RPM/350W) เป็นตัวขับเคลื่อนรถสกู๊ตเตอร์นี้ โดยได้มีการติดตั้งมอเตอร์ไว้ที่ล้อหลัง มอเตอร์ได้ติดเฟืองเข้ากับมอเตอร์และได้ติดเฟืองเข้ากับล้อหลังของรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งได้ใช้โซ่เป็นตัวส่งกำลังจากตัวมอเตอร์ไปยังเฟืองล่างซึ่งติดกับล้อหลังของรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า

ส่วนของวงจรชุดควบคุมนั้น ในโครงการนี้ได้ใช้ไอซีเบอร์ TL494 เป็นตัวสร้างสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมที่สามารถปรับ Duty cycle ได้ โดยจากการออกแบบวงจรนั้นสามารถที่จะปรับค่า Duty cycle ได้ตั้งแต่ 1%

ถึง 99% เพื่อที่จะป้อนให้กับ MOSFET เบอร์ IRF2807 ทั้ง 4 ตัว โดยที่ MOSFET เบอร์ IRF2807 ทั้ง 4 ตัวนี้จะทำหน้าที่เป็นตัว Switching ให้กับวงจรที่ใช้ในการควบคุมการไหลของกระแสเข้าสู่ดีซีมอเตอร์ ขนาด 24 V (2,500 RPM/350W) สาเหตุที่ใช้ MOSFET เบอร์ IRF2807 จำนวน 4 ตัว ก็เพื่อแบ่งกระแสให้ MOSFET จากการทดสอบรถสกูตเตอร์ไฟฟ้านี้สามารถวิ่งได้ด้วยความเร็ว ประมาณ 30-40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยที่ความเร็วจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของผู้ขับขี่ และระยะเวลาในการใช้งานของแบตเตอรี่ โดยสามารถขับเคลื่อนที่เป็นเวลาประมาณ 45 นาที

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยและบริษัทไฟโบรคอร์ป (FIBO Corp Co., Ltd) ผู้ผลิตเครื่องจักรอัตโนมัติ และนำเข้าอุปกรณ์ตรวจรู้ ชิ้นส่วนและเครื่องมือในอุตสาหกรรมอัตโนมัติ จึงร่วมมือกัน เพื่อออกแบบและสร้างรถสกูตเตอร์ไฟฟ้าอเนกประสงค์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกและอำนวยความสะดวก แก่กลุ่มคนที่มีความต้องการในการเคลื่อนที่สามารถใช้ชีวิตได้อย่างปกติ โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาผู้อื่นมากเกินไป

รถสกูตเตอร์ไฟฟ้าอเนกประสงค์นี้สามารถใช้งานภายในบ้าน และนอกบ้าน เช่นรอบหมู่บ้าน สวนสาธารณะ และสถานที่ต่างๆ ตามที่ต้องการได้ เนื่องจากมีลักษณะการทำงานที่จำเป็นได้แก่ ระบบการขับเคลื่อนสองล้อในการเดินทาง ถอยหลัง เลี้ยว [2,3,4,5,6] ที่วางแขนพับขึ้นลงได้ แก้อึดหมุนได้รอบตัว 360 องศา เพื่อความสะดวกในการใช้งานในกิจกรรมต่างๆ เช่นใช้แทนเก้าอี้สำหรับทานข้าว ใช้แทนเก้าอี้ทำงาน ระบบปรับความเอียงของที่นั่งในขณะที่ขึ้นลงเนินหรือที่ลาดชันโดยใช้อุปกรณ์ตรวจรู้แบบ ADXL202 [1] ระบบหยุดฉุกเฉินหรือหลบหลีกเมื่อใกล้ชนสิ่งกีดขวาง [7] ความเร็วสูงสุด 7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อุปกรณ์บังแดดหรือฝน ใช้แบตเตอรี่แบบแท่นทานทานไม่ต้องเติมน้ำกลั่น มีระบบชาร์ตไฟ ช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดโลกร้อนอีกทางหนึ่ง ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ถึงแม้ในท้องตลาดมีผู้นำเข้าสกูตเตอร์ไฟฟ้าอยู่แล้ว แต่ยังมีราคาแพงและคุณสมบัติที่น้อยกว่าที่กล่าวมา ดังนั้นทางทีมผู้วิจัยและพัฒนาจึงต้องการพัฒนาเพื่อ

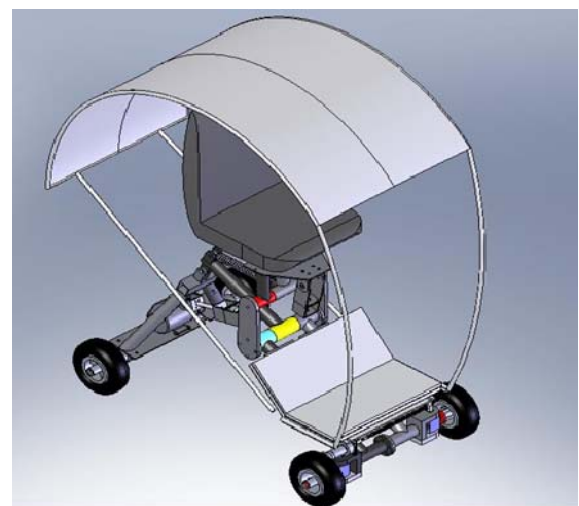
เป็นต้นแบบ และยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดไปสู่เชิงพาณิชย์ได้อีกด้วย

2. การออกแบบระบบรถสกูตเตอร์ไฟฟ้า

2.1 แนวทางการออกแบบรถสกูตเตอร์ไฟฟ้า



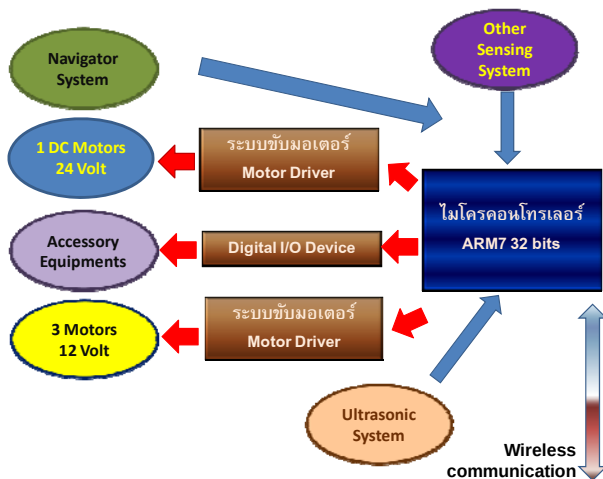
รูปที่ 2 ลักษณะต้นแบบสกูตเตอร์ไฟฟ้าของบ. Sag way ที่นำมาเป็นแบบในการออกแบบ



รูปที่ 3 ลักษณะต้นแบบสกูตเตอร์ไฟฟ้าอเนกประสงค์ ที่ทำการออกแบบ

2.2 คุณสมบัติทางกล และระบบควบคุมรถสกูตเตอร์ไฟฟ้าอเนกประสงค์

รถสกูตเตอร์ไฟฟ้าอเนกประสงค์นี้ขับเคลื่อนด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้า 24 โวลต์ จำนวน 1 ตัว ทำหน้าที่ขับเคลื่อนล้อทั้งสอง และมอเตอร์ไฟฟ้า 12 โวลต์ จำนวน 2 ตัว ในส่วนบังคับเลี้ยว โครงสร้างทั้งหมดของหุ่นยนต์ออกแบบด้วยโปรแกรม Solid Work ดังภาพที่ 3 โครงสร้างของรถสกูตเตอร์ไฟฟ้าอเนกประสงค์เป็นเหล็ก ล้อทั้งสี่เป็นยางบรรจุน้ำมัน



รูปที่ 4 ระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์ ของรถสกูเตอร์ไฟฟ้าเนกประสงค์

ระบบควบคุมของรถสกูเตอร์ไฟฟ้าเนกประสงค์ ดังภาพที่ 4 ประกอบไปด้วยระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถสกูเตอร์ไฟฟ้าเนกประสงค์ (Motor Driver) ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ต่างๆ ระบบแปลงข้อมูล ระบบอุปกรณ์ตรวจรู้ (Sensor System) ต่างๆ เช่น ระบบอัตราโซนิกส์ ที่ใช้วัดระยะสิ่งกีดขวาง ระบบวัดตำแหน่งของตัวสกูเตอร์ไฟฟ้าเนกประสงค์ ภายในเซ็นเซอร์ที่ติดตั้ง โดยระบบทั้งหมดจะถูกประมวลผลโดย ARM7 Microcontroller ที่อยู่ในตัวรถสกูเตอร์ไฟฟ้าเนกประสงค์ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ โปรแกรมทั้งหมดของสกูเตอร์ไฟฟ้าเนกประสงค์ พัฒนาขึ้นโดยโปรแกรมภาษา C และโปรแกรม Labview นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายทอดข้อมูลต่างๆ เช่น สัญญาณภาพ เสียง ข้อมูลการทำงาน ผ่านระบบสัญญาณไร้สาย ทำให้สามารถบังคับในระยะไกลได้ โดยผู้บังคับสามารถบังคับโดยอาศัยข้อมูลต่างๆ ควบคุม

3. การคำนวณในการออกแบบรถสกูเตอร์ไฟฟ้า

3.1 การออกแบบทางกล

ก. การคำนวณกำลังมอเตอร์

สมการความสัมพันธ์ระหว่างกำลังของมอเตอร์กับทอร์กของมอเตอร์

$$P_m = 2\pi N T_m$$

เมื่อ P_m = กำลังของมอเตอร์ (W)
 N = ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)
 T_m = แรงบิดของมอเตอร์ (N.m)

กำหนดให้ใช้มอเตอร์ขนาด 500W, 3000 rpm

$$\text{แทนค่า ; } 500 = 2 \times \left(\frac{3000}{60} \right) \times T_e$$

$$T_e = 1.62 \text{ N.m}$$

ทอร์กที่ล้อขับเคลื่อน, T_w หน่วยเป็น N.m

$$T_w = \eta_i \eta_f T_e$$

เมื่อ η_i = ประสิทธิภาพการถ่ายทอดกำลัง (%)

i_g = อัตราทดเฟืองมอเตอร์

i_f = อัตราทดเฟืองของชุดเฟืองท้าย

T_e = แรงบิดของมอเตอร์ (N.m)

กำหนดให้ ประสิทธิภาพการถ่ายทอดกำลังเป็น 90 %

อัตราทดเฟืองมอเตอร์ 6:1

อัตราทดเฟืองของชุดเฟืองท้าย 2.8:1

$$\text{แทนค่า ; } T_w = 0.9 \times 6 \times 2.8 \times 1.62$$

$$T_w = 24.5 \text{ N.m}$$

แรงที่ล้อขับเคลื่อน, F หน่วยเป็น N

$$F = \frac{T_w}{r}$$

เมื่อ T_w = ทอร์กที่ล้อขับเคลื่อน (N.m)

r = รัศมียางรถ (m)

$$\text{กำหนดให้ } \text{รัศมียางรถ } 0.1 \text{ m แทนค่า } F = \frac{24.5}{0.1}$$

$$F = 245 \text{ N}$$

อัตราเร็วของรถ, v หน่วยเป็น m/s

$$v = \frac{(2\pi r) N}{t}$$

เมื่อ r = รัศมีของยางรถ (m)

N = อัตราเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)

t = อัตราทดเฟืองรวมทั้งหมด

กำหนดให้; รัศมีของยางรถ 0.1 m

อัตราเร็วรอบของมอเตอร์ 3000 rpm

อัตราทดเฟืองมอเตอร์ 6:1

อัตราทดเฟืองของชุดเฟืองท้าย 2.8:1

$$\text{แทนค่า ; } v = \frac{2\pi \times 0.1 \times \left(\frac{3000}{60} \right)}{6 \times 2.8}$$

$$v = 1.87 \text{ m/s}$$

$$v = 6.732 \text{ km/h}$$

กำลังขับเคลื่อนที่ล้อ, P_w มีหน่วยเป็น W

$$P_w = Fv$$

เมื่อ F = แรงขับเคลื่อนที่ล้อ (N)

v = อัตราเร็วของรถ (m/s)

กำหนดให้; แรงขับเคลื่อนที่ล้อ 245 N

อัตราเร็วของรถ 1.87 m/s

แทนค่า ; $P_w = 245 \times 1.87$

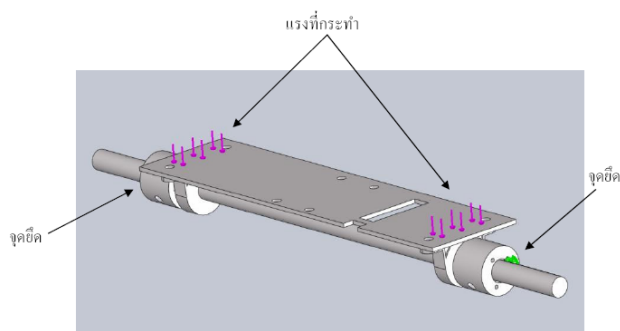
$$P_w = 458.15 \text{ W}$$

$$\text{จากสูตร } P_e = 100 \times P_w \times \frac{1}{90}$$

$$\text{แทนค่า ; } P_e = 100 \times 458.15 \times \frac{1}{90}$$

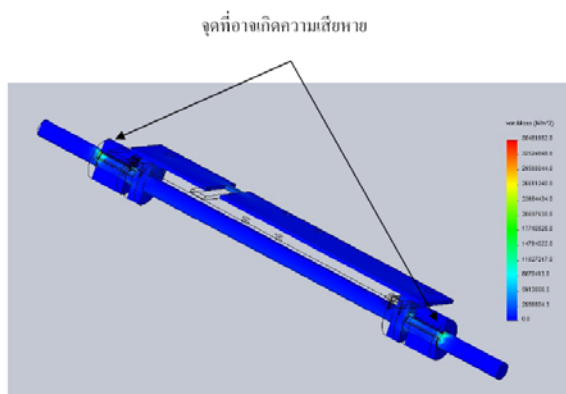
$$P_e = 509.05 \text{ W}$$

ข. การคำนวณเพลลา



รูปที่ 5 แสดงจุดยึดและแรงที่กระทำต่อเพลลาของรถสกูตเตอร์

รูปข้างต้นเป็นเพลลาหลังของรถสกูตเตอร์รับแรงที่กระทำโดยมีแรงกระทำที่ 100 กิโลกรัม หรือ 981 N โดยให้จุดที่แรงกระทำอยู่ในช่วงแบร้ง ส่วนจุดยึดอยู่ในช่วงที่ยึดล้อ



รูปที่ 6 การออกแบบเพลามีแรงกระทำตั้งฉาก 100 kg หรือ 981 N

เมื่อทำการวิเคราะห์เพลาด้วยโปรแกรม Solid Work โดยให้แรงกระทำ 981 N พบว่าส่วนที่เสียหายมากที่สุดอยู่บริเวณรื่องลิ่ม ส่วนจุดต่างๆไม่มีความเสียหายมากนัก โดยกระจายการรับแรงกันไป

คุณสมบัติวัสดุ

โมดูลัส ความยืดหยุ่น $2.05e+011 \text{ N/m}^2$

Poisson Ratio 0.24 NA

โมดูลัสเฉือน $8e+010 \text{ N/m}^2$

Mass density 7870 Kg/m^3

แรงต้านการดึง 420000000 N/m^2

แรงต้านการดึงคราก 350000000 N/m^2

Thermal expansion coefficient $1.17e-005$

Thermal conductivity 51.9 W/(m.K)

Specific heat 486 J/(Kg.K)

ค่าความปลอดภัย 10

ค. การเลือกโซ่

การคำนวณโซ่

โดยกำหนดค่าต่างๆดังนี้

จำนวนฟันของเฟืองตัวเล็ก(N_1) = 10 ฟัน

จำนวนฟันของเฟืองตัวใหญ่(N_2) = 28 ฟัน

ความเร็วรอบมอเตอร์(n_1) = 500 rpm

ความเร็วรอบจริง(n_2) = $\frac{500}{2.8} = 178.57 \text{ rpm}$

เลือกใช้ค่า Service Factors = 1.5

เพราะฉะนั้น Design Power = $\frac{500}{746} \times 1.5$

ใช้อัตราทด 2.8 : 1

เลือกใช้โซ่คร่าวๆ ที่โซ่เบอร์ No.40 ($\frac{1}{2}$ In pinch)

ที่ $N_1 = 10$ ฟัน ที่ความเร็วรอบมอเตอร์ = 500 rpm

ได้ Horsepower rating = 1.65 > 1

ดังนั้น เลือกใช้โซ่เบอร์ No.40 ($\frac{1}{2}$ In pinch)

กำหนดระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของโซ่ (C)

ปกติใช้ค่าประมาณ 30-50 เท่าของขนาดระยะพิชท์

ของโซ่ เลือกใช้ที่ 30

จะได้ $C = 0.5 \times 30 = 15$

คำนวณความยาวโซ่

$$\text{จากสมการ } L = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C}$$

แทนค่า

$$L = 2(15) + \frac{28+10}{2} + \frac{(28-10)^2}{4 \times 15}$$

$$L = 49.55$$

เลือกใช้ 48 Pitches (เป็นจำนวนพิทช์)

ง. การเลือกลูกปืน (Bearing)

การคำนวณตลับลูกปืน(Rolling Bearing)ที่เพลลา

จาก ความเร็วรอบจริง(n_2) = 178.57 rpm

Radial Load = 50 Kg = 490.5 N

ใช้ Design Life = 6 $K_a = 1.2$

90% Reliability จะได้ $K_r = 1$ และสำหรับ $L_R = 90$

$\times 10^6$ รอบ เลือก 30000 ชั่วโมง สำหรับอายุใช้งาน

เป็นจำนวนรอบ = 1800 rpm $\times 30000$ ชั่วโมง $\times 60$

min/h = 3240 $\times 10^6$

จากสมการ $C_{req} = F K_a \left(\frac{L}{K_r L_R} \right)^{0.3}$

$$= 490.5 \times 10^{-3} \times 1.2 \left(\frac{3240}{90} \right)^{0.3}$$

$$= 0.5886 \times 2.93$$

$$= 1.72 \text{ KN (Radial Ball Braring)}$$

เลือก Radial Ball Bearing 204,203,200

ดังนั้น เลือกใช้ Bearing Basic Number 204 ที่มี

Bore 20 mm.

4. ผลการทดลองและการวิจารณ์



รูปที่ 7 รถสกู๊ตเตอร์ที่สร้างขึ้น

4.1 การทดสอบความเร็วมอเตอร์และอุปกรณ์

ควบคุมความเร็วมอเตอร์

ก. การทดลองการเคลื่อนที่ในแนวระดับ

วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อดูการทำงานของระบบขับเคลื่อนว่ามีการเคลื่อนที่ดีหรือไม่ และหาความเร็วสูงสุดที่รถสกู๊ตเตอร์สามารถขับเคลื่อนได้

วิธีการทดลอง

(1) บังคับรถให้เคลื่อนที่ไปด้านหน้าตรงๆ ในระยะทาง 10 เมตร เพื่อดูว่าความเร็วสูงสุดที่รถวิ่งได้

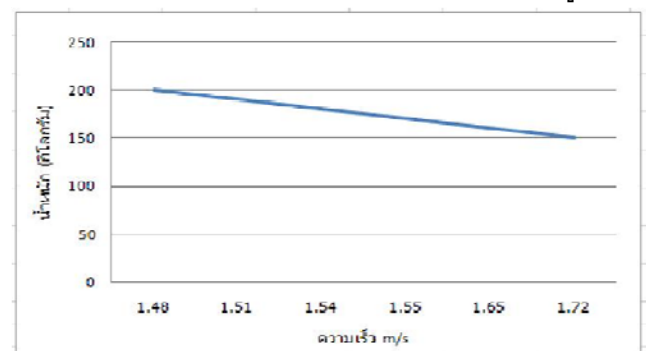
(2) เปลี่ยนน้ำหนักที่นั่งบนรถ เพื่อดูว่าที่น้ำหนักต่างกันความเร็วจะต่างกันหรือไม่

3) ผลการทดลองค่าที่ได้เป็นจากการเปลี่ยนน้ำหนักที่นั่งลงไปในรถรวมกับน้ำหนักรถ แล้ววิ่งทางตรงที่ระยะทาง 10 เมตร

ตารางที่ 4.1 ค่าที่ได้จากการวิ่งทางตรง 10 เมตร โดยเปลี่ยนน้ำหนัก

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)	ความเร็ว $v=s/t$ (m/s)
150	5.80	10	1.72
160	6.06	10	1.65
170	6.47	10	1.55
180	6.51	10	1.54
190	6.64	10	1.51
200	6.75	10	1.48

ค่าที่ได้จากการทดลองพบว่าเมื่อน้ำหนักรถสกู๊ตเตอร์เพิ่ม ความเร็วของรถสกู๊ตเตอร์ลดลง ดังนั้นความเร็วของรถสกู๊ตเตอร์แปรผกผันกับน้ำหนัก โดยความเร็วของรถสกู๊ตเตอร์สูงสุดอยู่ที่ 6.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อนำมา plot กราฟจะได้กราฟเส้นตรง ดังรูป



รูปที่ 8 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักกับความเร็วในการเคลื่อนที่ในแนวระดับ

4.2 การทดลองการเคลื่อนที่บนพื้นลาดเอียงบน พื้นผิวราบเรียบ

วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อดูการทำงานของมอเตอร์ว่ามีปัญหาหรือไม่ เช่น การไหม้ของมอเตอร์ เพื่อหาน้ำหนักสูงสุดที่รถสามารถขึ้นที่ทางลาดเอียง 15 องศา

วิธีการทดลอง(1) เลือกพื้นเอียงเพื่อให้รถสตาร์ทขึ้นได้ โดยในการทดลองนี้ใช้พื้นเอียง 15 องศา

(2) ทดสอบที่น้ำหนักต่างๆแล้วขับเคลื่อนไปบนพื้นลาดเอียง เพื่อหาน้ำหนักสูงสุดที่รถสามารถขึ้นทางลาดเอียงไหว

ผลการทดลอง ค่าที่ได้เป็นการวิ่งขึ้นทางลาดเอียง 15 องศา โดยเปลี่ยนน้ำหนักที่นำไปบนรถ

ตารางที่ 5.2 ค่าที่ได้จากการขึ้นทางลาดเอียง 15 องศา โดยเปลี่ยนน้ำหนัก

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เมตร)	มุม (องศา)	ความเร็ว ($v=s/t$) (m/s)
150	7.00	5.30	15	0.76
160	10.04	5.30	15	0.53
170	11.06	5.30	15	0.48
180	13.28	5.30	15	0.40
190	16.53	5.30	15	0.32
200	20.20	5.30	15	0.26

ค่าที่ได้จากการทดลองพบว่าเมื่อน้ำหนักรถสตาร์ทเตอร์เพิ่ม ความเร็วรถสตาร์ทเตอร์ที่ขึ้นทางลาดชันก็ลดลง ดังนั้นความเร็วจะแปรผกผันกับน้ำหนัก เช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ในทางตรง แต่ความเร็วในการเคลื่อนที่ขึ้นทางชันจะมีความเร็วน้อยกว่าการเคลื่อนที่ในทางตรง โดยความเร็วสูงสุดในการขึ้นทางชัน 15 องศาอยู่ที่ 2.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองรถสตาร์ทเตอร์ที่สร้างขึ้นพบว่าในการเคลื่อนที่ในแนวระดับรถสตาร์ทเตอร์สามารถวิ่งได้ความเร็วสูงสุด 6.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 150 กิโลกรัม (รวมน้ำหนักรถ) ถ้าน้ำหนักเพิ่มขึ้น ความเร็วก็จะน้อยลง ในการวิ่งทางลาดชันที่ 15 องศา พบว่าความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 2.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่น้ำหนัก 150 กิโลกรัม (รวมน้ำหนักรถ) ซึ่งมีความเร็วต่ำกว่า

การวิ่งในแนวระดับ น้ำหนักที่รถสามารถวิ่งขึ้นทางชันได้ที่น้ำหนัก 200 กิโลกรัม (รวมน้ำหนักรถ) มีความเร็วเพียง 0.9 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ในการทดสอบโมดูลวัดระยะทางด้วยแสงอินฟราเรดที่ได้ติดตั้งไว้ด้านหน้าและด้านหลังของรถสตาร์ทเตอร์พบว่าการทำงานของโมดูลวัดระยะทางด้วยแสงอินฟราเรดด้านหน้าสามารถจับสัญญาณได้ไกลสุด 70 เซนติเมตร โดยที่เมื่อพบสิ่งกีดขวางโมดูลวัดระยะทางด้วยแสงอินฟราเรดจะทำการตัดวงจรเพื่อให้รถหยุด ส่วนโมดูลวัดระยะทางด้วยแสงอินฟราเรดที่ติดไว้ด้านหลังสามารถจับสัญญาณได้ไกลสุด 40 เซนติเมตร ซึ่งจับสัญญาณได้น้อยกว่าด้านหน้า

จากการทดสอบทั้งหมดนี้พบว่ารถสตาร์ทเตอร์ที่สร้างขึ้นนี้มีความเร็วที่น้อยกว่ารถสตาร์ทเตอร์ที่มีขายตามท้องตลาด แต่มีโมดูลวัดระยะทางด้วยแสงอินฟราเรดซึ่งรถสตาร์ทเตอร์ที่มีขายตามท้องตลาดไม่มี

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการ IRPUS ประจำปี 2552 เลขที่โครงการ I352A08024 จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี (IRPUS) และขอขอบคุณและบริษัทไฟโบรคอร์ป (FIBO Corp Co., Ltd) ผู้ผลิตเครื่องจักรอัตโนมัติ และนำเข้าอุปกรณ์ตรวจรู้ ชิ้นส่วนและเครื่องมือในอุตสาหกรรมอัตโนมัติ จึงร่วมมือกัน

7. เอกสารอ้างอิง

- อ. ธนันต์ ศรีสกุล , อ. ภมร ศิลาพันธ์, อ. มนต์รี ศิริ
ปรัชญานันท์, รถสตาร์ทเตอร์ไฟฟ้า.
- ผศ.ดร.สุวรรณ หอมหวล. เอกสารคำสอนการ
ออกแบบเครื่องจักรกล 2, ภาควิชาวิศวกรรม
เครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน.
นคร ภาควิชาฯ และคณะ, คู่มือทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิตตระกูล ARM7 LPC2148.
รองศาสตราจารย์ธีรยุทธ สุวรรณประทีป วิศวกรรม
ยานยนต์.วิทย์พัฒน,กรุงเทพมหานคร.2542.
เดชฤทธิ์ มณีธรรม,สำเร็จ เต็มราม, คัมภีร์
ไมโครคอนโทรลเลอร์