สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รถไฟฟ้าคนพิการ

DC MOTOR FOR WHEELCHAIR

นาย ชวลิต โชติศิริมงคล

นาย ธนาชัย สุวจนกรณ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ทวี เทศเจริญ

อ. พงษ์ศักดิ์ คำมูล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36825
วัน, เดือน, ปี 29 ส.ค. 2543

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC MOTOR FOR WHEELCHAIR

CHAOWALIT CHOTSIRIMONGKONG

THANACHAI SUVAJANAKORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE ERQUEREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2542

รถไฟฟ้าคนพิการ

DC MOTOR FOR WHEELCHAIR

โดย

นาย ชวลิต โชติศิริมงคล

นาย ธนาชัย สุวจนกรณ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ทวี เทศเจริญ)

(อ.พงษ์ศักดิ์ คำมูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	รถไฟฟ้าคนพิการ
นักศึกษา	ชวลิต โชติศิริมงคล
	ธนาชัย สุวจนกรณ์
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2542
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. ทวี เทศเจริญ
	อ. พงษ์ศักดิ์ ดำมูล

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันคนพิการทางขาส่วนใหญ่มีความจำเป็นต้องใช้แรงแขนมากในการเคลื่อนที่รถ wheelchair ให้ไปตามทางที่ต้องการ โดยเฉพาะเมื่อต้องเข็นขึ้นทางลาดชันด้วยแล้วยิ่งเป็นการลำบากมาก ดังนั้นจึงได้มีการนำ DC MOTOR มาประยุกต์ใช้เพื่อที่จะลดการใช้แรงในการเคลื่อนที่อีกทั้งชุดส่วนหน้าที่จัดทำขึ้นมานี้ยังสามารถนำไปใช้กับรถคนพิการทั่วๆไปได้อีกด้วยโดยไม่จำเป็นต้องทำการดัดแปลงซึ่งเป็นการสะดวกเป็นอย่างยิ่ง และที่สำคัญวัสดุที่นำมาใช้ก็เป็นวัสดุที่หาได้ไม่ยากนักซึ่งจะทำให้มีความประหยัดในด้านต้นทุน และทำให้ราคารถคนพิการชนิดนี้มีราคาไม่สูงจนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	DC MOTOR FOR WHEELCHAIR
Student	Chowalit Chotsirimongkon
	Thanachai Suvajanakorn
Level of Study	Bachelor of Engineering in Mechanical Engineering
	King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1999
Thesis Advisor	Thavee Teschareon
	Pongsak Commoon

ABSTRACT

Nowadays, legged cripple have to wheel the wheelchair by themselves. It will make their life harder over a bump or slope. Therefore, a motor drive wheelchair accessory was designed to cope with the problem. It can be easily fixed to the front part of an ordinary wheelchair with effective cost.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาและคำแนะนำจาก รศ. ทวีเทศเจริญ และอาจารย์ พงษ์ศักดิ์ คำมูล ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางตลอดจนวิธีการแก้ปัญหา ขอขอบคุณ พี่มณฑา เทียมเมือง ที่ให้คำแนะนำ ในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือรวมทั้งข้อมูลของแหล่งวัสดุ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิศวกรรมระบบควบคุม และ วิศวกรรมไฟฟ้าทุกคนที่ให้คำชี้แนะในเรื่องวงจรไฟฟ้า

ชวลิต โชติศิริมงคล

ธนาชัย สุวจนกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	V
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีการคำนวณ	4
2.1 การคำนวณแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อล้อในแต่ละล้อ	4
2.2 การคำนวณ TORQUE ที่ MOTOR ใช้ในการขับ	6
2.3 คำนวณขนาดของเพลาที่จุดยึด	10
2.4 ทฤษฎีของมุม CASTER	13
บทที่ 3 ข้อมูลของ DC MOTOR และการควบคุม	17
3.1 การทดสอบ TORQUE ของ MOTOR	17
3.2 การทดสอบความเร็วรอบของมอเตอร์	23
3.3 วงจรที่ใช้ในการควบคุม DC MOTOR	24
3.4 วงจรควบคุมความเร็วแบบปรับความเร็วได้	26
บทที่ 4 อุปกรณ์ต่างๆ, ขั้นตอนการดำเนินการและขั้นตอนการใช้งาน	28
บทที่ 5 การทดสอบและผลการทดสอบ	49
5.1 ทดสอบแรงที่ต้องใช้ในการเคลื่อนรถ	49
5.2 ทดสอบความเร็วของรถไฟฟ้าคนพิการที่น้ำหนักต่างๆ	51
5.3 การทดลองขึ้นทางลาดชัน และตัวหนอน	53
5.4 การทดสอบมุมเลี้ยวของล้อ	55
บทที่ 6 ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	57
6.1 ปัญหาที่เกิดขึ้น	57
6.2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	58
เอกสารอ้างอิง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	ชุดส่วนหน้าที่ได้จัดสร้างขึ้น	2
1.2	รถไฟฟ้าคนพิการ	2
2.1	ตำแหน่งของแรงปฏิกิริยาที่ทำ	4
2.2	ตำแหน่งแรงในชุดส่วนหน้า	5
2.3	ทิศทางของแรงเสียดทานของล้อรถคนพิการ	7
2.4	ทิศทางของแรงเสียดทานในชุดส่วนหน้า	7
2.5	ตำแหน่งของแรงที่กระทำของรถไฟฟ้าคนพิการในขณะเริ่มเคลื่อนที่	8
2.6	แรงที่กระทำต่อโครงบริเวณจุดยึด	10
2.7	แรงทั้งหมดของชุดส่วนหน้าในขณะวิ่ง	10
2.8	แรงที่กระทำต่อเพลาในขณะรถขับเคลื่อน	11
2.9	ทิศทางของการบิดเลี้ยวล้อจักรยาน	13
2.10	การเคลื่อนที่ของล้อต่ำลงเมื่อบิดเลี้ยงล้อของล้อหน้ารถจักรยาน	14
2.11	การทับกันของจุดบิดเลี้ยวล้อกับจุดศูนย์กลางยางเมื่อแคสเตอร์เป็น0ขณะแล่น	15
2.12	การที่จุดบิดเลี้ยวของล้ออยู่ข้างหน้าจุดศูนย์กลางยางเมื่อแคสเตอร์เป็น+	16
2.13	การที่จุดบิดเลี้ยวล้ออยู่หลังจุดศูนย์กลางยางเมื่อแคสเตอร์เป็น – ขณะแล่น	16
3.1	แสดงการทดสอบ TORQUE ของมอเตอร์	17
3.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง TORQUE กับ กระแส ณ. แรงดัน 12 V	21
3.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง TORQUE กับ กระแส ณ. แรงดัน 24 V	22
3.4	แสดงตำแหน่งของวงจรที่ติดตั้งบนชุดส่วนหน้า	24
3.5	แสดงการทำงานของสวิตช์ในแต่ละอัน	25
3.6	วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	25
3.7	วงจรควบคุมความเร็วแบบปรับค่าได้	26
3.8	วงจร A/D ซึ่งมีหน้าที่ป้อนคำสั่งการทำงานให้กับวงจรหลัก	27
4.1	แสดง HAND รถ	29
4.2	แสดง จุดค้ำยัน	29
4.3	แสดง จุดยึดด้านซ้าย	30
4.4	แสดง จุดยึดด้านขวา	30
4.5	แสดง มอเตอร์	31
4.6	แสดง โครงรถ	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.7	แสดง ฐานรองมอเตอร์	32
4.8	นำล้อมาใส่ STIR	35
4.9	ประกอบจุดยึดติดด้านซ้ายติดกับรถคนพิการ	35
4.10	ประกอบจุดยึดติดด้านขวาติดกับรถคนพิการ	36
4.11	สลักปิดเข้า – ออก	36
4.12	สปริงดีดตัวสลักกลับ	37
4.13	Limit Switch สำหรับตัดกระแสไฟฟ้าจากมอเตอร์	37
4.14	รถคนพิการเมื่อติดกับส่วนหน้าเรียบร้อยแล้ว (ด้านข้าง)	38
4.15	รถคนพิการเมื่อติดกับส่วนหน้าเรียบร้อยแล้ว (ด้านหน้า)	38
4.16	แสดงการเคลื่อนที่ในแนวราบ	39
4.17	การดึงสลักออกเพื่อเปิดเข้าไป	39
4.18	การดันส่วนหน้าไปทางด้านขวาแล้วเข้าไปนั่ง	40
4.19	การเข้าไปนั่งแล้วปิดส่วนหน้า	40
4.20	DRAWING Coupling	41
4.21	DRAWING สลักสำหรับเข้า – ออก	42
4.22	DRAWING อุปกรณ์กันการกระเทือน (ขวา)	43
4.23	DRAWING อุปกรณ์กันการกระเทือน (ซ้าย)	44
4.24	DRAWING ขาตะเกียบ	45
4.25	DRAWING โครงชุดหน้า	46
4.26	DRAWING ฐานรองมอเตอร์	47
4.27	DRAWING HANDLE	48
5.1	การขับรถไฟฟ้าคนพิการขึ้นทางลาดชันประมาณ 7 องศา	54
5.2	รูปรถไฟฟ้าคนพิการขึ้นหลังเต่า	54
5.3	รูปแสดงการเลี้ยวของรถไฟฟ้าคนพิการ	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	แสดงค่าแรงเสียดทานสถิตย์ในพื้นผิวต่างๆ	6
3.1	แสดงผลของ LOAD ที่มีต่อค่ากระแสไฟฟ้า ณ แรงดันไฟฟ้า 12 V	19
3.2	แสดงผลของ LOAD ที่มีต่อค่ากระแสไฟฟ้า ณ แรงดันไฟฟ้า 24 V	19
3.3	การแปลงจากน้ำหนักเป็น TORQUE	20
3.4	ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแส และ ทอร์ก ณ แรงดันไฟฟ้า 12 V	20
3.5	ความสัมพันธ์ระหว่าง กระแส และ ทอร์ก ณ แรงดันไฟฟ้า 24 V	21
3.6	ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมาณค่าที่กระแสไฟฟ้า 10 A	22
5.1	ความยาวสปริงที่น้ำหนักคนต่างๆ	50
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงกับน้ำหนักคน	50
5.3	ทอร์ก ที่คนพิการต้องออกแรงที่น้ำหนักคนต่างๆ	50
5.4	ผลการทดสอบที่แรงดันไฟฟ้า 12 V	51
5.5	ผลการทดสอบที่แรงดันไฟฟ้า 24 V	52
5.6	ผลของน้ำหนักคนต่อความเร็วทั้งเดินหน้าและถอยหลังที่แรงดัน 12 V	52
5.7	ผลของน้ำหนักคนต่อความเร็วทั้งเดินหน้าและถอยหลังที่แรงดัน 24 V	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

ที่มาของรถไฟฟ้าคนพิการ

รถไฟฟ้าคนพิการชนิดนี้เกิดจากแนวความคิดว่าเนื่องมาจากในปัจจุบันได้มีการผลิตรถคนพิการที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าชนิดกระแสตรงมาใช้ในการขับเคลื่อนซึ่งแหล่งพลังงานของมอเตอร์ชนิดนี้คือแบตเตอรี่โดยนำเอามอเตอร์มาติดไว้กับล้อของรถคนพิการทั้งสองข้างซึ่งการบังคับการเคลื่อนที่ทั้งเลี้ยวซ้าย ,ขวา ,เดินหน้า ,ถอยหลัง และเบรกทำได้โดยจะมีแผงวงจรควบคุมอยู่ที่บริเวณด้านหน้าซึ่งถ้ามอเตอร์ หรือ วงจรควบคุมเกิดเหตุขัดข้องขึ้นมาก็ทำให้ไม่สามารถใช้รถคนพิการจนกว่าจะทำการซ่อมแซมเสร็จ

ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดที่ว่าจะทำอย่างไรถ้าเมื่อมอเตอร์ขัดข้องก็สามารถถอดมอเตอร์ออกได้และยังสามารถใช้รถคนพิการได้เหมือนเดิม โดยประสิทธิภาพของรถที่ทำขึ้นมาใหม่นี้ไม่แตกต่างจากของเดิมที่ทำอยู่มากนัก อีกทั้งราคาของรถคนพิการที่ใช้มอเตอร์ขับยังมีราคาสูงทำให้กลุ่มคนที่ใช้มีค่อนข้างจำกัดดังนั้นจึงได้มีการนำเอาวัสดุที่หาได้ง่ายมาสร้างซึ่งเป็นการช่วยให้ราคารถไฟฟ้าคนพิการมีราคาถูกลงกว่าเดิมมาก

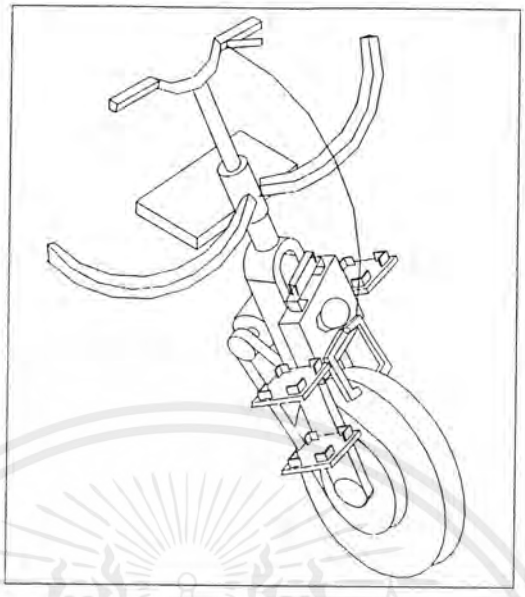
จุดประสงค์

1. เพื่อให้ลดแรงที่คนพิการจะต้องหมุนล้อของรถในการเคลื่อนที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อคนพิการต้องขึ้นะนินที่มีความลาดชัน หรือ ตัวหนอนตามท้องถนน คนพิการต้องใช้แรงเป็นอย่างมากในการเอาชนะแรงเสียดทางที่พื้น รวมทั้งน้ำหนักตัวด้วย
2. เพื่อที่ให้รถคนพิการยังคงสามารถใช้งานได้เมื่อเกิดเหตุขัดข้องกับมอเตอร์
3. ชุดส่วนหน้าที่ได้มีการสร้างขึ้นมานี้สามารถใช้กับรถคนพิการที่มีขนาดใกล้เคียงกันได้
4. ลดต้นทุนในการผลิตโดยใช้วัสดุที่หาได้ง่ายมาประกอบ

รูปร่างและส่วนประกอบที่สำคัญ

รถคนไฟฟ้าคนพิการที่ได้มีการจัดสร้างขึ้นนี้ได้มีการต่อเติมส่วนหน้าขึ้นมาโดยต่อเข้ากับรถคนพิการที่มีอยู่เดิมซึ่งมีลักษณะดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 แสดงชุดส่วนหน้าที่ได้จัดสร้างขึ้น

รูป1.2 รถไฟฟ้าคนพิการ

จากรูปรถไฟฟ้าคนพิการสามารถแยกส่วนประกอบที่สำคัญได้ดังนี้

1. **รถคนพิการ (WHEELCHAIR)** - โดยรถคนพิการที่นำมาใช้เป็นรถคนพิการทั่วไปซึ่งทำให้ชุดส่วนหน้าที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถนำมาประกอบเข้าด้วยกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชุดส่วนหน้า - ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

2.1 ล้อจักรยาน - โดยล้อที่นำมาใช้เป็นล้อจักรยานเสือภูเขาซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก

2.2 ขาตะเกียบ – ซึ่งเป็นการสร้างขึ้นมาใหม่ให้เหมาะสมกับการใช้งานซึ่งส่วนที่เพิ่มเติมเข้าไปในขาตะเกียบได้แก่

2.2.1ที่วางแบตเตอรี่ - แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแบบ 12 V 5A ซึ่งใช้จำนวน 4 ก้อน

2.2.2 เบรก - เบรกที่ใช้เป็นเบรกจักรยาน

2.2.3 ที่วางมอเตอร์ - ได้มีการยึดไว้กับขาตะเกียบที่ด้านหน้าคนขับ โดยมีการเจาะรูให้ตรงกับหน้าแปนของมอเตอร์

2.3 โครงรถ - ได้ออกแบบให้เป็นรูปโค้งดังนั้นจึงมีพื้นที่ภายในมากแต่จะไม่ยาวจนเกินไป

2.4 ที่บังคับเลี้ยว - ได้ออกแบบให้มีความเหมือนรถจักรยานทำให้เวลาเลี้ยวไม่ลำบากนักและถนัดมืออีกด้วย

3. จุดยึด - ซึ่งเป็นจุดที่ได้มีการสร้างขึ้นมาใหม่โดยจุดนี้จะเป็นจุดที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักเป็นอย่างมากโดยรับน้ำหนักทั้งในขณะเวลารถเคลื่อนที่และเวลาเปิด-ปิด โดยจุดยึดที่ออกแบบไว้นี้สามารถต่อเข้ากับตัวของรถคนพิการได้ง่าย

4. STIR - ทำหน้าที่เป็นตัวส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังล้อโดยผ่านโซ่ ซึ่งขนาดของSTIR ที่ติดอยู่กับมอเตอร์ จะมีขนาดที่เล็กกว่าSTIR ที่ติดอยู่กับล้อ

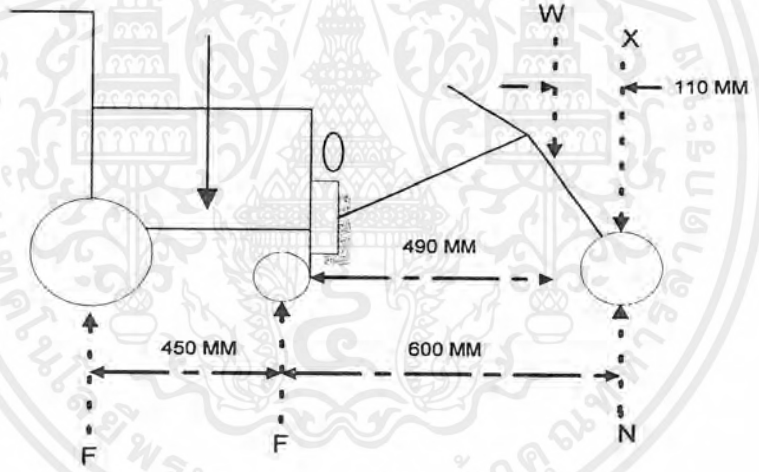
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีการคำนวณ

ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบ

1. น้ำหนักคนมาตรฐาน = 65 กิโลกรัม
2. น้ำหนักรถคนพิการ = 26 “
3. น้ำหนักชุดส่วนหน้า (ไม่รวมแบตเตอรี่) = 28 “
4. น้ำหนักแบตเตอรี่ในแต่ละก้อน = 1.8 “

1. การคำนวณแรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อล้อในแต่ละล้อ



รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งของแรงปฏิกิริยาที่กระทำ

จากรูปจะพบว่าที่จุดยึดต่อ O เราได้ออกแบบให้มีการเคลื่อนไหวอย่างอิสระกล่าวคือสามารถที่จะเคลื่อนที่ขึ้น-ลง , หมุนซ้าย-ขวา และ หมุนขึ้น-ลง ได้ดังนั้นแรงปฏิกิริยาจึงเป็นอิสระต่อกันในส่วนหน้าและส่วนหลังซึ่งสัญลักษณ์ต่างๆแสดงได้ดังนี้

F คือ แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อล้อของรถคนพิการ

N คือ “ “ “ ของชุดส่วนหน้า

W คือ แรงเนื่องจากน้ำหนักชุดส่วนหน้ารวมกับแบตเตอรี่2ก้อน

X คือ แรงเนื่องจากน้ำหนักแบตเตอรี่ 2 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 คำนวณแรงปฏิกิริยาของล้อรถคนพิการ

จากรูปที่ 2.1 เราพิจารณาในส่วนของรถคนพิการเท่านั้นและเนื่องจากเรากำหนดให้รถพิการมีความสมมาตรกันดังนั้นแรง F จึงเท่ากันทั้ง 4 ล้อ

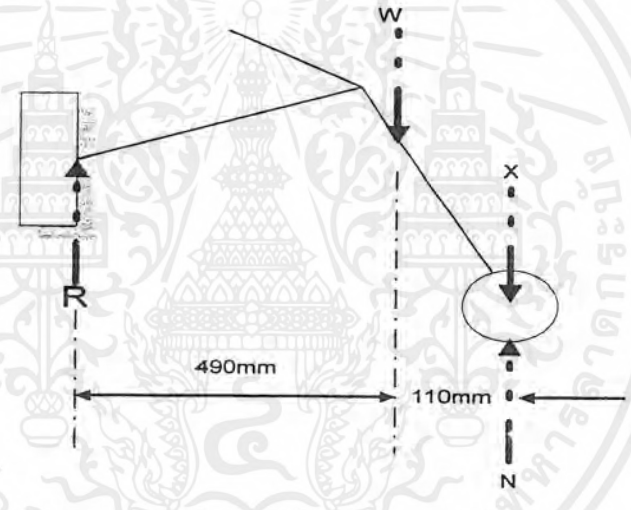
$$\sum F_y = 0 \qquad \text{ดังนั้น} \qquad 4F - mg = 0$$

$$F = \frac{mg}{4}$$

$$\text{แทนค่า} \qquad F = \frac{(26+65)*9.807}{4}$$

$$\text{จะได้} \qquad F = 223.1N$$

1.2 คำนวณแรงปฏิกิริยาที่กระทำต่อล้อในชุดส่วนหน้า



รูปที่2.2 แสดงตำแหน่งแรงในชุดส่วนหน้า

เมื่อ R คือ แรงที่สปริงดันโครงชุดส่วนหน้า

W = (28+3.6)*9.807

= 309.9 N

X = 3.6*9.807

= 35.305 N

$\sum M_o = 0$ จะได้

$$N*(490+110) = (490*W) + X(490+110)$$

$$\text{แทนค่า} \qquad N = \frac{(490*309.9)+35.3(600)}{600}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $N = 288.38N$

หา R จาก $\sum F_y = 0$ ได้ $R + N = W + X$

แทนค่า $R = 309.9 + 35.3 - 288.38$

ดังนั้น $R = 56.82N$

2. การคำนวณ TORQUE ที่ MOTOR ใช้ในการขับ

ในการคำนวณเราจะคำนวณในขณะที่รถเริ่มจะเคลื่อนที่เนื่องจากเป็นเวลาที่มอเตอร์ใช้แรงขับสูงสุดดังนั้นจึงต้องทำการหาแรงเสียดทานสถิตย์เสียก่อนซึ่งหาได้โดย

CONTACTING SURFACE	TYPICAL VALUES OF COEFFICIENT OF FRICTION	
	STATIC, μ_S	KINETIC, μ_K
STEEL ON STEEL (DRY)	0.6	0.4
STEEL ON STEEL (GREASY)	0.1	0.05
TEFLON ON STEEL	0.04	0.04
STEEL ON BABBITT (DRY)	0.4	0.3
STEEL ON BABBITT (GREASY)	0.1	0.07
BRASS ON STEEL (DRY)	0.5	0.4
BRAKE LINING ON CAST IRON	0.4	0.3
RUBBER TIRES ON SMOOTH PAVEMENT (DRY)	0.9	0.8
WIRE ROPE ON IRON PULLEY (DRY)	0.2	0.15
HEMP ROPE METAL	0.3	0.2
METAL ON ICE		0.02

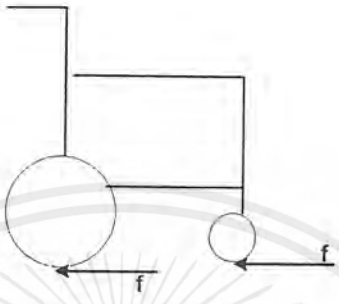
ตารางที่ 2.1 แสดงตาราค่าแรงเสียดทานสถิตย์ในพื้นผิวต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางเราเลือกพื้นผิวระหว่าง ล้อ กับ พื้นผิวเรียบ (Rubber Tires ON Smooth Pavement (Dry)) ซึ่งจะได้ว่า $\mu_s = 0.9$ $\mu_k = 0.8$ ดังนั้นเราสามารถคำนวณแรงเสียดทานที่ล้อต่างๆได้ดังนี้

2.1 หาแรงเสียดทานที่ล้อรถคนพิการทั้ง 4 ล้อ

พิจารณาจากรูป



รูปที่ 2.3 แสดงทิศทางของแรงเสียดทานของล้อรถคนพิการ

จาก $f = \mu F$ แทนค่า $f = 0.9 * 223.1N$

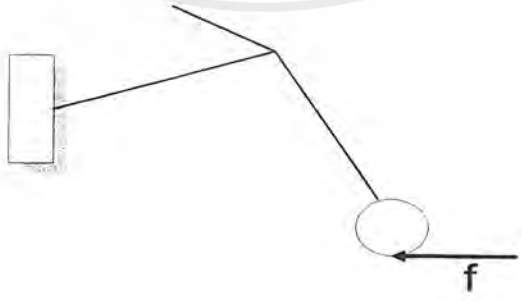
$$f = 200.8N$$

แต่เนื่องจากล้อในชุดข้างหน้ามีด้วยกันอยู่ 4 ล้อดังนั้นแรงเสียดทานในรถคนพิการคือ

$$f = 4 * 200.8$$

ดังนั้น $f1 = 803.2N$

2.2 คำนวณแรงเสียดทานในส่วนชุดหน้า



รูปที่ 2.4 แสดงทิศทางของแรงเสียดทานในส่วนชุดหน้า

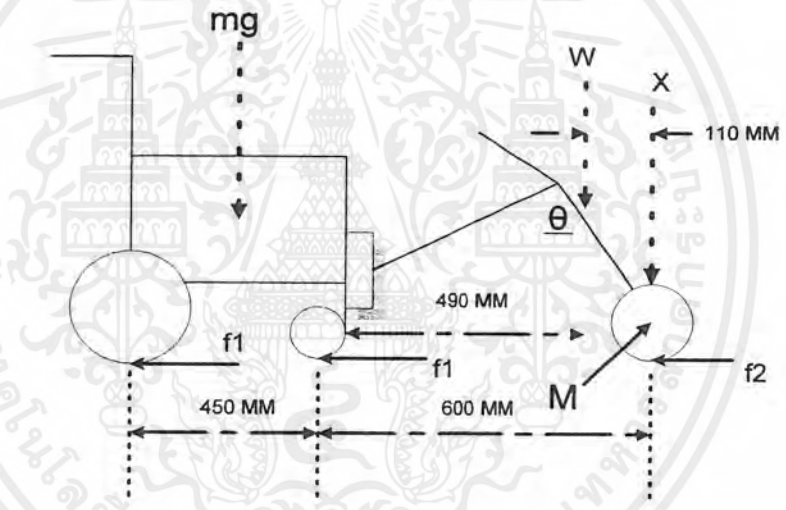
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก $f = \mu N$ แทนค่า $f = 0.9 * 288.88$

ดังนั้น $f2 = 260N$

2.3 คำนวณหาแรงที่ต้องมาขับที่ล้อเพื่อให้รถเคลื่อนที่

ในขณะที่รถเริ่มจะเคลื่อนที่จะพบว่าตรงตำแหน่งจุดยึดจะไม่สัมผัสและเนื่องจากเราคิดในช่วงเวลาที่รถเริ่มจะเคลื่อนที่ดังนั้นเราจึงใช้แรงเสียดทานสถิตย์ในการคำนวณโดยที่แรงทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังนี้



รูปที่2.5 แสดงตำแหน่งของแรงที่กระทำของรถไฟฟ้าคนพิการในขณะเริ่มเคลื่อนที่

จากรูปจะพบว่าแรงที่มอเตอร์ (M)ทำกระทำต่อล้อนั้นเอียงเป็นมุม θ ซึ่งเราสามารถแตกแรง M ได้เป็น

$M_x = M \sin\theta$ $M_y = M \cos\theta$

จาก $\sum F_x = 0$ จะได้ $M_x = 4(f1) + f2$

แทนค่า $M_x = 4(200.8) + 260$

ดังนั้น $M_x = 1063.2N$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\sum F_y = 0$ จะได้ $M_y = mg + W + X$

แทนค่า $M_y = (91)(9.807) + 309.9 + 35.5$

ดังนั้น $M_y = 1237.83N$

หามุม θ ซึ่งเป็นมุมของขาตะเกียบที่ทำกับพื้นจาก

$$tan\,\theta = M_y / M_x$$

ดังนั้น $\theta = tan^{-1}(1237.83/1063.2)$

$\theta = 50^0$

ซึ่งมุมที่วัดได้จริงของขาตะเกียบที่สร้างขึ้นมาคือ 48^0

ดังนั้นเราต้องการหาค่าแรงที่มอเตอร์ใช้ในการขับ(M)คือ

$$M = M_y / cos\,\theta$$

ดังนั้น $M = 1237.83 / cos\,50^0$

$M = 1925.7N$

แต่จาก $T = F * R$ และกำหนดให้รัศมี STIR ของล้อจักรยานเป็น 145 mm

ได้ว่า $T = \frac{1925.7 * 145}{1000}$

ดังนั้น $T = 29.96N.m$

และเนื่องจาก STIR มีอัตราทดเป็น 1.82 : 1 ดังนั้นทอร์กที่มอเตอร์จะต้องขับคือ

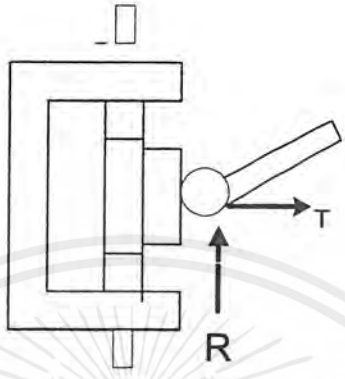
$T_m = \frac{29.96}{1.82}$

ดังนั้น $T_m = 16.46N.m$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

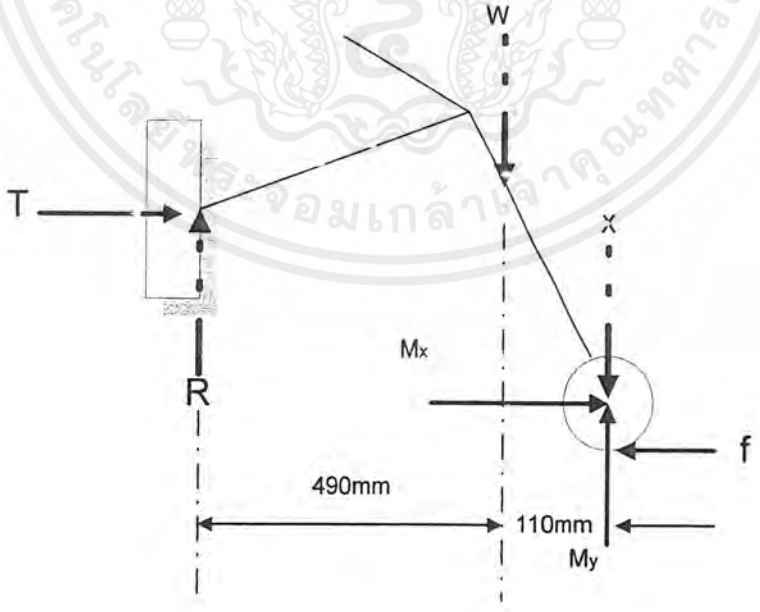
3. คำนวณขนาดของเพลาที่จุดยึด

เนื่องจากเพลาที่จุดยึดนี้เป็นตัวรับแรงค่อนข้างมากดังนั้นถ้าออกแบบไม่ดีแล้วอาจทำให้หัก ซึ่งจะมีผลทำให้ชุดส่วนหน้าเกิดความเสียหายได้ ซึ่งแรงที่มากระทำต่อเพลาสามารถเขียนได้เป็น



รูปที่ 2.6 แสดงถึงแรงที่กระทำต่อโครงบริเวณจุดยึด

โดยในการคำนวณเราจะคำนวณในขณะที่รถได้วิ่งว่าจะมีแรง T เท่าไรซึ่งสามารถคำนวณได้โดยพิจารณาจากชุดส่วนหน้าที่กำลังเคลื่อนที่ซึ่งเขียนรูปได้เป็นดังนี้



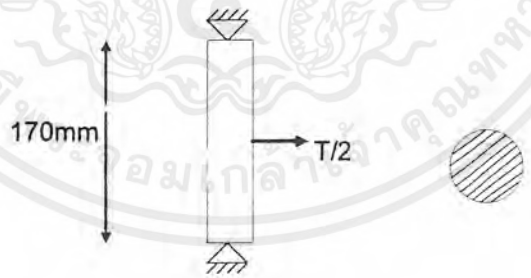
รูปที่ 2.7 แรงทั้งหมดของชุดส่วนหน้าในขณะวิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแรงที่ใช้ในการคำนวณขนาดของเพลาจะเป็นแรง T เพียงอย่างเดียวส่วนแรง R ไม่นำมาใช้เนื่องจากเป็นแรงที่สปริงกระทำต่อโครงชุดหน้าไม่เกี่ยวกับเพลา โดยก่อนอื่นต้องทำการหาแรงเสียดทานของล้อกับพื้นในขณะที่รถวิ่งโดยเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน $\mu_s \longrightarrow \mu_k$

	ได้ว่า	$f = \mu_k * N$
	แทนค่า	$f_k = 0.8 * 288.88$
	ดังนั้น	$f_k = 231.1N$
หาแรง T	จาก	$\sum F_x = 0$
	ได้ว่า	$T + M_x - f = 0$
	แทนค่า	$T = 231.1 - 1063.2$
	ดังนั้น	$T = 832.1N$ ทิศ ←
หาแรง R	จาก	$\sum F_y = 0$
	ได้ว่า	$W + X - R - M_y = 0$
	แทนค่า	$R = 309.9 + 35.3 - 1237.83$
	ดังนั้น	$R = 892.63N$ ทิศชี้ลง

ซึ่งจะได้ว่าแรงที่ทำที่เพลามีลักษณะดังรูปต่อไปนี้



รูป 2.8 แสดงถึงแรงที่กระทำต่อเพลาในขณะที่รถขับเคลื่อน

โดยในการคำนวณชิ้นส่วนเครื่องจักรกลส่วนมากจะรับแรงในแนวดิ่งลักษณะเหมือนคานทั่วๆ ไปฉะนั้นจึงใช้ความเค้นดัด (Bending Stress) และการยุบตัว (Deflection) เป็นข้อจำกัดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบ ความเค้นดัดสูงสุดที่ผิวนอกสุดของคาน ณ ตำแหน่งที่โมเมนต์ดัด (Bending Moment) มีค่าสูงสุดซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I}$$

โดยที่ M คือ โมเมนต์ดัด

c คือ ระยะจากแกนสะเทิน(neutral axis) ไปยังผิวนอกสุด

I คือ โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่

หา M จาก $M = \frac{T}{2} * L$

แทนค่า $M = \frac{832.1}{2} * (\frac{170}{1000})$

ดังนั้น $M = 70.7285N$

โดยที่ I $I = \frac{\pi D^4}{64}$

โดยที่ C $C = \frac{D}{2}$

หา σ_b โดยเลือกเหล็ก AISI 1040 HR

ได้ $\sigma_b = 58ksi$

$= 58 * 6.895N / mm^2$

$= 400N / mm^2$

จากตารางที่ 2.1 เลือกแรงที่มากระทำต่อเพลาเป็นแบบ แรง2ทิศทางและกระแทกเล็กน้อยซึ่งจะให้ค่า Factor Of Safety เป็น 4

จะได้ว่า $\frac{\sigma_b}{4} = \frac{Mc}{I}$

แทนค่า $\frac{400}{1000} = 4\frac{72.7285 * D/2}{\pi D^4/64}$

ดังนั้น $D = 19.5mm$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

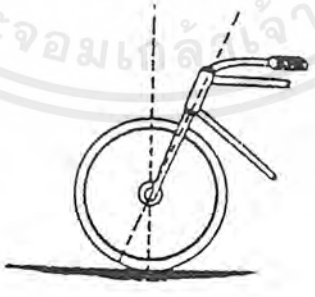
4. ทฤษฎีของมุม CASTER

โดยปกติแล้วการขับรถโดยทั่วๆไปไม่ว่าจะเป็นรถยนต์ ,มอเตอร์ไซค์ หรือ รถจักรยาน รถวิ่งไปโดยไม่ส่ายไปทางซ้ายหรือทางขวาและสามารถที่จะปล่อยพวงมาลัยได้ถ้ารถแล่นอยู่บนทางเรียบและราบ พร้อมกันนั้นหลังจากการเลี้ยวรถหรือแล่นผ่านทางโค้งรถจะกลับเข้าสู่ทิศทางแล่นตรงไปข้างหน้าเอง ลักษณะเช่นนี้เรียกว่ารถมีความมั่นคงในทิศทางโดยลักษณะเช่นนี้มุมล้อหน้ารถที่สำคัญที่สุดเป็นปัจจัยในการควบคุมทิศทางการแล่นให้มีเสถียรภาพในทิศทาง เราเรียกว่า มุมแคสเตอร์ โดยมุมแคสเตอร์เป็นมุมระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางล้อที่ตั้งในแนวดิ่งตัดกันเส้นศูนย์กลางของแกนเลี้ยวล้อ ซึ่งมีค่าวัดเป็นองศา

4.1 วัตถุประสงค์ของการจัดมุมแคสเตอร์

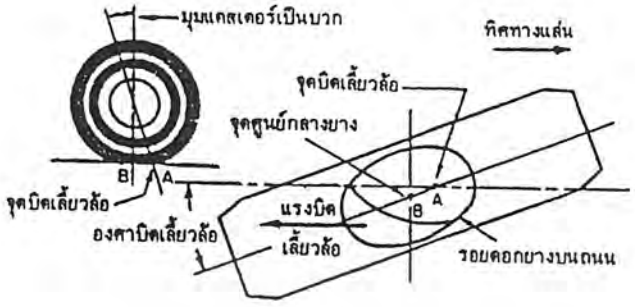
ถึงแม้ว่ามุมแคสเตอร์เป็นมุมของการเอียงของแกนเลี้ยวล้อออกจากแนวดิ่ง แต่ก็ต่างจากมุมเอียงแกนเลี้ยวล้อ เพราะเป็นการเอียงในด้านที่มองตั้งฉากกัน ดังนั้นเพื่อไม่ให้สับสนจึงต้องศึกษามุมทั้งสองให้ลึกซึ้งจากการเอียงของแกนเลี้ยวล้อในการที่ทำให้เกิดมุมแคสเตอร์ขึ้น จะทำให้รถแล่นอย่างมีความมั่นคงในทิศทาง

จากหลักการของมุมแคสเตอร์ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับจักรยานได้ โดยมุมแคสเตอร์ของล้อจักรยานซึ่งเป็นบวกคือ มุมระหว่างเส้นดิ่งที่ผ่านเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อกับเส้นศูนย์กลางของแกนเลี้ยวตะเกียบล้อหน้าเส้นศูนย์กลางของแกนเลี้ยวตะเกียบล้อหน้าถ้าลากต่อไปจนตัดกับผิวถนนเรียกจุดตัดนี้ว่า จุดนำหรือจุดลาก (leading point) จุดนำนี้จะอยู่หน้าจุดสัมผัสของยางกับพื้นถนน ซึ่งเรียกจุดนี้ว่า จุดพ่วง (trailling Point)



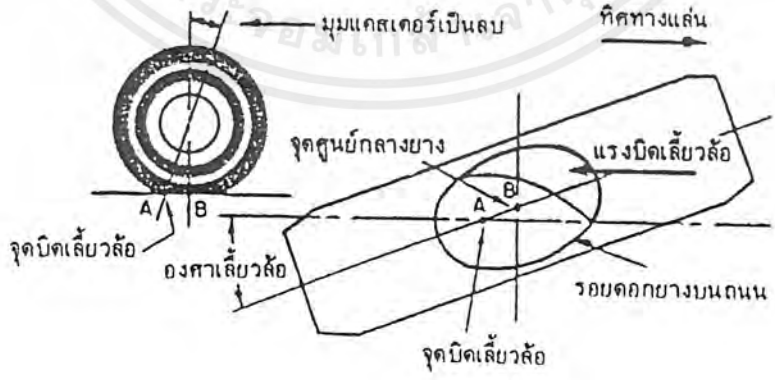
รูปที่ 2.9 แสดงทิศทางของการบิดเลี้ยวล้อจักรยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-12 การที่จุดบิดเลี้ยวล้ออยู่ข้างหน้าจุดศูนย์กลางยาง เมื่อแคสเตอร์เป็นบวกขณะรถแล่น

4.3.3 มุมแคสเตอร์ลบ (Negative Caster) ลักษณะของมุมแคสเตอร์เป็นลบคือแกนเลี้ยวล้อเอียงไปทางด้านหน้าของรถ เช่นถ้ารถที่มีมุมแคสเตอร์เป็นลบจะทำให้แรงเลี้ยวล้อและจุดพ่วงอยู่นำหน้าจุดนำหรือจุดศูนย์กลางเลี้ยวล้อ เป็นผลให้ล้อพยายามที่จะเลี้ยวตลอดเวลา มุมแคสเตอร์ลบจะนำมาตั้งในรถที่มีความมั่นคงในทิศทางมากเกินไปคือรถที่พวงมาลัยกลับที่เดิมเร็วเกินไปเมื่อผ่านทางโค้ง



รูปที่ 2.13 การที่จุดบิดเลี้ยวล้ออยู่ข้างหลังจุดศูนย์กลางยางเมื่อแคสเตอร์เป็นลบขณะแล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ขั้นตอนการทำการทดสอบเป็นดังนี้

1. ทำฐานที่ยึดมอเตอร์ให้แน่น
2. นำสลิงมาผูกติดกับแกนเพลาของมอเตอร์หลังจากนั้นก็หมุนมอเตอร์จนกว่าจะมั่นใจว่าเมื่อใส่ LOAD ให้กับสลิงอีกด้านหนึ่งแล้วจะไม่หลุดจากมอเตอร์
3. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาและความหนาของสลิงที่ได้พันกับมอเตอร์ไว้ตามข้อ 2
4. นำสายไฟมาต่อจากมอเตอร์ไปยัง DC POWER SUPPLY ซึ่งถือเป็นแหล่งพลังงานในการทดสอบมอเตอร์ในครั้งนี้และสามารถปรับค่าต่างๆได้คือ ปรับ กระแสไฟ (I) อยู่ในช่วง 0- 3 แอมแปร์ (A) และปรับ VOLTAGE ได้ในช่วง 0-30 V ซึ่งถ้ากระแสไฟที่ใส่ให้กับ LOAD มากเกินไปก็จะทำให้ DC POWER SUPPLY ตัด ดังนั้นเวลาทำการทดสอบจึงควรค่อยๆปรับ VOLTAGE ขึ้นไปจาก 0 ถึงที่ต้องการโดยเฉพาะในขณะที่เริ่ม START มอเตอร์จะเกิดกระแสกระชากเป็นอย่างมากซึ่งอาจทำให้ DC POWER SUPPLY ตัด ดังนั้นจึงควรดูค่าของกระแสไฟฟ้าอยู่เสมอไม่ให้เกิน 3 A
5. ปรับเปลี่ยนน้ำหนักที่ถ่วงเพื่อดูการทดสอบ โดยน้ำหนักที่ถ่วงจะผูกติดกับสลิง
6. เปิด DC POWER SUPPLY ซึ่งถ้าพบว่ามอเตอร์หมุนกลับทิศทางที่ต้องการก็สามารถแก้ไขได้โดยกลับสายไฟที่ขั้วของมอเตอร์ทั้งสอง
7. ทำการบันทึกผล โดยดูปริมาณกระแสไฟที่ใช้เมื่อมีการเพิ่ม LOAD

1.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

1. พิจารณาถึงผลของ LOAD ต่อค่ากระแสไฟฟ้า ที่แรงดันไฟฟ้า 12 V และ 24 V
2. LOAD ที่ใช้เป็นตุ้มน้ำหนักมาถ่วงซึ่งมีค่าน้ำหนักเป็นดังนี้ 2.5 Kg ,4 Kg ,6 Kg,8 Kg,10 Kg,12.5 Kg
3. วัดรัศมีของเพลาได้ 12 mm

1.3 ผลการทดสอบ

ผลที่ได้จะอยู่ในรูปของ น้ำหนัก – กระแส ที่แรงดันไฟฟ้า 12 V และ 24 V ซึ่งเราสามารถเขียนเป็น ตารางได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่แรงดันไฟฟ้า 12 V

น้ำหนักที่ถ่วง (Kg)	กระแสไฟฟ้า (A)
0 (No Load)	0.6
2.5	1
4	1.03
6	1.1
8	1.25
10	1.4
12.5	1.63

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงถึงผลของ LOAD ที่มีต่อค่ากระแสไฟฟ้า ณ แรงดันไฟฟ้า 12 V

ที่แรงดันไฟฟ้า 24 V

น้ำหนักที่ถ่วง (Kg)	กระแสไฟฟ้า (A)
0 (No Load)	0.7
2.5	1.1
4	1.2
6	1.3
8	1.42
10	1.5
12.5	1.8

ตาราง 3.2 ตารางแสดงถึงผลของ LOAD ที่มีต่อค่ากระแสไฟฟ้า ณ แรงดันไฟฟ้า 24 V

จากตารางทั้ง 2 ตารางจะพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนัก – กระแส แต่สิ่งที่เราต้องการคือความสัมพันธ์ในรูป TORQUE – กระแส ดังนั้นเราจึงต้องแปลงค่าน้ำหนักให้เป็น TORQUE เสียก่อนซึ่งทำได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T = F * R$$

โดยที่ $F = mg$

R = ระยะทางจากจุดแกนกลางของเพลาถึงตำแหน่งที่แรงตก

ดังนั้นเราสามารถที่จะแปลงน้ำหนัก เป็น TORQUE ได้ดังนี้

น้ำหนักที่ถ่วง (Kg)	TORQUE (N.m)
0 (No Load)	0
2.5	0.29421
4	0.470736
6	0.706104
8	0.941472
10	1.17684
12.5	1.47105

ตารางที่3.3 แสดงถึงการแปลงจากน้ำหนัก เป็น TORQUE

ดังนั้นความสัมพันธ์ของกระแส – TORQUE ที่แรงดันไฟฟ้า 12 V และ 24 V สามารถแสดงได้เป็นตารางและกราฟดังต่อไปนี้

ที่แรงดันไฟฟ้า 12 V

กระแสไฟฟ้า (A)	TORQUE (N.m)
0.6	0
1	0.29421
1.03	0.470736
1.1	0.706104
1.25	0.941472
1.4	1.17684
1.63	1.47105

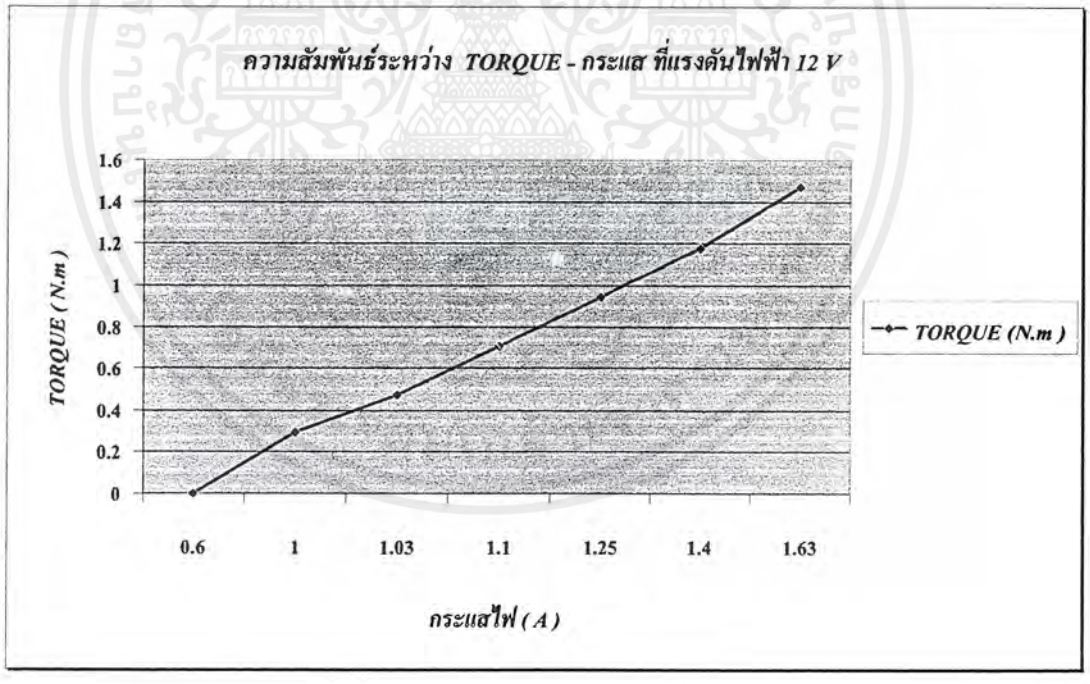
ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กระแส – TORQUE ที่แรงดันไฟฟ้า 12 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่แรงดันไฟฟ้า 24 V

กระแสไฟฟ้า(A)	TORQUE (N.m)
0.7	0
1.1	0.29421
1.2	0.470736
1.3	0.706104
1.42	0.941472
1.5	1.17684
1.8	1.47105

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง กระแส – TORQUE ที่แรงดันไฟฟ้า 24 V



รูปที่ 3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง TORQUE กับ กระแส ที่แรงดันไฟฟ้า 12 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากการทำการประมาณค่านอกช่วงจะได้ว่า แรงบิดของมอเตอร์ที่ 10 แอมป์คือ 9.51 N.M

2. การทดสอบความเร็วรอบของมอเตอร์

มอเตอร์ที่นำมาใช้ไม่ได้บอกความเร็วรอบไว้ดังนั้นจึงต้องทำการวัดความเร็วรอบเสียก่อน เพื่อที่จะได้ดูว่ามอเตอร์สามารถที่จะวิ่งไปได้ตามระยะทางที่กำหนดหรือไม่

2.1 ขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

1. นำกระดาษกาว หรือ กระดาษที่สามารถสังเกตเห็นการเคลื่อนไหวได้ง่ายมาติดเข้ากับ STIR ของมอเตอร์
2. นำมอเตอร์ไปต่อกับแรงดันไฟฟ้า 12 V และ 24 V
3. ทำการจับเวลา ประมาณ 15 วินาที
4. สังเกตดูว่ากระดาษกาวหมุนผ่านจุดที่เราอ้างอิงกี่รอบ แล้วบันทึกผล

2.2 เก็บผลการทดสอบและสรุปผล

จากการทดสอบได้ว่า ที่แรงดัน 12 V สังเกตเห็นการเคลื่อนที่ 32 รอบ/15s

" 24 V " " " 60 รอบ/15s

แปลงหน่วยเป็น rpm (รอบ/นาที) โดย คูณ 4 ได้ว่า

ความเร็วรอบที่ 12 V คือ 128 rpm

ความเร็วรอบที่ 24 V คือ 240 rpm

ซึ่งถ้าพิจารณาให้ไปขับเคลื่อนรถในขณะ NO LOAD เราก็สามารถหาความเร็วของการเคลื่อนที่ได้ดังนี้

ที่ 12 V $N = 128rpm$ อัตราทดของ STIR คือ 1 : 1.82

ได้ว่า $N = {}^{128}/_{1.82} rpm$

ดังนั้น $N = 71rpm$

และรัศมีของล้อรถจักรยานคือ 270 mm

ได้ว่าใน 1 นาทีเคลื่อนที่ได้ $= 71 * 2\pi * 0.27m$

$= 120.5m$

หรือ $7.25 {}^{Km}/_{hr}$

ที่ 24 V $N = 240rpm$

ได้ว่า $N = {}^{240}/_{1.82} rpm$

ดังนั้น $N = 131.86rpm$

และรัศมีของล้อรถจักรยานคือ 270 mm

ได้ว่าใน 1 นาทีเคลื่อนที่ได้ $= 131.86 * 2\pi * 0.27m$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 224\,m$$

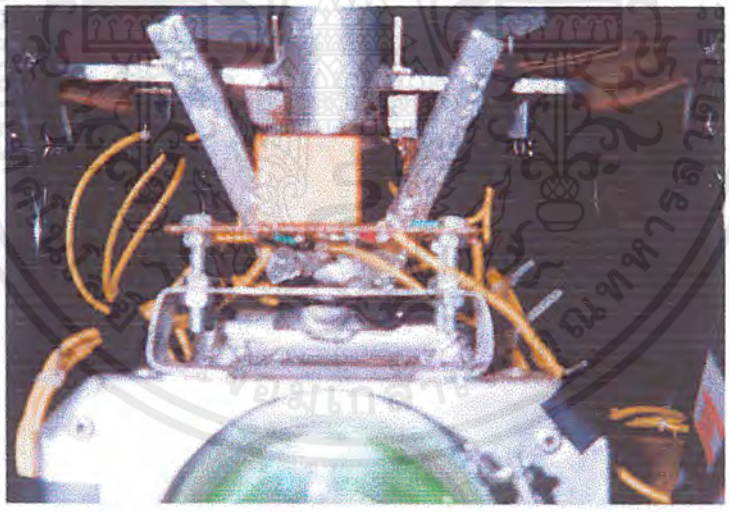
หรือ $13.44\ {}^{Km}/_{hr}$

3. วงจรที่ใช้ในการควบคุม DC MOTOR

เนื่องจากความเร็วของรถคนพิการที่ใช้มือเข็นได้มีการทดลองวิ่งซึ่งผลปรากฏว่าความเร็วที่ได้มีค่าไม่สูงนักกล่าวคือประมาณ 5 – 8 km/hr ซึ่งจากเหตุผลนี้ทำให้วงจรในรถไฟฟ้าคนพิการไม่จำเป็นต้องปรับค่าได้มากนักซึ่งลักษณะของการทำงานของวงจรสามารถสรุปได้เป็นข้อๆดังนี้

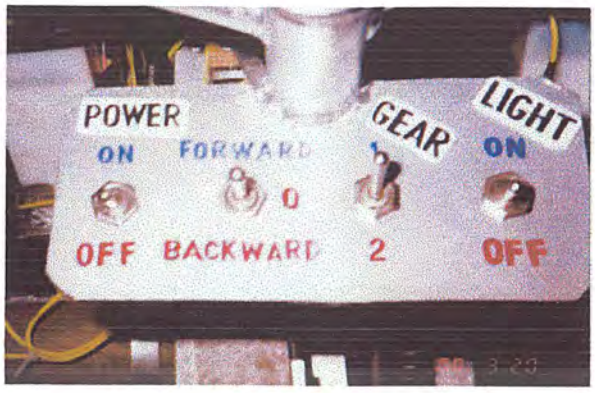
1. วงจรจะควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์ทั้งตามเข็มนาฬิกา และ ทวนเข็มนาฬิกาซึ่งมีผลให้รถคนพิการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและข้างหลัง
2. วงจรสามารถปรับความเร็วของมอเตอร์ได้ 2 ความเร็ว
3. มีสวิตซ์ควบคุมการเปิด – ปิดของมอเตอร์
4. ในเวลาที่กดเบรกจะมีสัญญาณไปตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้เข้ามอเตอร์ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน แล้วถ้าปล่อยเบรกก็ให้ปล่อยให้กระแสไฟเข้าไปมอเตอร์ได้ซึ่งจะทำให้รถเคลื่อนที่ได้เหมือนตอนกดเบรก

ซึ่งรูปของวงจร และ แผงสวิตซ์ในรถไฟฟ้าคนพิการเป็นดังนี้



รูปที่ 3.4 แสดงตำแหน่งของวงจรที่ติดตั้งบนชุดส่วนหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงหน้าที่การทำงานของสวิตซ์ในแต่ละอัน

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้

3.1.1 สวิตซ์ ON – OFF 2 ตัว

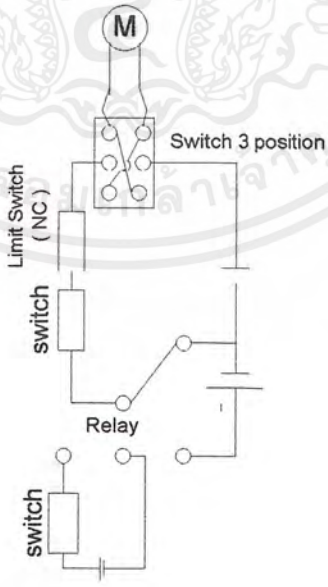
3.1.2 สวิตซ์ ON – OFF – ON 1 ตัว

3.1.3 Relay 1 ตัว

3.1.4 Limit Switch

3.2 อธิบายการทำงานของวงจร

รูปวงจรของการควบคุม DC MOTOR มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

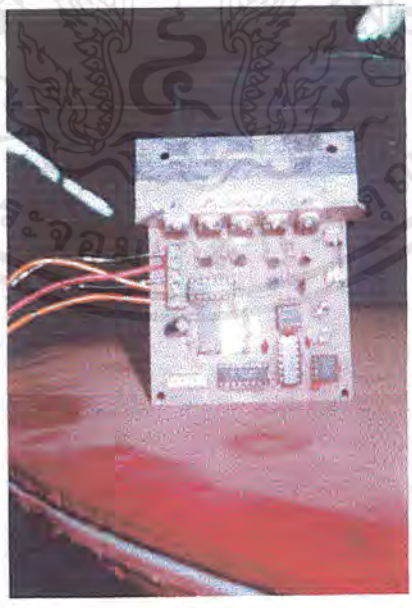
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากรูปสามารถอธิบายการทำงานการเปิดปิดมอเตอร์คือ สวิตซ์ ON-OFF ทำหน้าที่ให้กระแสไฟแก่มอเตอร์ กระแสไฟจะไหลผ่านเข้าไปจะไปเจอกับLimit Switch ซึ่งตั้งค่าเป็น Normally Close (NC) โดยถ้าไม่ได้บีบเบรก Limit Switch ก็จะยอมให้กระแสไฟไหลผ่านไปยังมอเตอร์ แต่ถ้าบีบเบรกไว้หน้า Contact ภายใน Limit Switch จะไม่สัมผัสกันซึ่งก็จะทำให้ไม่มีกระแสไฟไหลผ่าน โดยถ้ากระแสไฟผ่านไปได้ก็จะผ่านเข้าไปยัง สวิตซ์ ON – OFF –ON ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเดินหน้า – ถอยหลัง โดยหลักการทำงานของสวิตซ์ ON – OFF –ON คือภายในเมื่อสับสวิตซ์แล้วจะกลับขั้วของสายไฟซึ่งทำให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทาง

ส่วนการควบคุมความเร็วทำได้โดยใช้ Relay มาช่วยในการควบคุมโดยมีหลักการคือจะมีสวิตซ์ ON – OFF ซึ่งทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับไฟเลี้ยงของ Relay ซึ่งเมื่อมีไฟเลี้ยงแล้วหน้าสัมผัสของ Relay จะเปลี่ยนจาก NC เป็น NO และ NO เป็น NC ซึ่งRelay ตัวนี้ทำหน้าที่ในการเลือกแรงดันไฟฟ้าผ่านมอเตอร์ว่าจะใช้ 24 V หรือ 12V ซึ่งทำให้ความเร็วของมอเตอร์เปลี่ยนไป

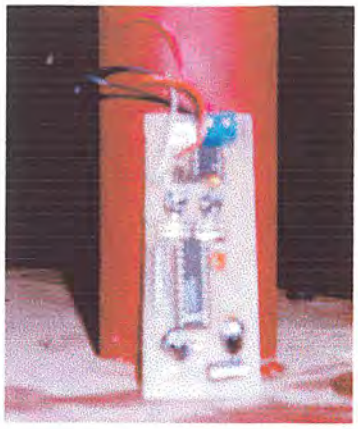
4.วงจรควบคุมความเร็วแบบปรับความเร็วได้

เป็นวงจรที่สามารถปรับความเร็วได้ถึง 16 ค่าโดยใช้หลักการปรับค่าความต้านทานซึ่งการสั่งงานจะถูกสั่งใน microcontroller ดังนั้นจึงต้องมีอยู่ 2 วงจรคือ วงจรที่ต่อกับตัวของมอเตอร์ และวงจรคำสั่ง ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.7 แสดงถึงวงจรควบคุมความเร็วแบบปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจร A / D ซึ่งทำหน้าที่ป้อนคำสั่งการทำงานให้กลับวงจรหลัก

โดยเหตุที่ไม่นำวงจรนี้มาใช้งานเนื่องจากว่าความเร็วที่ใช้ในการขับเคลื่อนนั้นไม่สูงมากนัก ดังนั้นการปรับความเร็วได้ถึง 16 ค่าจึงไม่มีความจำเป็นเพราะอาจทำให้ไม่เห็นความแตกต่างของความเร็ว และวงจรนี้ก็ค่อนค้างที่ยุ่งยากเนื่องจากต้องมีคำสั่งควบคุมและต้องมีการส่งสัญญาณ Feedback เพื่อส่งค่าความเร็วกลับมาควบคุมความเร็วอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

อุปกรณ์ต่างๆ ,ขั้นตอนการดำเนินการและขั้นตอนการใช้งาน

อุปกรณ์ต่างๆ

1. hand รถ (ดังรูปที่ 4.1)
2. ที่ค้ำยัน (ดังรูปที่ 4.2)
3. จุดยึดทางด้านซ้าย (ดังรูปที่ 4.3)
4. จุดยึดทางด้านขวา (ดังรูปที่ 4.4)
5. มอเตอร์ (ดังรูปที่ 4.5)
6. แผงวงจร
7. สวิทช์ควบคุม
8. โครงรถ (ดังรูปที่ 4.6)
9. ขาตะเกียบ
10. ที่รองแบตเตอร์รี่
11. ฐานมอเตอร์ (ดังรูปที่ 4.7)
12. ชุดเบรค
13. ไฟหน้า

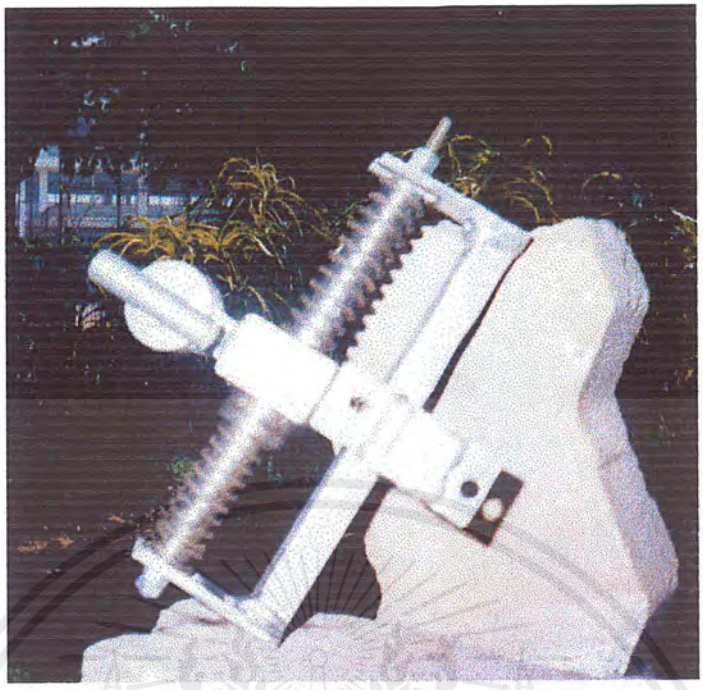
หมายเหตุ ชิ้นส่วนที่สำคัญจะมี DRAWING อยู่ข้างท้ายบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 hand รถ

รูปที่ 4.2 จุดค้ำยัน

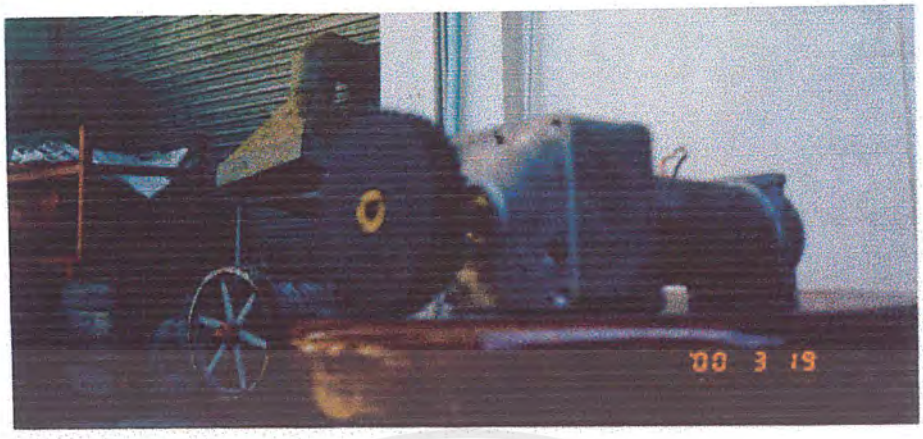
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



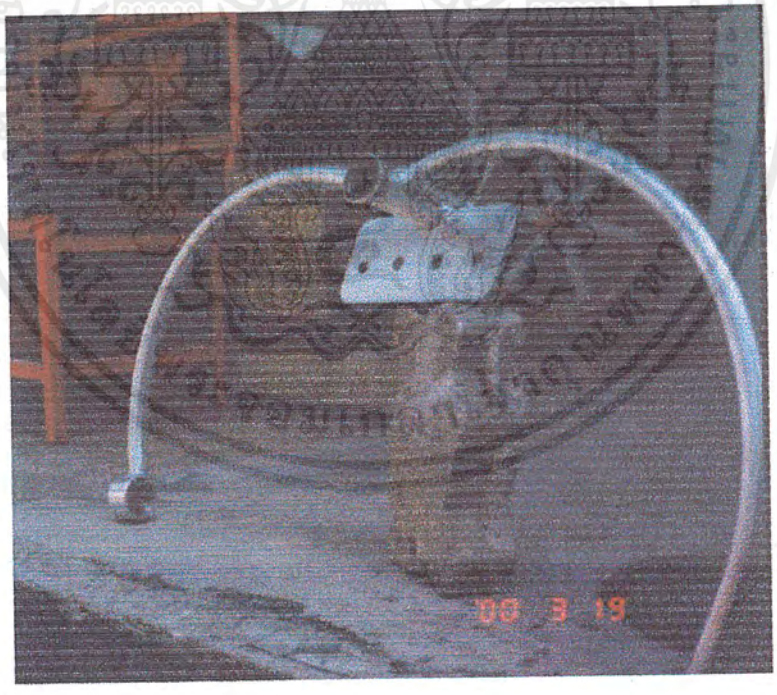
รูปที่ 4.3 จุดยึดทางด้านซ้าย

รูปที่ 4.4 จุดยึดทางด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

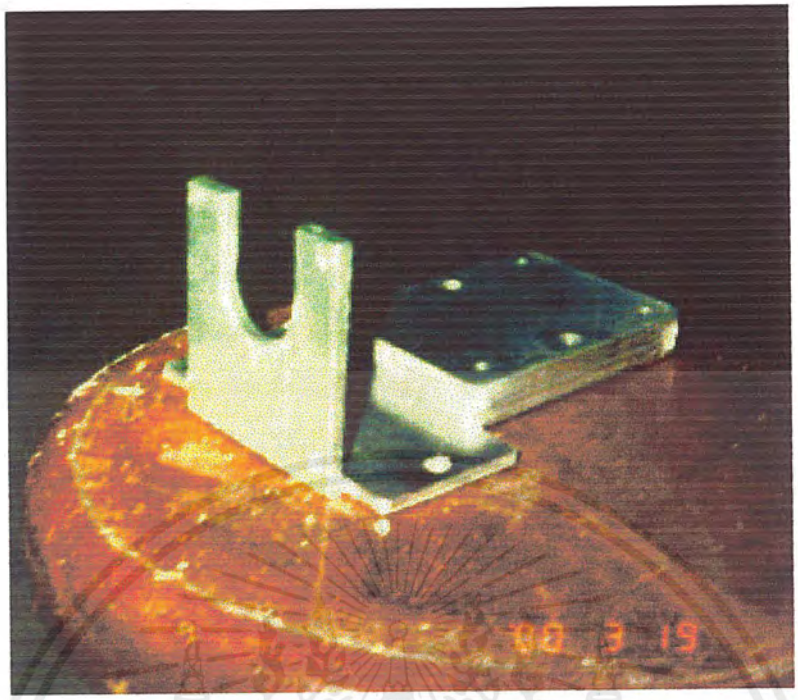


รูปที่ 4.5 มอเตอร์



รูปที่ 4.6 โครงรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ฐานรองมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบส่วนต่างๆและคิดหนทางในการปฏิบัติที่คิดว่าจะเป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 2 เริ่มซื้อของและประกอบชิ้นส่วนต่างๆและทำการทดลอง โดย

2.1 นำมอเตอร์มาทำการทดสอบหาความเร็วรอบและหาแรงบิด โดยการนำมอเตอร์มาป้อนกระแสไฟฟ้าในค่าต่างๆแล้วใช้เครื่องตรวจจับความเร็วรอบหาความเร็ว

2.2 เมื่อรู้ความเร็วรอบของมอเตอร์ กำหนดความเร็วที่เราต้องการแล้วทำการหาล้อและสเตอร์ที่เหมาะสม โดยความเร็วรอบที่หาได้จึงทำให้ต้องใช้สเตอร์ขนาด 2:1

2.3 นำสเตอร์และล้อที่คำนวณได้มาประกอบเข้าด้วยกัน (ดังรูปที่ 4.8)

2.4 ทำฐานรองมอเตอร์และสายรัดมอเตอร์ที่แข็งแรงเพื่อที่ไม่ให้มอเตอร์แกว่ง

2.5 ทำขาตะเกียบขึ้นมา (เนื่องมาจากขาตะเกียบที่ขายตามท้องตลาดมีคุณสมบัติไม่เพียงพอ) แล้วทำการเชื่อมที่รองมอเตอร์เข้าด้วยกัน โดยที่รองมอเตอร์นี้เราได้ออกแบบให้สามารถปรับโซ่ไปมาได้

2.6 หามุมที่เหมาะสมเพื่อที่จะเชื่อมฐานรองแบตเตอร์รี่(ด้านล่าง) เนื่องจากรถของเรามีมุมแคสเตอร์จึงทำให้ต้องหาค่าของมุมที่เหมาะสมและทำการเอียงขาตะเกียบให้เหมาะสมและสามารถเชื่อมฐานแบตเตอร์รี่ได้ โดยน้ำกรดในแบตเตอร์รี่ไม่หมด

2.7 ทำ coupling ซึ่งเป็นตัวยึดระหว่างรถคนพิการกับโครงชุดหน้า

2.8 เนื่องจากจุดยึดระหว่างรถคนพิการกันโครงชุดหน้าจะต้องรับแรงหลายแกนเราจึงต้องทำให้สามารถหมุนได้ทุกทิศทาง (ดังรูปที่4.9 และ4.10)

2.9 เนื่องจากจุดยึดทางด้านขวาจะต้องรับแรงมากเราจึงต้องออกแบบตัวค้ำยันขึ้นมา

2.10 ทำตัวสลัก (ดังรูปที่ 4.11) ขึ้นมาเพื่อที่จะทำให้สามารถเปิดเข้าและเปิดออกได้

2.11 นำตัวสลักมาเชื่อมติดกับจุดยึดทางด้านซ้ายมือ และเนื่องจากจะทำอย่างไรให้สลักเด้งกลับมาดังนั้นเราจึงออกแบบสปริงไว้ให้ดีดตัวกลับมาได้ (ดังรูปที่ 4.12)

2.12 วัดขนาดและทำการประกอบโครง ในการทำโครงถ้าทำแบบตรงๆก็จะดูแข็งทื่อเกินไปเราจึงออกแบบให้มีความโค้งและเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดกับมุมด้วย

2.13 เนื่องจากแบตเตอร์รี่ 2 ก้อนอาจจะวิ่งได้ระยะทางน้อยเราจึงต้องทำฐานรองแบตเตอร์รี่ขึ้นมาอีก2 ที่เพื่อที่จะวางแบตเตอร์รี่ได้อีกแล้วทำการต่อแบบขนานเพื่อที่จะวิ่งได้ระยะทางที่มากขึ้น

2.14 ทำการติดตั้งไฟเมื่อต้องขับในเวลากลางคืน

2.15 ทำ hand ขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับบังคับเลี้ยว

2.16 เนื่องจาก จุดบังคับเลี้ยวคล้ายจักรยานจึงทำให้อาจจะหมุนเกินความจำเป็นและอาจจะทำให้ชำรุดได้จึงต้องทำจุดบังคับเลี้ยวซึ่งจะทำให้เลี้ยวในมุมที่จำกัดเพื่อไม่ให้เกินการชำรุดเกิดขึ้น

2.17 ทำที่วางสวิทซ์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18 นำวงจรที่ทำการออกแบบไว้มาประกอบ

2.19 ทำเบรคเพื่อที่จะทำให้รถหยุด

2.20 เนื่องจากถ้าบีบเบรคในจังหวะที่รถเคลื่อนจะทำให้มอเตอร์เกิด overload ได้ดังนั้นเราจึงออกแบบให้ตัดไฟฟ้าที่จะเข้ามอเตอร์ โดยเมื่อบีบเบรคจะทำให้ตัวก้านปูบีบลิมิตสวิทซ์ทำให้ตัดกระแสไฟฟ้าทั้งวงจร (ดังรูปที่ 4.13)

2.21 ถอดอุปกรณ์ต่างๆออกมาพ่นสีให้สวยงาม เนื่องจากรถคนพิการของเราสีเงินดังนั้นเราจึงพ่นสีเงินเพื่อให้กลมเกลือนกัน

2.22 นำมาประกอบและตกแต่งให้สวยงาม (ดังรูปที่ 4.14และ4.15)

ขั้นตอนที่ 3 ทำการทดลองวิ่งและบันทึกผลการทดลอง โดย

3.1 ทำการทดสอบโดยวิ่งบนพื้นราบ (ดังรูปที่ 4.16)

3.2 ทำการทดสอบโดยวิ่งบนหลังเต่า

3.3 ทำการทดสอบโดยวิ่งบนทางลาดชัน

3.4 ทำการทดสอบเพื่อหากระแสที่ไหลเข้ามอเตอร์

3.5 ทำการทดสอบเพื่อหาความเร็วของรถ

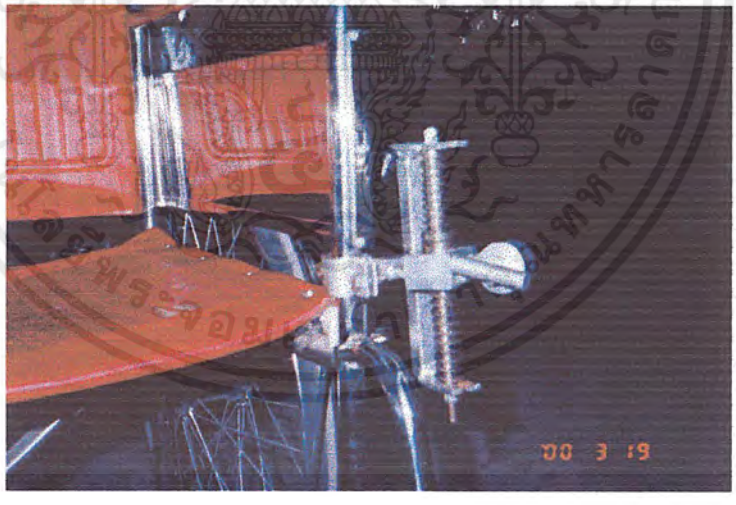
3.6 ทำการทดสอบเพื่อหาระยะในการเลี้ยวรถต่ำสุด

ขั้นตอนการใช้งาน

1. หัน hand รถไปทางด้านขวา
2. ดึงสลักทางด้านซ้ายของตัวรถออก (ดังรูปที่ 4.17)
3. ดันให้ชุดหน้าหมุนไปทางด้านขวาแล้วเข้าไปนั่ง (ดังรูปที่ 4.18)
4. ดึงชุดหน้าเข้ามาเพื่อที่จะทำการปิดสลัก (ดังรูปที่ 4.19)
5. ปล่อยสลักให้เข้าร่อง
6. ทำการขับเคลื่อนตามความเหมาะสม
7. เริ่มจากการเปิดสวิทซ์ POWER ON ก่อนแล้วทำการเดินหน้าหรือถอยหลังต่อไป
8. ตอนเริ่มออกตัวจะต้องออกตัวด้วย GEAR 1 เสมอ
9. ถ้ามืดมากก็เปิดสวิทซ์ LIGHT ON
10. เมื่อต้องการออกก็ทำการหันรถไปทางด้านขวาสุดแล้วทำการดึงสลักออก
11. ดันให้รถเปิดออกแล้วจึงออกมา
12. จากนั้นก็ปิดเข้าดังเดิม

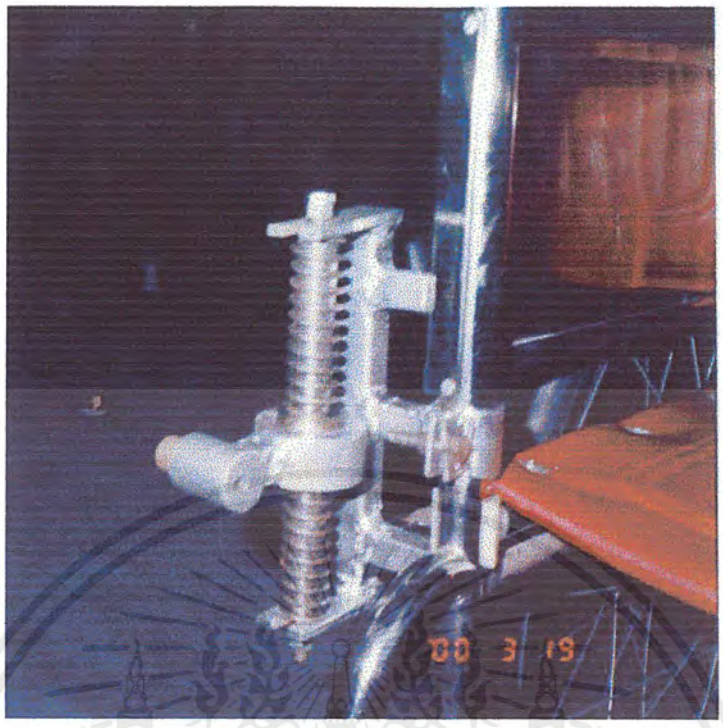
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 นำล้อมาใส่สเตอร์



รูปที่ 4.9 ประกอบจุดยึดติดด้านซ้ายเข้ากับตัวรถคนพิการ

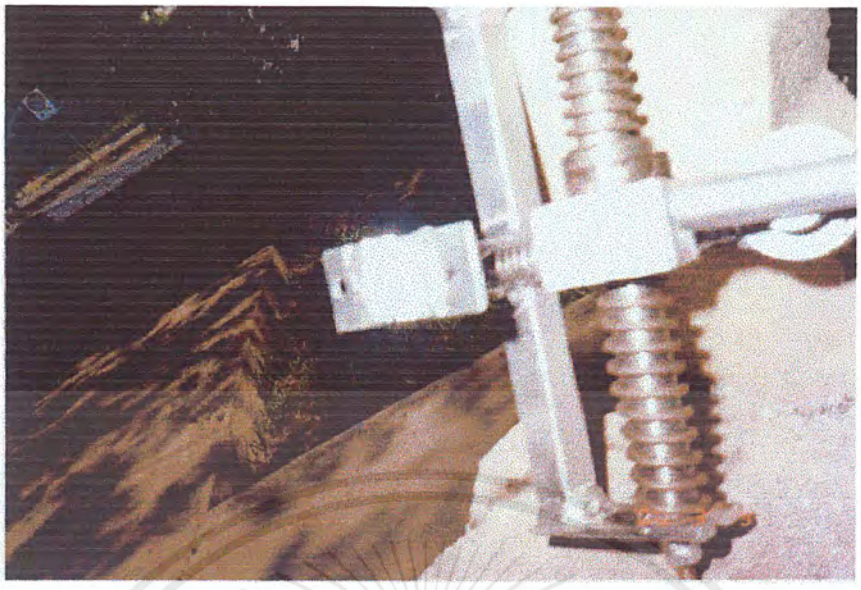
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



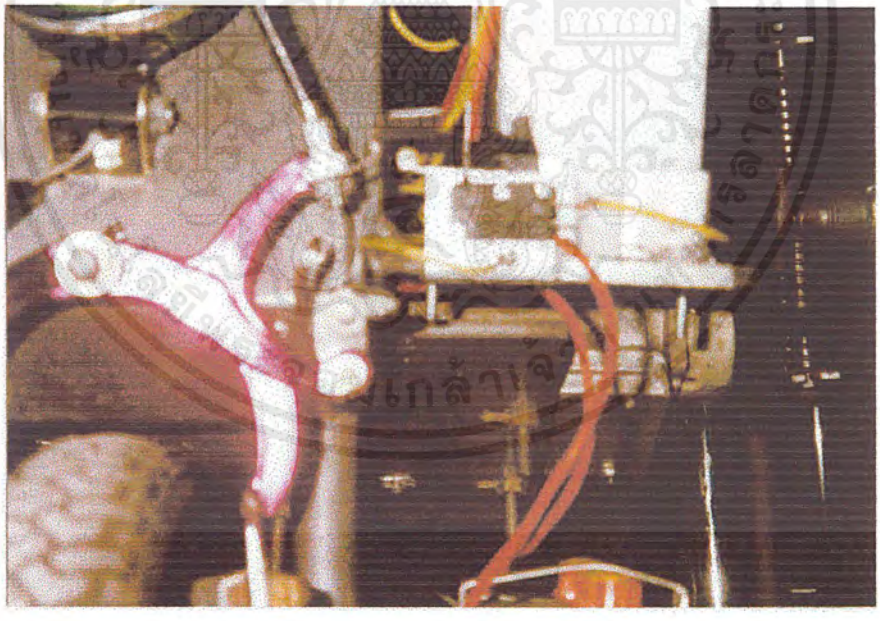
รูปที่ 4.10 การประกอบจุดยึดติดทางด้านขวากับตัวรถคนพิการ

รูปที่ 4.11 สลักเปิดเข้า-ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

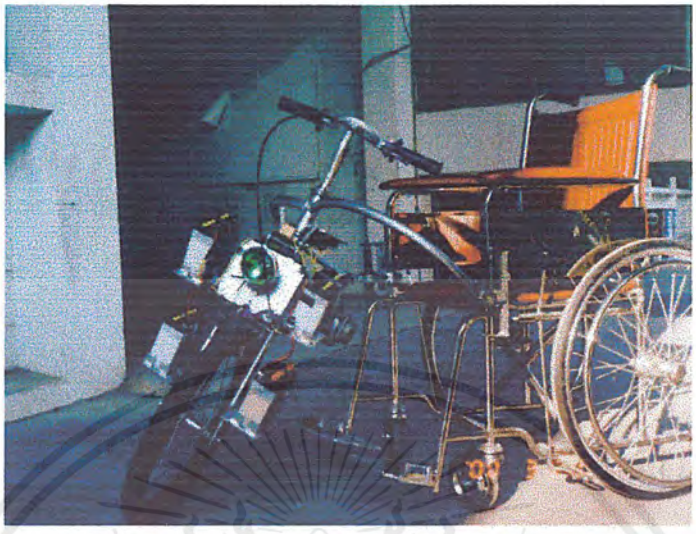


รูปที่ 4.12 สปริงดีดตัวสลักกลับ



รูปที่ 4.13 ลิมิตสวิทซ์สำหรับตัดกระแสไฟฟ้าจากมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

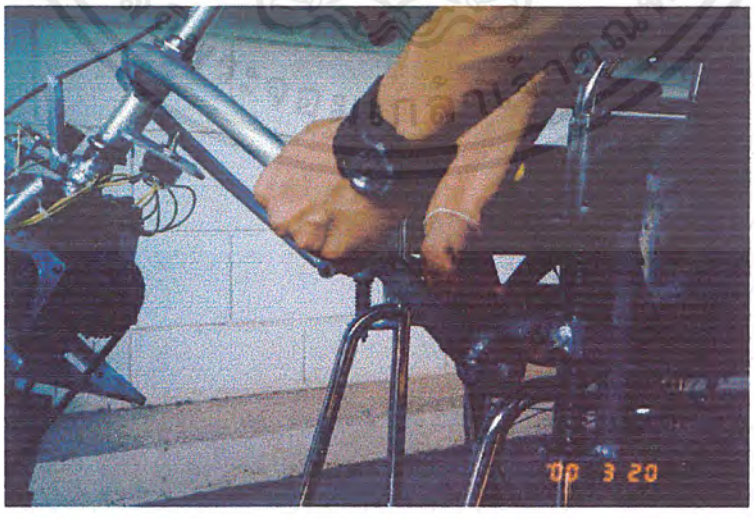


รูปที่ 4.14 รูปรถคนพิการเมื่อติดตั้งส่วนหน้าเรียบร้อยแล้ว (ด้านข้าง)

รูปที่ 4.15 รูปรถคนพิการเมื่อติดตั้งส่วนหน้าเรียบร้อยแล้ว (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

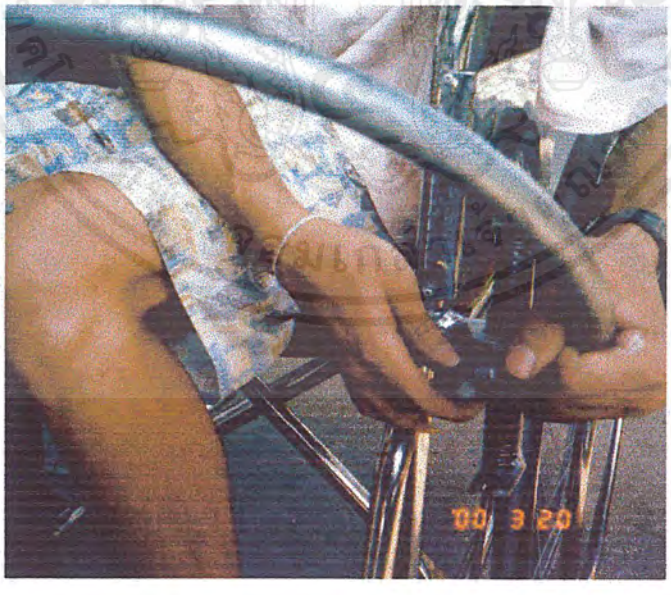
รูปที่ 4.16 แสดงการเคลื่อนที่ในแนวราบ



รูปที่ 4.17 แสดงการดึงสลักออกเพื่อที่เปิดเข้าไป

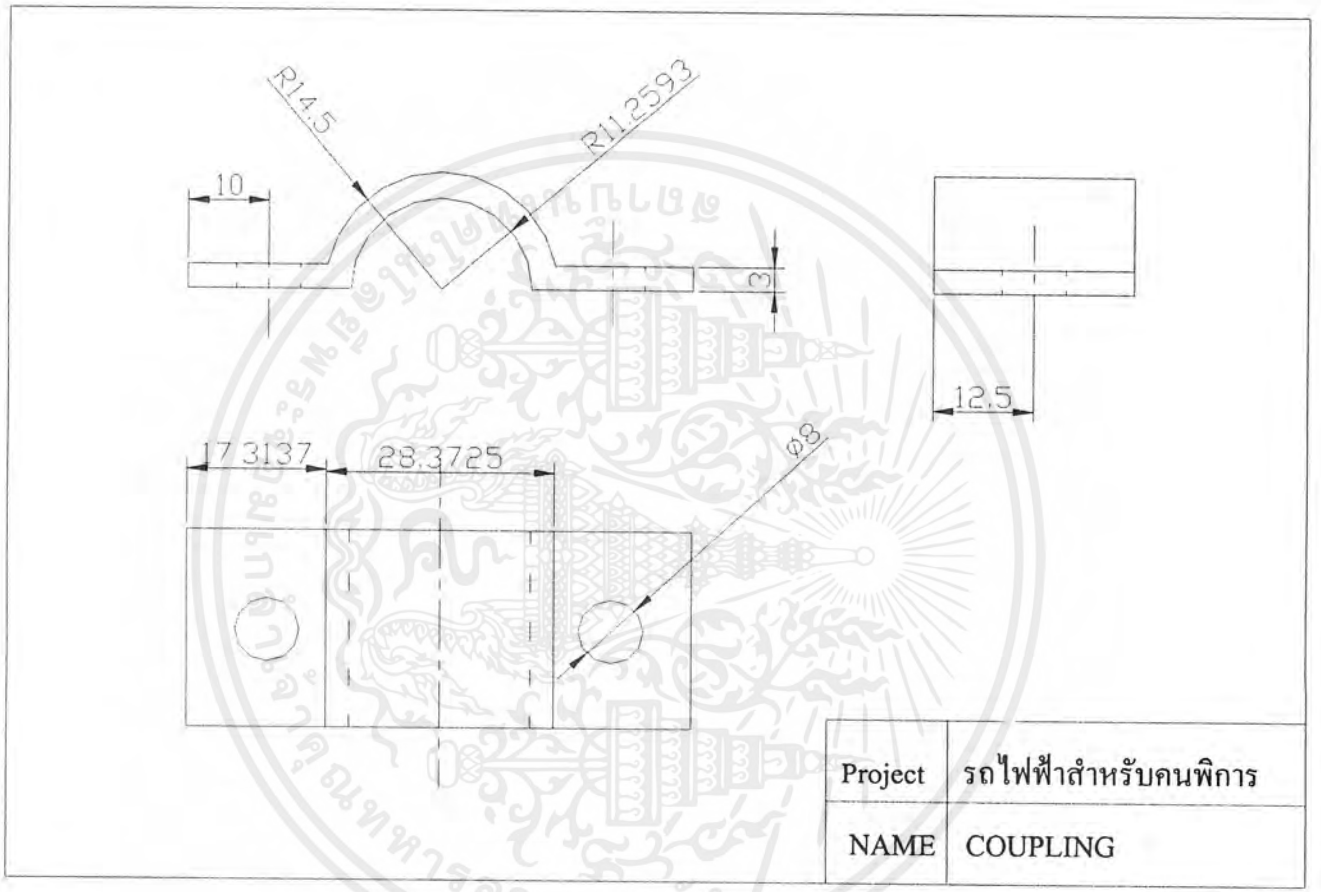
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.18 แสดงการดันส่วนหน้าไปทางด้านขวาแล้วเข้าไปนั่ง

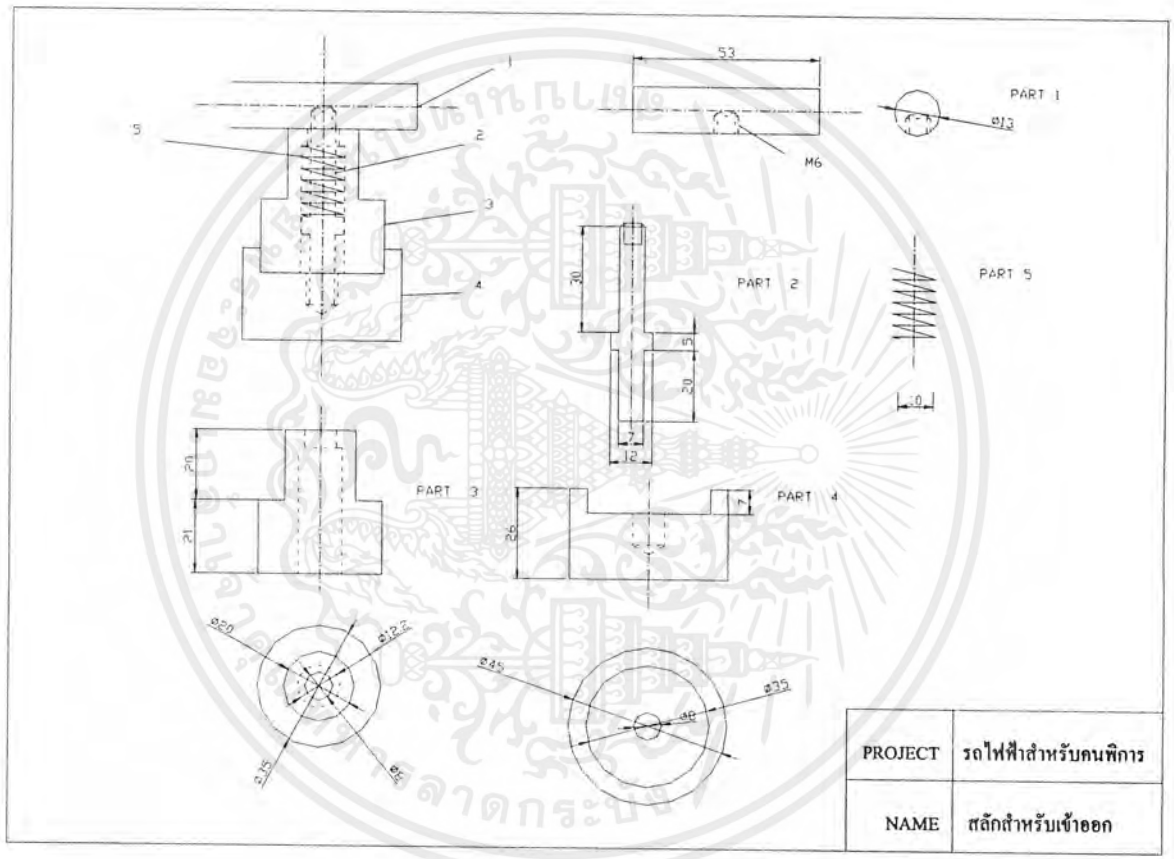


รูป4.19 แสดงการเข้าไปนั่งแล้วปิดส่วนหน้า

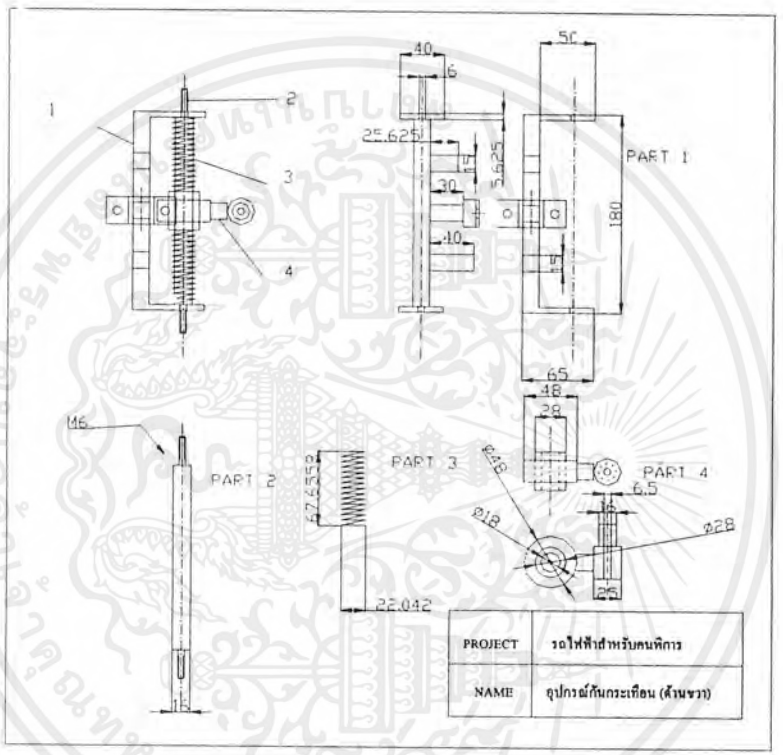
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



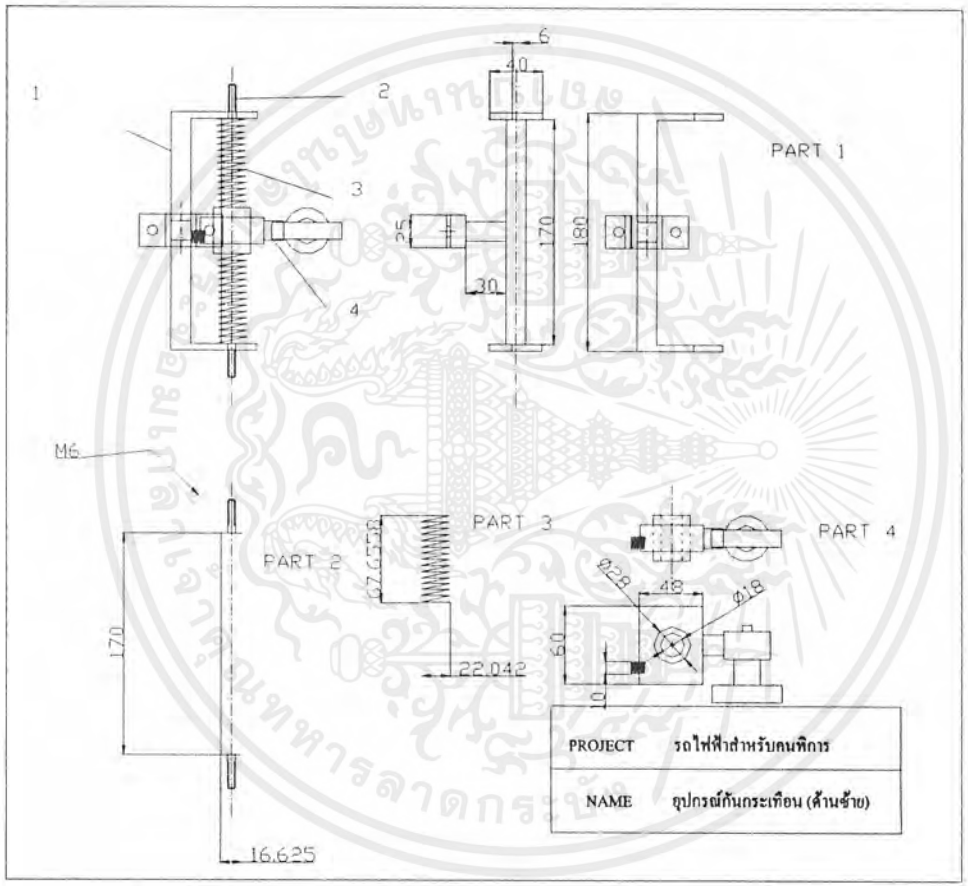
รูปที่ 4.20 COUPLING



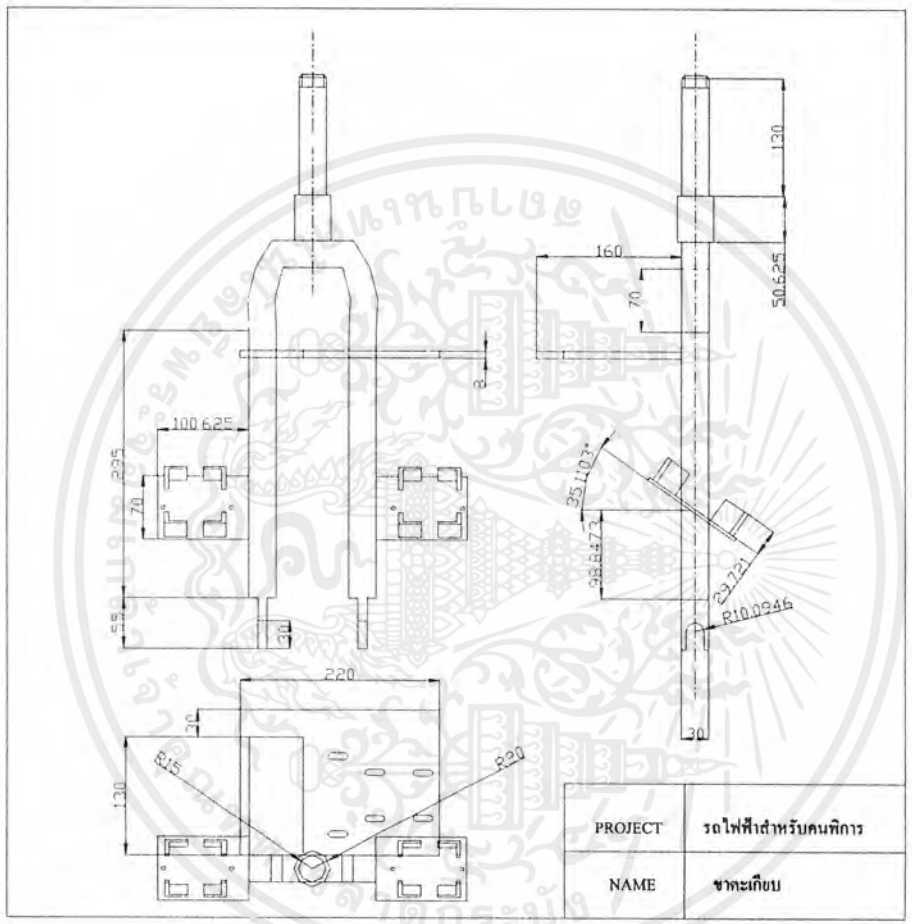
รูปที่ 4.21 สลักสำหรับเข้าออก



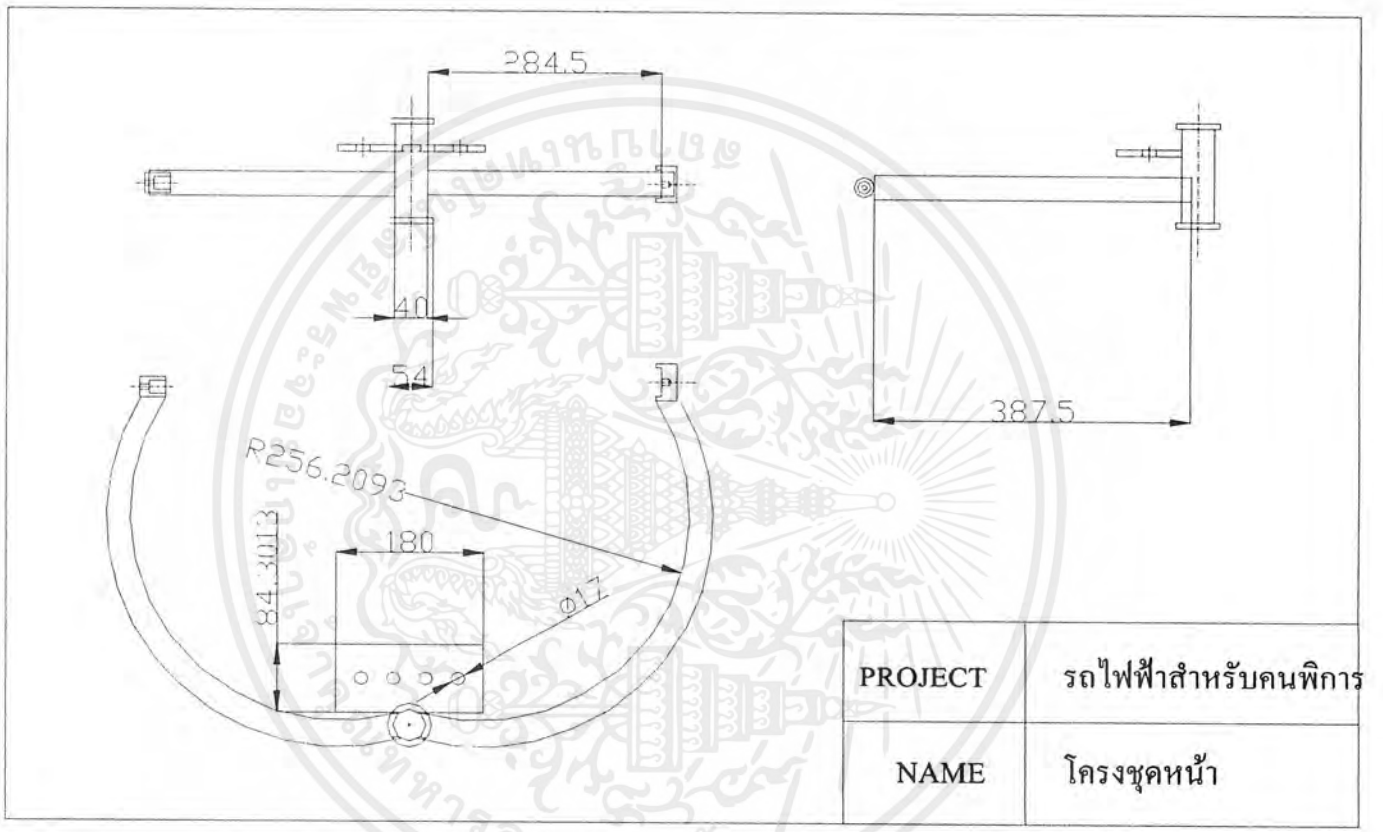
รูปที่ 4.22 อุปกรณ์กันกระเทือน (ด้านขวา)



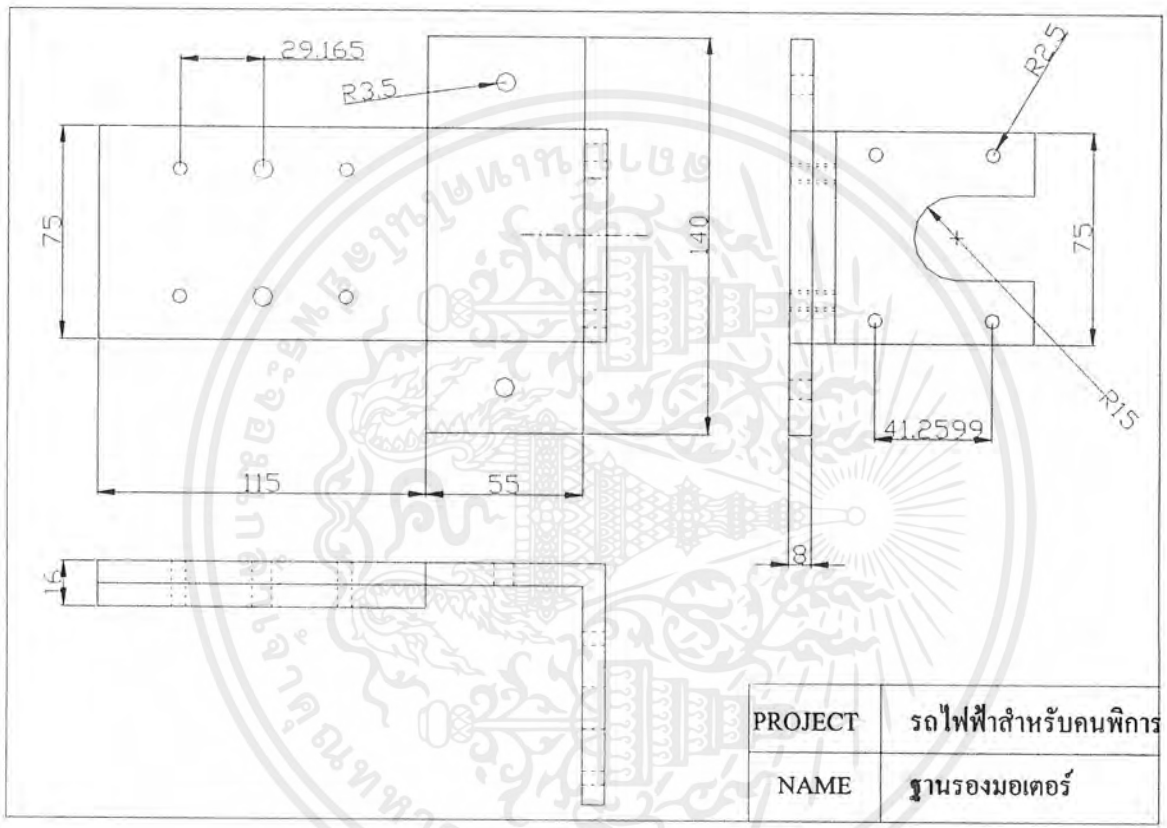
รูป 4.23 อุปกรณ์กันกระเทือน (ด้านซ้าย)



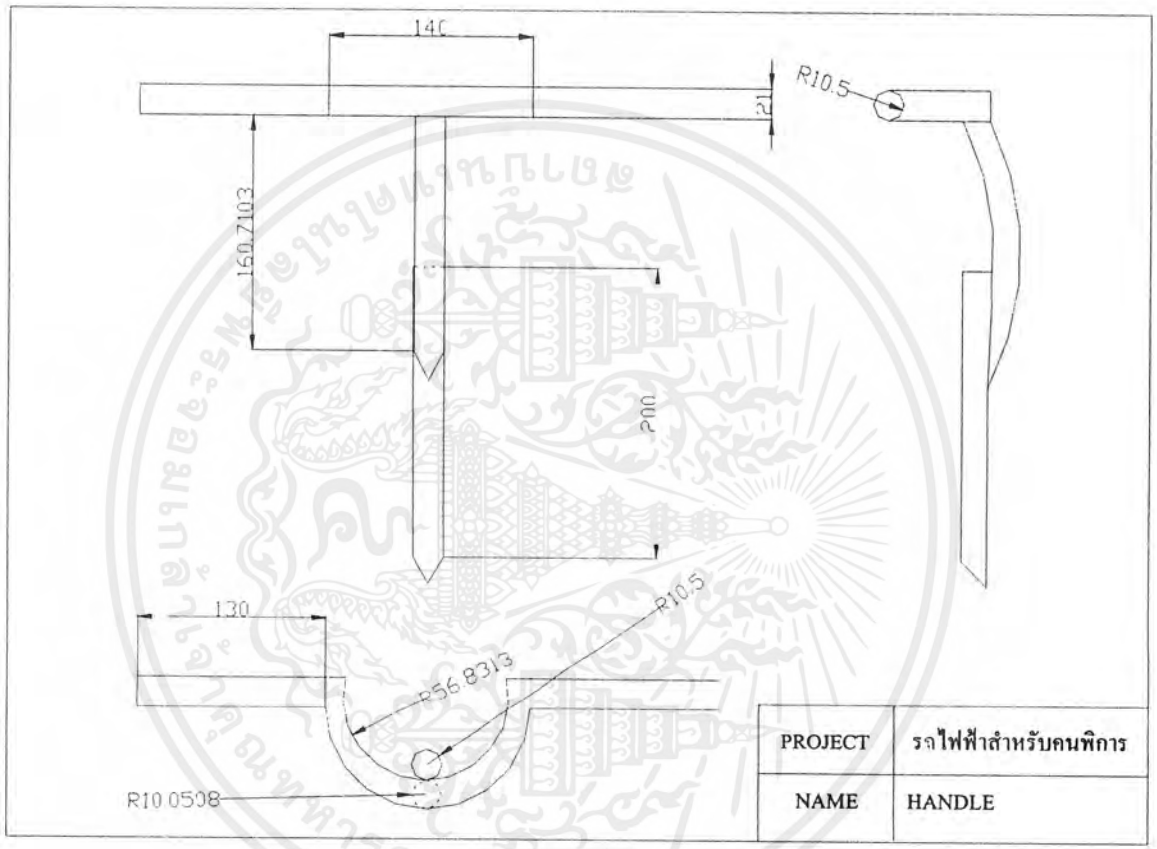
รูปที่ 4.24 ขาตะเกียบ



รูปที่ 4.25 โครงชุดหน้า



รูปที่ 4.26 ฐานรองมอเตอร์



รูปที่ 4.27 HANDLE

บทที่ 5

การทดสอบและผลการทดสอบ

1.ทดสอบแรงที่ต้องใช้ในการเคลื่อนรถ WHEELCHAIR

การทดสอบมีประโยชน์เพื่อที่จะให้เรารู้ว่าเราสามารถผ่อนแรงคนพิการได้มากเท่าไหร่ โดยในการทดสอบนี้เราได้ทดสอบบนพื้นผิวเรียบ และ ดูว่าน้ำหนักแต่ละคนมีผลต่อการขับเคลื่อนรถ WHEELCHAIR มากน้อยเท่าไร

1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

โดยข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบนี้คือ

น้ำหนักของคนที่นั่ง = 57.3 , 85.7 ,96 กิโลกรัม

น้ำหนักรถคนพิการ = 26 กิโลกรัม

รัศมีของล้อรถ WHEELCHAIR = 200 มิลลิเมตร

1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

ในการทดสอบเราได้ใช้สปริงในการหาค่าของแรง ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องทดสอบหาค่าคงที่ หรือ ค่านิจ ของสปริงเสียก่อนซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

1.2.1 วัดค่าความยาวของสปริงตอนเริ่มต้นได้ = 380 มิลลิเมตร

1.2.2 ชั่งก้อนน้ำหนักที่ต้องการจะถ่วง = 0.9 กิโลกรัม

1.2.3วัดค่าความยาวของสปริงหลังจากถ่วงก้อนน้ำหนักแล้ว = 5555 มิลลิเมตร

ดังนั้นสามารถคำนวณหาค่านิจของสปริงจาก $F = k\Delta l$

แทนค่า $0.9 * 9.807 = k(555 - 380) * 10^{-3}$

ดังนั้น $k = 50.436 N/m$

1.3 วิธีการทดสอบ - มีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

1.3.1 นำสปริงไปผูกติดไว้กับจุดบนสุดของล้อทั้งสองข้างของรถ WHEELCHAIR

1.3.2 ค่อยๆดึงสปริงทั้ง 2 ข้างพร้อมๆกันจนกว่ารถ WHEELCHAIR จะเริ่มเคลื่อนที่

1.3.3 ทำการวัดความยาวของสปริงทั้งสองข้างซึ่งถ้ามีความแม่นยำเพียงพอแล้วจะพบว่าค่าทั้งสองข้างจะต้องเท่ากัน

1.3.4 บันทึกผลของความยาว ที่น้ำหนักคนต่างๆ

1.4 ผลการทดสอบ – สามารถเขียนเป็นตารางแสดงได้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักคน	น้ำหนักรถ	ความยาวสปริง(mm)
57.3	26	275
85.7	26	310
96	26	360

ตารางที่ 5.1 แสดงความยาวสปริงที่น้ำหนักคนต่างๆ

จากตารางเราต้องแปลงค่าความยาวสปริงให้เป็นแรงได้เป็นดังนี้

น้ำหนักคน	น้ำหนักรถ	แรงที่ใช้ดึง(N)
57.3	26	4.135
85.7	26	5.901
96	26	8.42

ตารางที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงกับน้ำหนักคน

และสามารถหา TORQUE ได้โดย $T = F * R$ และเขียนเป็นตารางได้

น้ำหนักรวม	ทอร์ก (N.m)
83.3	0.827
111.7	1.18
122	1.684

ตารางที่ 5.3 แสดงทอร์กที่คนพิการต้องออกแรง ที่น้ำหนักคนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทดสอบความเร็วของรถไฟฟ้าคนพิการที่น้ำหนักต่างๆ

ที่ได้มีการจัดการทดนี้เนื่องมาจากว่าต้องการเปรียบเทียบความเร็วของรถไฟฟ้าคนพิการที่วิ่งได้จริง ณ น้ำหนักคนที่นั่งต่างๆกัน ซึ่งจะทำให้สามารถรู้ได้ว่าที่น้ำหนักช่วงใดจึงจะสามารถใช้รถไฟฟ้าคนพิการได้ดี

2.1 ขั้นตอนการทดสอบ

2.1.1 เตรียมสถานที่โดยการขีดจุด START และ จุด FINISH ซึ่งเป็นระยะทางที่เรากำหนดขึ้นเพื่อทำการทดสอบ ในที่นี่กำหนดให้ระยะทางที่ทดสอบคือ 4.50 เมตร

2.1.2 ทำการจับเวลาทั้งเดินหน้า และ ถอยหลังโดยเริ่มตั้งแต่เริ่มออก START ไปยังจุด FINISH โดยแบ่งความเร็วออกเป็น 2 ค่า คือ ที่แรงดัน 12 V และ แรงดัน 24 V

2.1.3 บันทึกเวลาที่น้ำหนักคนต่างๆ

2.2 ผลการทดลอง – จากการจับเวลาในขณะเดินหน้า และ ถอยหลัง ที่แรงดัน 12 V และ 24 V ได้เป็นดังนี้

ที่แรงดัน 12 V

น้ำหนัก(กิโลกรัม)	เวลาที่จับได้ เดินหน้า (s)	เวลาที่จับได้ ถอยหลัง (s)
60	13.54	9
70	16	10
85	18	11
90	27	12

ตารางที่ 5.4 แสดงผลการทดสอบที่แรงดัน 12 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่แรงดัน 24 V

น้ำหนัก(กิโลกรัม)	เวลาที่จับได้ เดินหน้า (s)	เวลาที่จับได้ ถอยหลัง (s)
60	5.31	5
70	6	5
85	6.2	5
90	6.69	5

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการทดสอบที่แรงดัน 24 V

ซึ่งเราสามารถเปลี่ยนเวลาที่บันทึกเป็นความเร็วได้โดยใช้สูตร $V = \frac{S}{t}$ และได้ผลเป็น

ที่แรงดัน 12 V

น้ำหนัก(กิโลกรัม)	ความเร็ว เดินหน้า (km/h)	ความเร็ว ถอยหลัง (km/h)
60	1.19	1.8
70	1.01	1.62
85	0.9	1.47
90	0.6	1.35

ตารางที่ 5.6 แสดงผลของน้ำหนักคนต่อความเร็วทั้งเดินหน้า และ ถอยหลังที่แรงดัน 12 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่แรงดัน 24 V

น้ำหนัก(กิโลกรัม)	ความเร็ว เดินหน้า (km/h)	ความเร็ว ถอยหลัง (km/h)
60	3.0492	3.24
70	2.7	3.24
85	2.61	3.24
90	2.42	3.24

ตารางที่ 5.7 แสดงผลของน้ำหนักคนต่อความเร็วทั้งเดินหน้า และ ถอยหลังที่แรงดัน 24 V

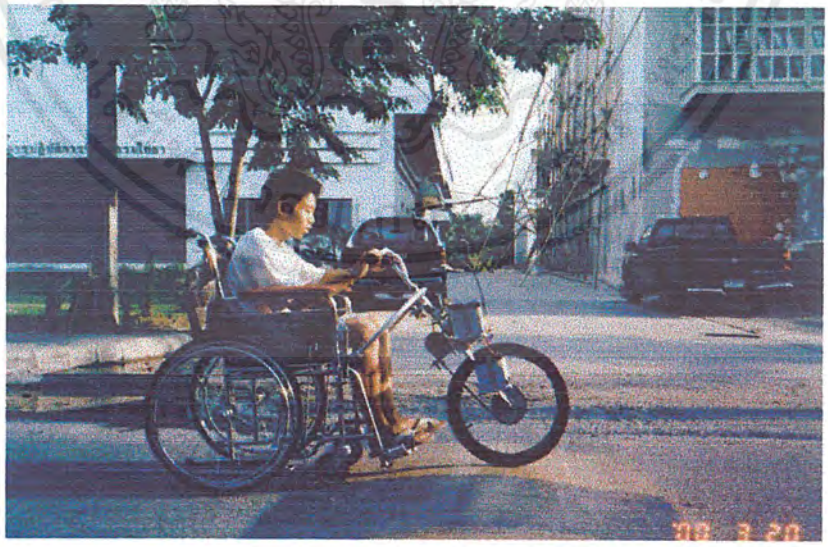
2.3 สรุปผลการทดลอง - ซึ่งจากตางรางทั้งหมดสามารถที่พอจะสรุปได้ว่า น้ำหนักคนมีผลกระทบต่อความเร็วเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่แรงดันไฟฟ้า 12 V ซึ่งมีค่า ทอร์ก น้อยดังนั้น ถ้ามีการเพิ่ม Load เข้าไปจนประมาณ 90 กิโลกรัมขึ้นไปก็จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน แต่ถ้าเป็นแรงดันไฟฟ้า 24 V ผลกระทบตรงนี้จะลดลงเนื่องจากที่แรงดันนี้มีค่า ทอร์ก ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าน้ำหนักคนพิการที่จะมานั่งควรอยู่ระหว่าง 60 – 70 กิโลกรัม

3. การทดลองขึ้นทางลาดชัน และ ตัวหนอน

โดยปรกติแล้วในการที่คนพิการจะเข็นรถ WHEELCHAIR ขึ้นทางลาดชัน หรือ ขึ้นตัวหนอนนั้นจะเป็นการลำบากเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากต้องใช้แรงเป็นจำนวนมากดังนั้นการทดสอบนี้จึงมีขึ้นเพื่อที่จะดูว่าทางลาดชันประมาณเท่าใดที่รถไฟฟ้าคนพิการสามารถขึ้นได้ และยังดูด้วยว่าสามารถขึ้นตัวหนอนตามถนนได้หรือเปล่าซึ่งในการทดสอบสามารถแสดงได้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.1 แสดงการขับรถไฟฟ้าคนพิการขึ้นทางลาดชันประมาณ 7 องศา



รูปที่5.2 แสดงรูปรถไฟฟ้าคนพิการขึ้นหลังเต่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ผลการทดลอง

โดยจากรูป 5.1ในการทดลองนั้นได้เลือกถนนที่มีความชันบริเวณหน้า WORK SHOP ซึ่งมีความชันที่วัดได้ประมาณ 7 – 10 องศา ส่วนบริเวณอื่นๆนั้นไม่สามารถขึ้นได้เนื่องจากมีความชันค่อนข้างมากซึ่งจากการขับพบว่ารถสามารถขึ้นทางลาดชันประมาณ 7 – 10องศาได้เป็นอย่างดีแต่จะมีอุปสรรคอยู่ที่ตรงบริเวณทางก่อนที่จะขึ้นนั้นขรุขระเป็นอย่างมากทำให้บางทีไม่สามารถขึ้นได้ดังนั้นจึงต้องเลือกพื้นถนนที่ค่อนข้างราบเรียบจึงจะสามารถขึ้นทางชันได้ดี

ในรูป 5.1 เป็นการขับรถไฟฟ้าคนพิการขึ้นบริเวณตัวหนอนบริเวณถนนภายในคณะซึ่งมีตัวหนอนหลายๆขนาดด้วยกัน ซึ่งจากการทดลองขับก็สามารถขึ้นได้ทุกขนาดโดยความเร็วหลังจากลงตัวหนอนแล้วลดลงเพียงเล็กน้อย

ซึ่งในการทดสอบทั้ง 2 อย่างจะใช้ความเร็วที่แรงดันไฟฟ้า 24 V เนื่องจากที่แรงดันไฟฟ้าระดับนี้ก่อให้เกิดความเร็วซึ่งเป็นแรงเฉื่อยที่ทำให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และ ยังก่อให้เกิด TORQUE สูงอีกด้วย

4. การทดสอบมุมเลี้ยวของล้อ

เพื่อดูว่าล้อสามารถเลี้ยวทำมุมได้เท่าไร และ ความกว้างของถนนในการกลับรถได้ความใช้ประมาณเท่าไร

รูปที่ 5.3 แสดงการเลี้ยวของรถไฟฟ้าคนพิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการทดลอง

จากการวัดในขณะที่ทำการทดลองได้ผลออกมาดังนี้

มุมเลี้ยวของล้อ = 40 องศา

ระยะความกว้างของถนนที่ใช้ในการเลี้ยว = 2.25 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ปัญหาที่เกิดขึ้น

จากที่ได้มีการสร้างรถไฟฟ้าคนพิการจนสำเร็จลุล่วงได้นั้นในขณะที่ได้ทำงานก็ได้เกิดปัญหาหลายๆอย่างด้วยกันซึ่งปัญหาที่เกิดพอสรุปได้เป็นข้อๆดังต่อไปนี้

1.1 ปัญหาในการออกแบบ – ซึ่งการออกแบบเป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างรถไฟฟ้าคนพิการโดยปัญหาอยู่ที่ว่า จะทำอย่างไรให้พื้นที่ภายในกว้างพอที่จะไม่ติดขาคนพิการและตัวชุดส่วนหน้าต้องไม่ยาวจนเกินไป

1.2 ปัญหาในระหว่างการดำเนินงาน - ซึ่งเป็นปัญหาที่สร้างความยุ่งยากมากที่สุดเนื่องจากบางทีเราไม่สามารถทราบได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อไร โดยมีปัญหาที่ใหญ่ดังต่อไปนี้

1.2.1 บริเวณจุดยึด - ตามที่กล่าวไว้แล้วบริเวณจุดยึดเป็นจุดที่รับแรงมากทั้งในขณะขับหรือในการเข้า-ออก ซึ่งการออกแบบไว้ในตอนแรกได้ให้เป็นจุดที่ Fix กล่าวคือสามารถหมุนให้เข้าออกได้เท่านั้นไม่สามารถหมุนในทิศทางอื่นได้ซึ่งเมื่อได้ประกอบเข้าไปแล้วก็ปรากฏว่าจุดยึดชนิดนี้ไม่สามารถที่จะรับแรงได้ ดังนั้นจึงได้มีการเปลี่ยนมาเป็นแบบปัจจุบันซึ่งมีข้อดีคือสามารถหมุนได้และยังมีสปริงซึ่งเป็นตัวกันแรงกระแทกให้กับจุดยึดอีกด้วย

1.2.2 ที่วางแบตเตอรี่ - เนื่องจาก Concept ของรถคนพิการคันนี้ไม่ต้องการที่จะไปยุ่งเกี่ยวหรือดัดแปลงในส่วนของรถ WHEELCHAIR ดังนั้นที่วางแบตเตอรี่จึงกลายมาเป็นอุปสรรคเนื่องจากถ้าเอาไว้ด้านในจะทำให้เนื้อที่ภายในลดลง ซึ่งแบตเตอรี่ที่ใช้มีจำนวนถึง 4 ก้อนดังนั้นจึงต้องหาที่วางที่เหมาะสมและต้องมีความสมดุลกันเนื่องจากถ้าไม่สมดุลแล้วอาจทำให้เกิดปัญหาในการควบคุม HAND ในขณะเลี้ยวได้

1.2.3 ความชำนาญงานในด้านเทคนิค - ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญสุดเนื่องจากการฝึกฝนในทักษะด้านเทคนิคไม่เพียงพอ โดยส่วนมากจะเกิดในขณะทำการเชื่อมโลหะซึ่งทำให้บางทีเมื่อนำไปประกอบแล้วรอยเชื่อมนั้นไม่สามารถที่จะรับแรงได้

1.3 ปัญหาในการทดลอง - ความไม่พร้อมทางด้านอุปกรณ์เป็นอุปสรรค์มากในการทำการทดลองเนื่องจากทำให้ไม่สามารถที่จะทำการวัดค่าต่างๆออกมาได้ อาทิเช่น อุปกรณ์ในการวัดค่ากระแสของมอเตอร์ในขณะที่มีการขับรถเนื่องจาก อุปกรณ์ที่มีอยู่สามารถวัดได้จำกัดซึ่งก็ทำให้ไม่สามารถที่จะรู้ค่าของ TORQUE สูงสุดได้เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

รถไฟฟ้าคนพิการที่สร้างขึ้นมานี้ทางผู้จัดทำก็พยายามอย่างเต็มที่ที่จะให้ออกมาอย่างดีที่สุด แต่ก็มีข้อจำกัดในหลายๆอย่างดังนั้นทางผู้จัดทำก็อยากเสนอแนวความคิดบางอย่างที่อาจจะนำไปปรับปรุงพัฒนาให้ดีกว่าเดิมดังนี้

2.1 การเปิด-ปิด ในขณะเข้าออก

รถไฟฟ้าคนพิการที่สร้างขึ้นมานี้ ตัวสลักบริเวณทางเข้า-ออก ยังไม่มีความสมบูรณ์มากนัก ดังนั้นจึงควรทำสลักที่เวลาใส่สลักเข้าไปแล้วสามารถล็อกสลักให้ติดกับแป้นได้ซึ่งจะทำให้เวลาที่รถเคลื่อนที่ หรือ ตกหลุม สลักจะได้ไม่หลุดซึ่งถ้าหลุดแล้วก็อาจก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นกับโครงรถได้

2.2 น้ำหนักในชุดส่วนหน้า

เนื่องจากรถไฟฟ้าคนพิการนี้ได้มีการถ่วงน้ำหนักขึ้นมาจากเดิมเนื่องจากตัวจุดยึดได้ออกแบบมาเป็นแบบอิสระ ดังนั้นน้ำหนักที่ตกลงในชุดส่วนหน้าถ้าไม่หนักพอก็จะทำให้ล้อ free ได้ซึ่งเราอาจจะแก้ไขปัญหานี้โดยการเอาตุ้มถ่วงน้ำหนักออกและทำการใส่สปริงที่มีความแข็งพอสมควรมากดลงบริเวณจุดยึดซึ่งก็อาจจะช่วยได้ในระดับหนึ่ง

2.3 DC MOTOR

เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้เป็นของเก่าซึ่งไม่สามารถรู้ค่าพิกัดต่างๆได้เลย ซึ่งเมื่อเวลานำมาใช้จริงแรงที่ได้ก็ยังไม่เต็มที่เท่าที่ควรสังเกตุจากเมื่อนำไปรับน้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัมขึ้นไปก็จะทำให้ความเร็วลดลงค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงอาจแก้ไขโดยการเปลี่ยนแบตเตอรี่ให้รับ กระแสได้เพิ่มขึ้นซึ่งก็สามารถเพิ่มทอร์กให้กับมอเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กลศาสตร์ของแข็ง อ.สมชัย นรเศรษโสภร
2. การออกแบบเครื่องจักรกล ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ ชาญ ถนัดงาน
3. AUTOMOTIVE ENGINEERING อ. จินดา เจริญพรพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้