

รดยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชัน
FORKLIFT WITH MOVEMENT CONTROLLED BY APPLICATIONS



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รดยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชัน
FORKLIFT WITH MOVEMENT CONTROLLED BY APPLICATIONS

โดย		
นางสาวกัลยาณี	หวังสาสุข	62010056
นางสาวณฐา	โกคินวราตล	62010242
นางสาวเพริศแพรว	โอฆะพนม	62010666

อาจารย์ที่ปรึกษา

ศ. ดร.ชวรงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชัน

FORKLIFT WITH MOVEMENT CONTROLLED BY APPLICATIONS

ผู้จัดทำ

- | | | |
|--------------------|------------|----------|
| 1. นางสาวกัลยาณี | หวังสาสุข | 62010056 |
| 2. นางสาวณฐา | โกคินวรากล | 62010242 |
| 3. นางสาวเพริศแพรว | โอชะพนม | 62010666 |



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศ. ดร.ชวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงการเรื่อง “รถยนต์ของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชัน” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการคือ ศ. ดร.ชวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์ และพี่ ๆ สมาชิกห้อง AERIAL LAB ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้าวิจัย ให้โครงการนี้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระหว่างการจัดทำโครงการ ขอขอบพระคุณในความปรารถนาดี และความห่วงใยที่มีให้แก่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ และประสบการณ์ให้แก่ผู้จัดทำ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจที่สำคัญเสมอมาและที่สำคัญคือสนับสนุนให้โอกาสทางด้านการศึกษามีค่ายิ่งแก่ผู้จัดทำ

นางสาวกัลยาณี หวังสาสุข
นางสาวณฐา โภคินวราดล
นางสาวเพริศแพรว โอชะพนม
ผู้จัดทำ

รถยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชัน
 FORKLIFT WITH MOVEMENT CONTROLLED BY
 APPLICATIONS

โดย	นางสาวกัลยาณี	หวังสาสุข	62010056
	นางสาวณฐา	โกคินวราตล	62010242
	นางสาวเพริศแพรว	โอชะพนม	62010666

อาจารย์ที่ปรึกษา ศ. ดร.ชวรงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีบุคคลจำนวนมากที่มีการเจ็บป่วยจากโรคระดุกและข้อ ซึ่งสาเหตุเกิดจากพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันที่เสี่ยงต่อโรคระดุกและข้อ หรือการบาดเจ็บที่เกิดจากสาเหตุการยกของหนัก รถยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชันจะช่วยอำนวยความสะดวก ลดความเสี่ยงการบาดเจ็บจากการเคลื่อนย้ายและยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากต้องใช้เวลาาน และมีระยะทางไกลเพื่อรองรับผู้ที่มีภาวะโรคระดุกและข้อไม่สมบูรณ์ รวมถึงผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ เช่น คนพิการ หรือสตรี เป็นต้น โดยใช้โครงสร้างแบบขากรรไกรในการยกฐานสำหรับวางสิ่งของและใช้บอร์ดคอนโทรลเลอร์ โมดูลเซนเซอร์ มอเตอร์และแอปพลิเคชันมือถือเพื่อให้รถเคลื่อนที่ตามการควบคุมของผู้ใช้งาน

ABSTRACT

Bone and joint diseases are prevalent in modern society, with certain conditions arising due to regular habits that put individuals at risk. Notably, injuries resulting from carrying large objects can contribute to the development of bone and joint diseases. The use of application-controlled forklifts can facilitate the safe lifting and movement of heavy, time-consuming objects, as well as support individuals who suffer from incomplete orthopedic disorders. This thesis proposes a scissor structure to elevate the base for positioning objects, which can be operated using a controller board. This design allows for ease of use by anyone, including individuals who require special assistance, such as women or persons with disabilities. Additionally, a monitoring system is implemented, and motors and hand controls are utilized to move the car under the driver's direction. The proposed system serves as a valuable contribution to the prevention of bone and joint diseases caused by carrying heavy loads, especially for individuals with orthopedic disorders or physical limitations. By employing a scissor structure and an application-controlled forklift, this system provides a safer and more efficient means of moving heavy objects while reducing the risk of injury.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
บทที่ 2	
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 โรคระดุกและข้อ	3
2.2 โรคระดุกสันหลังเสื่อม	3
2.3 Blynk applications	4
2.4 ระบบ X-lift	6
2.5 ESP32	11
2.6 โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N	13
2.7 รีเลย์โมดูล (Relay module)	14
2.8 แบตเตอรี่	16
2.9 มอเตอร์กระแสตรง	16
2.10 ล้อ	17
2.11 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น	18
2.12 ไม้ MDF	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
การออกแบบและการจัดทำปฏิญานិพนธ์	19
3.1 การออกแบบ	19
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	30
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	31
บทที่ 4	
ผลการทดลอง	33
4.1 ทดสอบการทำงานโมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N	33
4.2 ทดสอบการทำงานตัวกระตุ้นเชิงเส้น	34
4.3 ทดสอบการควบคุมการยกของรถยกของ	34
4.4 ทดสอบการควบคุมทิศทางของรถยกของ	37
4.5 การทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรถยกของเมื่อทำการยกในแนวตั้ง	40
4.6 การทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรถยกของเมื่อเคลื่อนที่ในแนวราบ	41
4.7 การทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่	42
บทที่ 5	
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	44
5.1 สรุปผล	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	
คำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวราบและการยกในแนวตั้งของรถยกของผ่าน Blynk applications	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพรวมการเชื่อมต่อ Blynk server	5
2.2 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น	6
2.3 ลักษณะการทำงานของตัวกระตุ้น	6
2.4 จำลองโครงสร้างการคำนวณขากรรไกร X-lift ขณะยึดสุด	7
2.5 หาค่า m , r และมุม θ_{\max}	8
2.6 จำลองโครงสร้างการคำนวณขากรรไกร X-lift ขณะหดสั้นสุด	8
2.7 ภาพการคำนวณของขากรรไกร X-lift (ก) ขณะยึดสุดและ (ข) หดสั้นสุดตามทฤษฎี	9
2.8 ภาพจำลองโครงสร้างการคำนวณของขากรรไกร X-lift (ก) ขณะยึดสุดและ (ข) หดสั้นสุด	9
2.9 หาค่า x และ มุม θ_{\min}	10
2.10 หาดำแหน่งในการวางตัวกระตุ้นเชิงเส้น	11
2.11 ESP32	12
2.12 พอร์ตการเชื่อมต่อ ESP32	12
2.13 โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N	13
2.14 รีเลย์โมดูล	15
2.15 พอร์ตการเชื่อมต่อรีเลย์โมดูล	15
2.16 แบตเตอรี่	16
2.17 มอเตอร์กระแสตรง	17
2.18 ล้อ	17
2.19 ล้อคกิ้ง	17
2.20 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น	18
2.21 ไม้ MDF	18
3.1 บล็อกไดอะแกรมของรดยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.2 วงจรการเชื่อมต่อระบบของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	20
3.3 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น	20
3.4 ความสูงโครงสร้างรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	21
3.5 ภาพมุมมองของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	21
3.6 ด้านหน้าของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะยี่ด	22
3.7 ด้านข้างของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะยี่ด	23
3.8 ด้านหลังของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะยี่ด	24
3.9 ภาพมุมมอง 45 องศา ของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะยี่ด	24
3.10 ด้านหน้าของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะหด	25
3.11 ด้านข้างของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะหด	25
3.12 ด้านหลังของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะหด	26
3.13 ภาพมุมมอง 45 องศา ของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะหด	26
3.14 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลในแนวตั้ง	27
3.15 วงจรการเชื่อมต่อการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลในแนวตั้งของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.16	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลในแนวราบ	28
3.17	วงจรการเชื่อมต่อการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลในแนวราบของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	28
3.18	แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวตั้งของรถยกของผ่าน Blynk applications	29
3.19	แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวราบของรถยกของผ่าน Blynk application	30
4.1	ทดสอบการทำงานโมดูลขับเคลื่อน L298N	33
4.2	ทดสอบการยึดของตัวกระตุ้นเชิงเส้น	34
4.3	วงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมการยกของรถยกของผ่าน Blynk applications	35
4.4	หน้าจอแสดงการควบคุมการยกของรถยกของบนหน้าจอ Blynk applications	35
4.5	การเคลื่อนที่ขึ้นของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	36
4.6	การเคลื่อนที่ลงของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	36
4.7	วงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมทิศทางของรถยกของผ่าน Blynk applications	37
4.8	หน้าจอแสดงการควบคุมทิศทางของรถยกของบนหน้าจอ Blynk applications	38
4.9	การเคลื่อนที่ไปด้านหน้าของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	38
4.10	การเคลื่อนที่ไปด้านซ้ายของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11 การเคลื่อนที่ไปด้านขวาของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	39
4.12 การเคลื่อนที่ไปด้านหลังของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications	39
4.13 ภาพจำลองการทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรถยกของเมื่อทำ การยกในแนวตั้ง	40
4.14 การรับน้ำหนักสิ่งของและระยะเวลาที่ใช้ในการยกของรถยกของ	40
4.15 ภาพจำลองการทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรถยกของเมื่อ เคลื่อนที่ในแนวราบ	41
4.16 การรับน้ำหนักสิ่งของและระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของรถยกของ	42
4.17 ทดสอบประสิทธิภาพแบตเตอรี่	43
4.18 แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ทุก 5 นาที	43

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ ESP32	12
2.2	พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของโมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N	13
2.3	พอร์ตการเชื่อมต่อโมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N	14
2.4	พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของรีเลย์โมดูล	15
2.5	ข้อมูลทางเทคนิคของแบตเตอรี่	16

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีบุคคลจำนวนมากที่มีการเจ็บป่วยจากโรคกระดูกและข้อ ซึ่งสาเหตุเกิดจากพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องต่อโรคกระดูกและข้อ หรือการบาดเจ็บที่เกิดจากสาเหตุการยกของหนัก รถยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชันจะช่วยอำนวยความสะดวก ลดความเสี่ยงการบาดเจ็บจากการเคลื่อนย้ายและยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากต้องใช้เวลาาน และมีระยะทางไกลเพื่อรองรับผู้ที่มีภาวะโรคกระดูกและข้อไม่สมบูรณ์ รวมถึงผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ เช่น คนพิการ หรือสตรี เป็นต้น โดยใช้โครงสร้างแบบขารรไกโรในการยกฐานสำหรับวางสิ่งของและใช้บอร์ดคอนโทรลเลอร์ โมดูลเซนเซอร์ มอเตอร์และแอปพลิเคชันเพื่อให้รถเคลื่อนที่ตามการควบคุมของผู้ใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อสร้างนวัตกรรมรถยกของเคลื่อนที่รองรับผู้ที่มีภาวะโรคกระดูกและข้อไม่สมบูรณ์ รวมถึงผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ
- 2) เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากต้องใช้เวลาาน และมีระยะทางไกล
- 3) เพื่อลดความเสี่ยงการบาดเจ็บจากการยกของหนักและเคลื่อนย้ายสิ่งของที่ต้องใช้เวลาาน และมีระยะทางไกล

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ได้ทำการออกแบบและสร้างรถยกของเคลื่อนที่ตามการควบคุมของผู้ใช้งานได้ในสภาพพื้นที่เรียบและมีความสูงชันที่พอเหมาะ ซึ่งตัวรถประกอบด้วยส่วนของฐานด้านล่างและฐานด้านบนรถ โดยมีระบบขารรไกโรเชื่อมกับฐานทั้ง 2 เพื่อใช้สำหรับการยกของ รถยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชันสามารถเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่ถูกควบคุมและควบคุมขารรไกโรสำหรับการยก

ของได้ โดยควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งรยกของสามารถบรรทุก
น้ำหนักได้ 5 กิโลกรัม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปฏิญญาพันธ “รดยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชัน” ได้ทำการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ที่ช่วยเคลื่อนย้ายสิ่งของและควบคุมการใช้งานผ่านแอปพลิเคชันมือถือ ซึ่งมีทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 โรคระดูกและข้อ

2.1.1 โรครข้อและกระดูก

โรครข้อและกระดูก คือ โรครที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบไขข้อและกระดูก โรครนี้มักเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ เนื่องจากร่างกายผลิตปริมาณแคลเซียมได้ช้ากว่าการเสื่อมสลายอันเนื่องมาจากความสูงวัย

2.1.2 สาเหตุ

โรครของข้อและกระดูก มีสาเหตุเกิดจากความผิดปกติของกระดูก และข้อกระดูกที่ได้รับบาดเจ็บที่ข้อและกระดูก การทำงานหนักของข้อและกระดูก รวมถึงปัญหาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

2.1.3 การป้องกัน

แนวทางการป้องกันโรครกระดูกและข้อสามารถทำได้โดยการปรับพฤติกรรม และลดความเสี่ยงที่ทำให้ระบบข้อและกระดูกเสื่อมเร็วกว่าที่ควรจะเป็น [1]

2.2 โรครกระดูกสันหลังเสื่อม

2.2.1 โรครกระดูกสันหลังเสื่อม

โรครกระดูกสันหลังเสื่อม คือโรครกระดูกสันหลังมีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างที่เปลี่ยนไปตามความเสื่อมที่เกิดขึ้น เช่น หมอนรองกระดูกสันหลังที่แคบลง ผิวข้อกระดูกไม่เรียบ และคุณสมบัติของกระดูกสันหลังที่รับน้ำหนักได้ลดลง เคลื่อนไหวได้น้อยลง โรครกระดูกสันหลังเสื่อมสามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคน เนื่องจากการเกิดการเปลี่ยนแปลงของระยะเวลาในการใช้งาน

2.2.2 สาเหตุ

โรคระดูกสันหลังเสื่อมสามารถแบ่งสาเหตุได้ 2 กรณี ดังนี้

1) เกิดจากโครงสร้างกระดูกสันหลังที่ถูกสร้างขึ้นมาไม่แข็งแรงเท่าคนอื่น ผู้ป่วยจะมีความเสื่อมเร็วจากโครงสร้างผิดปกติ ทำให้เกิดความเสื่อมเร็ว และมีอาการได้ง่ายแม้ว่ายังมีอายุน้อย

2) เกิดจากการใช้งานกระดูกสันหลังมากเกินไปเกินความสามารถ เช่น การก้มยกของหนักมาก ๆ น้ำหนักที่เรายกจะส่งผ่านกระดูกสันหลังทำให้เกิดการบาดเจ็บของหมอนรองกระดูกสันหลัง เมื่อเกิดเหตุการณ์ซ้ำ ๆ ทำให้เกิดความเสื่อมของกระดูกสันหลังได้

2.2.3 การป้องกัน

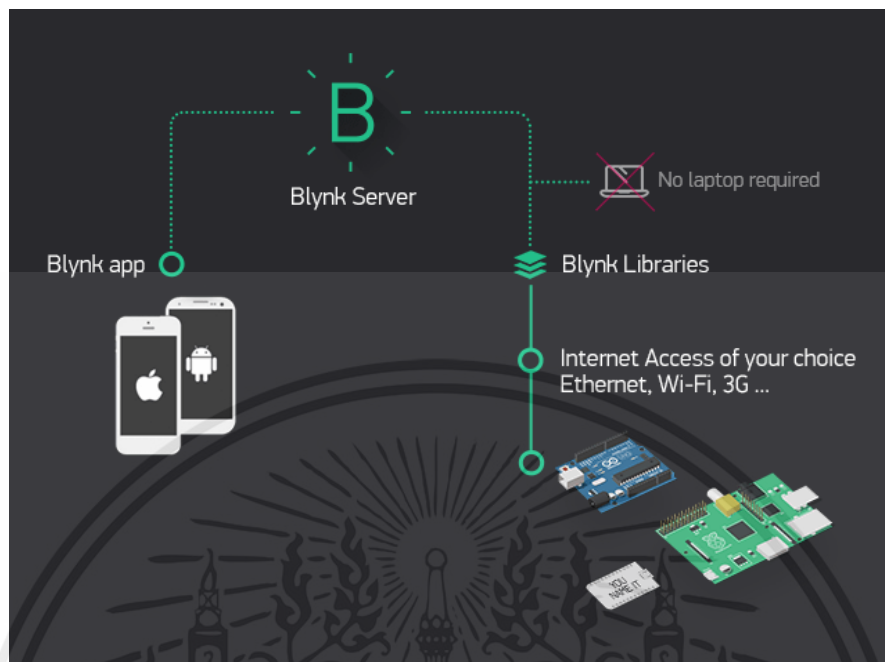
แนวทางการป้องกันโรคระดูกสันหลังเสื่อมสามารถปฏิบัติได้ดังนี้

1) เกิดจากโครงสร้างกระดูกสันหลังที่ถูกสร้างขึ้นมาไม่แข็งแรงเท่าคนอื่น ผู้ป่วยจะมีความเสื่อมเร็วจากโครงสร้างผิดปกติ ทำให้เกิดความเสื่อมเร็ว และมีอาการได้ง่ายแม้ว่ายังมีอายุน้อย หลีกเลี่ยงการใช้งานหนักในท่าที่ไม่เหมาะสมเป็นระยะเวลานาน ๆ เช่นการก้มยกของหนัก

2) การออกกำลังกายเพื่อให้กล้ามเนื้อแข็งแรง จะช่วยทำให้การทำงานของกระดูกสันหลังสามารถชะลอความเสื่อมได้ [2]

2.3 Blynk applications

Blynk เป็นชื่อโดยรวมของการบริการให้ผู้ใช้งานได้ใช้งานเครื่องแม่ข่าย คือ Blynk server ที่เป็น Internet of Things (IoT) Cloud ซึ่งถูกพัฒนามาจากภาษา Java ทำให้สามารถทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย เช่น Windows Mac หรือ Linux โดยเครื่องแม่ข่าย (Blynk server) พัฒนาเป็นแบบเปิด (Open-source) ภายใต้ลิขสิทธิ์แบบ GNU ทำให้เราสามารถนำ Blynk ไปใช้งานประกอบการ สร้างนวัตกรรมเพื่อการค้า แก้อา ขัดแปลง เผยแพร่ หรือแจกจ่ายได้ ซึ่งภาพรวมการเชื่อมต่อ Blynk server ของระบบแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ภาพรวมการเชื่อมต่อ Blynk server [3]

Blynk App คือ แอปพลิเคชันสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับงานที่เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) ที่ทำให้เราสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ตในลักษณะการเชื่อมต่อเครื่องแม่ข่าย (Server) ไปยังอุปกรณ์ลูกข่าย (Client) เช่น Arduino ESP-8266 ESP-32 NodeMCU และ Raspberry Pi ซึ่ง Blynk App สามารถใช้งานได้ฟรีและใช้งานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ IOS และ Android Blynk มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ [4]

1. Blynk App คือ แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนที่ทำหน้าที่ติดต่อผู้ใช้งานและอุปกรณ์เพื่อการควบคุมและแสดงผลหลากหลาย โดยอุปกรณ์ที่เรียกว่า “วิดเจ็ต” (Widget) ตัวแอปพลิเคชันใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android

2. Blynk server คือ เซิร์ฟเวอร์ที่มีหน้าที่สื่อสารระหว่างสมาร์ตโฟนกับอุปกรณ์ควบคุมปลายทาง โดยที่เซิร์ฟเวอร์นี้มีลักษณะเป็นคลาวด์สาธารณะ (Public cloud) ที่เรียกใช้ได้กับ Blynk App หรือผู้ใช้สามารถติดตั้ง Blynk server ไว้เป็นส่วนตัวได้ เนื่องจากเป็นแบบ Open source และยังสามารถติดตั้งเซิร์ฟเวอร์นี้ลงบนบอร์ด Raspberry Pi ได้ด้วย

3. Blynk libraries คือ ส่วนของโปรแกรมสนับสนุนที่นำไปใช้งานกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยม เช่น Arduino, Raspberry Pi เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

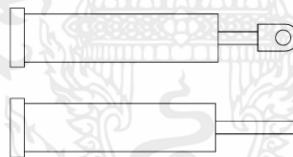
2.4 ระบบ X-lift

2.4.1 X-lift

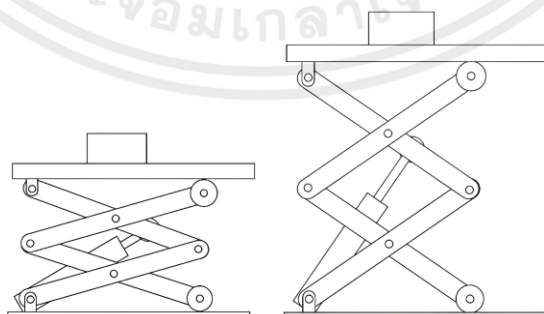
X-lift เป็นกลไกประเภทหนึ่งซึ่งช่วยให้สามารถเคลื่อนย้ายสิ่งของในแนวดิ่งได้ โดยไหลผ่านการใช้ตัวรองรับการพับแบบเชื่อมโยงในรูปแบบกากบาท "X" เรียกว่า Pantograph [5] การเคลื่อนที่ขึ้นเกิดจากการใช้แรง โดยตัวกระตุ้นบางตัว เช่น ไฮดรอลิก นิวแมติก เป็นต้น การวางตำแหน่งของตัวกระตุ้น (Actuator) ในจุดที่ใช้แรงบน Pantograph อาจส่งผลต่อแรงที่ต้องใช้ของตัวกระตุ้นสำหรับโหลดที่กำหนด การจัดวางตัวกระตุ้นอย่างเหมาะสมจะช่วยให้สามารถลดแรงที่ต้องใช้และระดับความเครียด (การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ) ในขากรรไกรที่อยู่ติดกันได้อย่างมาก

2.4.2 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น (Linear actuator)

แรงที่ใช้กับ X-lift สำหรับตัวกระตุ้นเชิงเส้น ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และมีลักษณะการทำงานแสดงดังรูปที่ 2.3 ซึ่งปลายด้านหนึ่งถูกขยายออก โดยปกติปลายที่ขยายจะเชื่อมต่อกับจุดใดจุดหนึ่งที่ฐานด้านบน ในขณะที่ปลายแบบคงที่จะเชื่อมต่อกับส่วนรองรับที่ตายตัว ดังนั้นเมื่อตัวกระตุ้นยื่นออกมาจะทำให้ฐานด้านบนยื่นออก



รูปที่ 2.2 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น

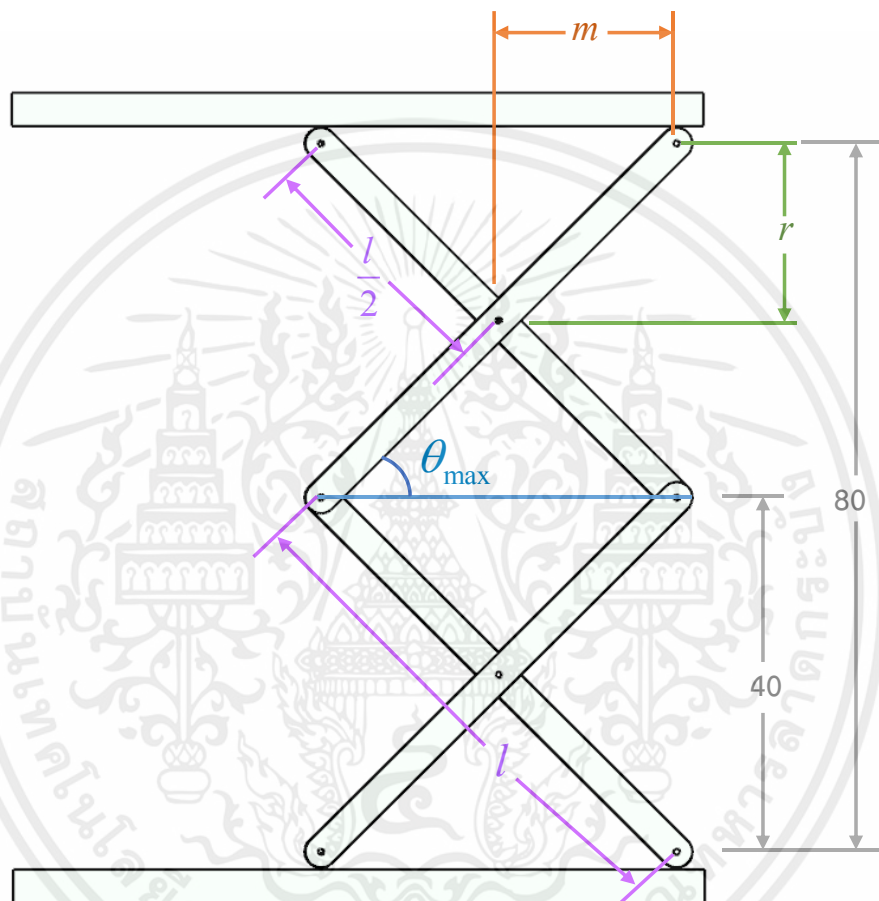


รูปที่ 2.3 ลักษณะการทำงานของตัวกระตุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

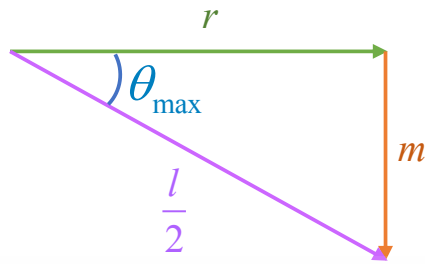
2.4.3 หลักการสร้างขากรรไกร X-lift

จากหลักการสร้างขากรรไกร X-lift ผู้จัดทำได้ทำการจำลองโครงสร้างการคำนวณของขากรรไกรขณะยืดสุด แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 จำลองโครงสร้างการคำนวณขากรรไกร X-lift ขณะยืดสุด

เริ่มจากการคำนวณหาค่า m และค่า r โดยสมการที่ (2.1) และมีค่าความยาวของขากรรไกร l เท่ากับ 47 เซนติเมตร จากนั้นนำมาคำนวณค่ามุมที่มากที่สุด θ_{\max} ของข้อต่อขากรรไกรขณะยืดสุด แสดงดังรูปที่ 2.5 และสมการที่ (2.2)

รูปที่ 2.5 หาค่า m , r และมุม θ_{\max}

จากสมการพีทาโกรัส

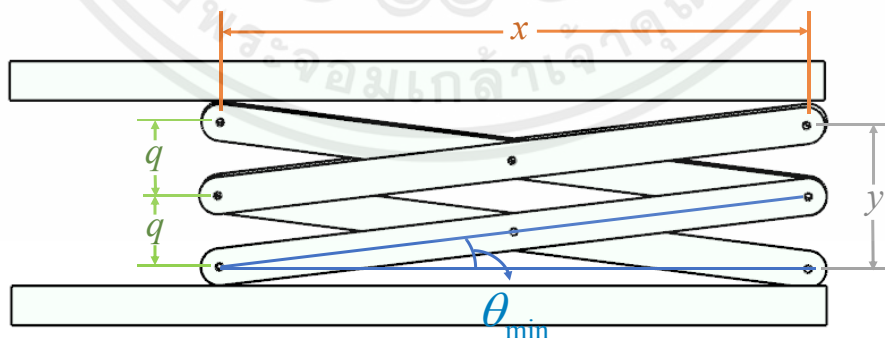
$$\frac{l}{2} = \sqrt{m^2 + r^2} \quad (2.1)$$

จะได้ $m \approx 10$ เซนติเมตร และ $r \approx 20$ เซนติเมตร

จะได้

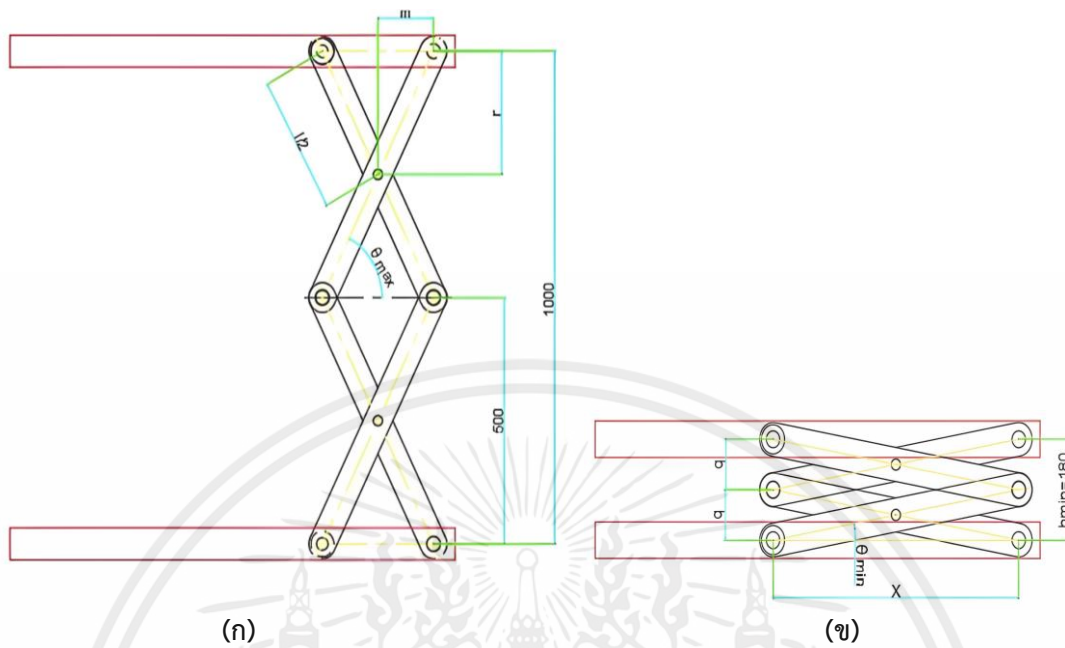
$$\theta_{\max} = \text{opposite} / \text{hypotenuse} = \sin^{-1}\left(\frac{r}{l/2}\right) = \left(\frac{20}{47/2}\right) = 58.33^\circ \quad (2.2)$$

จากนั้นผู้จัดทำได้ทำการคำนวณระยะหดสั้นสุดที่เป็นไปได้ ด้วยการจำลองโครงสร้างการคำนวณของขากรรไกรขณะหดสั้นสุด แสดงดังรูปที่ 2.6 โดยหาระยะ y จากการเทียบบัญญัติไตรยางค์ แสดงดังสมการที่ 2.3 กับตัวอย่างการคำนวณจากบทความที่นำมาศึกษาและโครงสร้างต้นแบบ แสดงดังรูปที่ 2.7 และ 2.8

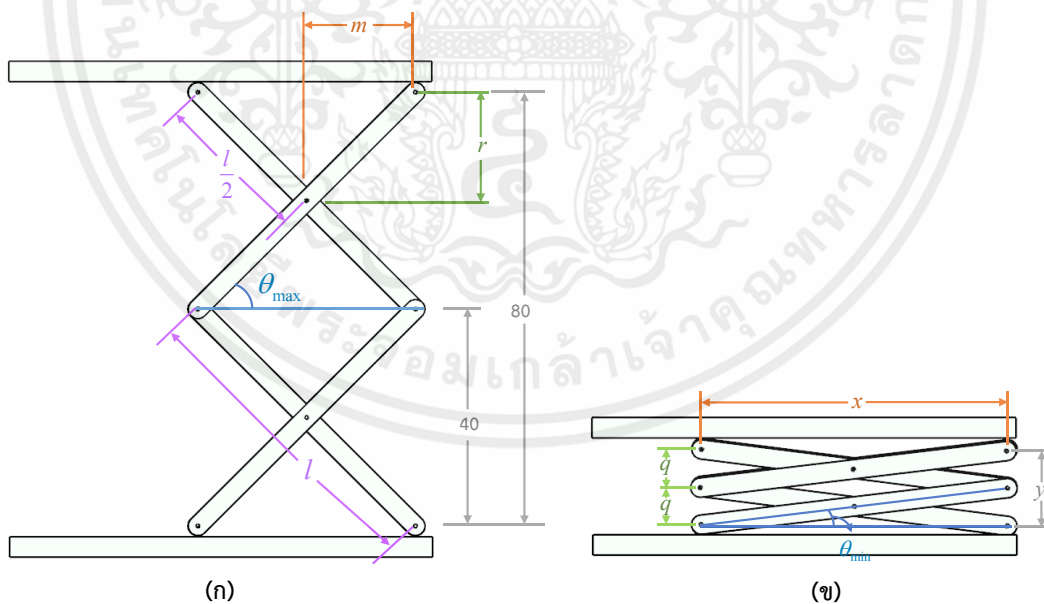


รูปที่ 2.6 จำลองโครงสร้างการคำนวณขากรรไกร X-lift ขณะหดสั้นสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ภาพการคำนวณของขากรรไกร X-lift (ก) ขณะยืดสุดและ (ข) หดสั้นสุดตามทฤษฎี [6]



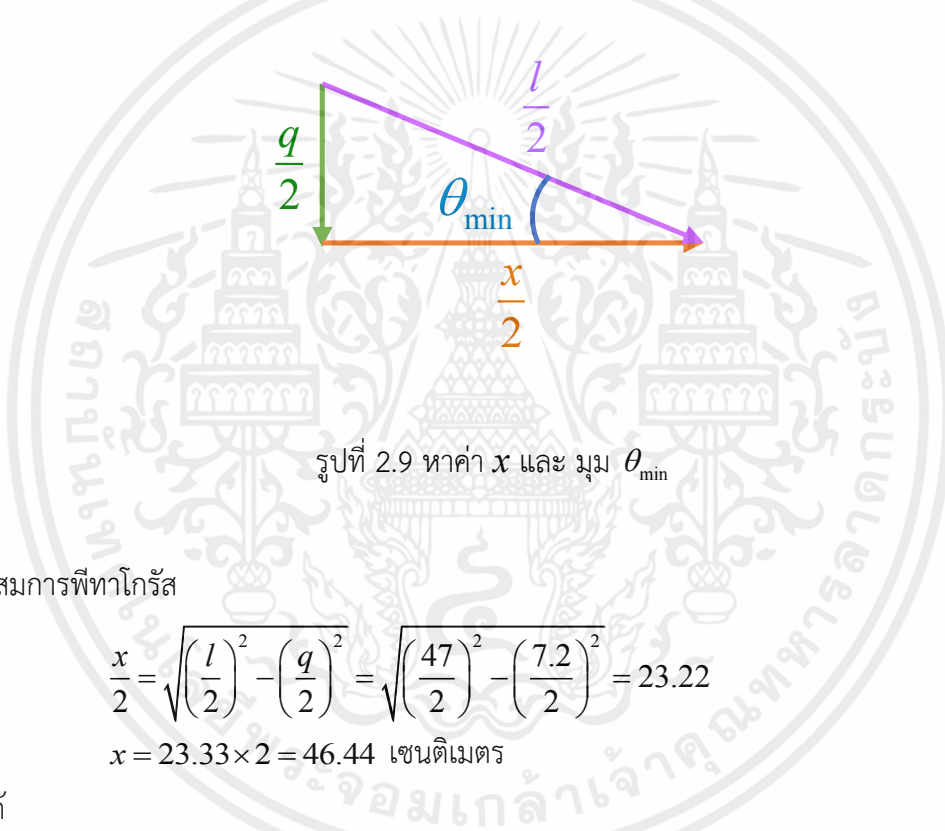
รูปที่ 2.8 ภาพจำลองโครงสร้างการคำนวณของขากรรไกร X-lift (ก) ขณะยืดสุดและ (ข) หดสั้นสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบทความที่ศึกษามีค่า h_{\min} เท่ากับ 180 มิลลิเมตร h_{\max} เท่ากับ 1000 มิลลิเมตร และโครงสร้างต้นแบบมีค่า h_{\max} เท่ากับ 80 เซนติเมตร
จะได้

$$y = \frac{80 \times 180}{1000} = 14.4 \text{ เซนติเมตร} \quad (2.3)$$

จากนั้นนำมาคำนวณค่า x และมุมที่น้อยที่สุด θ_{\min} ของข้อต่อขากรรไกรขณะหดสั้นสุด แสดงดังรูปที่ 2.9 และสมการที่ 2.4 และ 2.5



จากสมการพีทาโกรัส

$$\frac{x}{2} = \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 - \left(\frac{q}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{47}{2}\right)^2 - \left(\frac{7.2}{2}\right)^2} = 23.22 \quad (2.4)$$

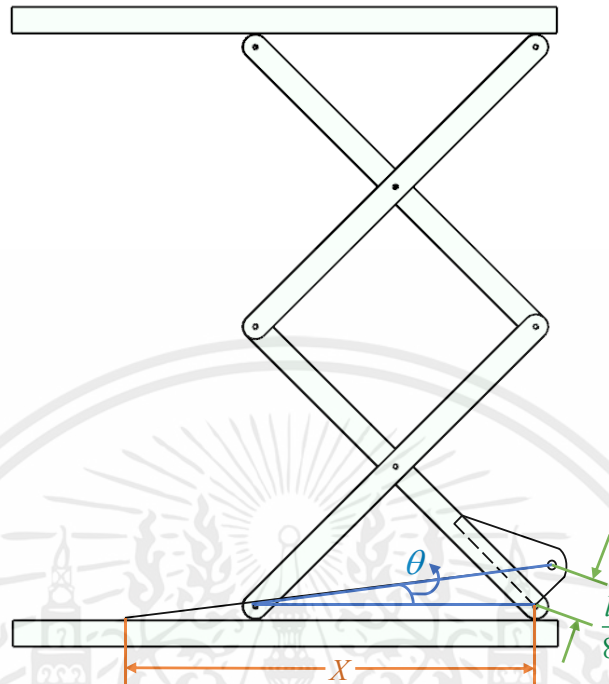
$$x = 23.33 \times 2 = 46.44 \text{ เซนติเมตร}$$

จะได้

$$\theta_{\min} = \text{opposite} / \text{hypotenuse} = \sin^{-1}\left(\frac{q/2}{l/2}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{7.2/2}{47/2}\right) = 8.81^\circ \quad (2.5)$$

2.4.4 หลักการหาตำแหน่งในการวางตัวกระดูกเชิงเส้น

จากหลักการหาตำแหน่งในการวางตัวกระดูกเชิงเส้น ผู้จัดทำได้จำลองการคำนวณหาตำแหน่งในการวางตัวกระดูกเชิงเส้น แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 หาค่าตำแหน่งในการวางตัวกระด้นเชิงเส้น

โดย $\theta_{\min} = \theta$ และความยาวของขากรรไกร l เท่ากับ 47 เซนติเมตร แสดงการคำนวณหาค่าตำแหน่งในการวางตัวกระด้น X ดังสมการที่ 2.6 ถึง 2.8

$$\theta \approx 9^\circ \quad (2.6)$$

$$\frac{l}{8} = \frac{47}{8} = 5.875 \text{ เซนติเมตร} \quad (2.7)$$

จะได้

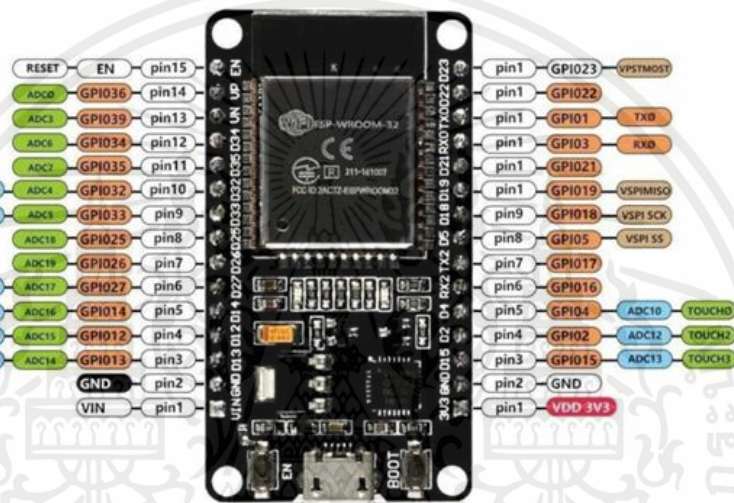
$$X = l \cos 9^\circ = 47 \cos 9^\circ = 46.421 \text{ เซนติเมตร} \quad (2.8)$$

2.5 ESP32

บอร์ด ESP32 ดังแสดงในรูปที่ 2.11 เป็นชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มาพร้อม Wi-Fi มาตรฐาน 802.11 b/g/n และบลูทูธเวอร์ชัน 4.2 เป็นรุ่นที่พัฒนามาจากบอร์ด ESP8266 ซึ่งมีพอร์ตการเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 2.12 [8] และข้อมูลทางเทคนิคของ ESP32 สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.11 ESP32 [7]



รูปที่ 2.12 พอร์ตการเชื่อมต่อ ESP32 [8]

ตารางที่ 2.1 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ ESP32 [9]

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
จำนวนคอร์	2 คอร์
แรงดันไฟฟ้า	3.0 โวลต์ ถึง 3.6 โวลต์
กระแสไฟฟ้า	500 มิลลิแอมแปร์
สัญญาณนาฬิกา	240 เมกะเฮิร์ตซ์
จำนวนขา	30 ขา
มาตรฐาน Wi-Fi	802.11 b/g/n
เวอร์ชัน Bluetooth	4.2
หน่วยความจำ	512 กิโลบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โมดูลขับมอเตอร์ L298N (L298N motor driver)

โมดูลขับมอเตอร์ L298N เป็นชุดขับมอเตอร์ชนิด H-Bridge ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมทิศทางและความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งสามารถควบคุมมอเตอร์กระแสตรงได้ทั้งหมด 2 Channel โดยวงจร H-Bridge ของ L298N จะขับกระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์กระแสตรง ตามขั้วที่กำหนดด้วยลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางส่วนความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงนั้นจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) โดยข้อมูลทางเทคนิคของโมดูลขับมอเตอร์ L298N สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.2 และพอร์ตการเชื่อมต่อสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.3 [10]



รูปที่ 2.13 โมดูลขับมอเตอร์ L298N [11]

ตารางที่ 2.2 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของโมดูลขับมอเตอร์ L298N

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
ไมโครคอนโทรลเลอร์	L298N
แรงดันไฟฟ้า	5 โวลต์ ถึง 35 โวลต์
กระแสไฟฟ้า (สัญญาณลอจิก)	0 มิลลิแอมแปร์ ถึง 36 มิลลิแอมแปร์
กระแสไฟฟ้า (ขับมอเตอร์)	2 แอมแปร์ (เมื่อใช้มอเตอร์เดียว)
กำลังไฟฟ้า	25 วัตต์
ขนาด	43 × 43 × 26 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	26 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 พอร์ตการเชื่อมต่อโมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N

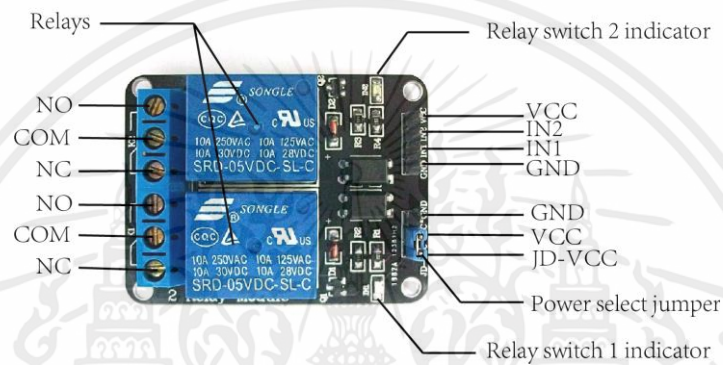
ชื่อพอร์ต	การใช้งานพอร์ต
Out 1	ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ A
Out 2	ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ A
Out 3	ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ B
Out 4	ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ B
ENA	ช่องต่อสัญญาณ PWM สำหรับมอเตอร์ A
ENB	ช่องต่อสัญญาณ PWM สำหรับมอเตอร์ B
IN1	ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ A
IN2	ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ A
IN3	ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ B
IN4	ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ B
12 V	ช่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ามอเตอร์ 12 โวลต์ (ใช้ได้ 5 โวลต์ ถึง 35 โวลต์)
5 V	ช่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าเลี้ยงมอเตอร์ 5 โวลต์
GND	ช่องต่อกราวด์

2.7 รีเลย์โมดูล (Relay module)

รีเลย์โมดูล 2 ช่อง 5 โวลต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.14 ทำหน้าที่ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้าแบบตรงและแบบสลับ ทำหน้าที่ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรแบบ Isolation สามารถตั้งค่าให้ทำงานได้ทั้งโหมด Active high หรือ Active low ซึ่งมีพอร์ตการเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 2.15 [12] โดยข้อมูลทางเทคนิคของรีเลย์โมดูล สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.4 [13]



รูปที่ 2.14 รีเลย์โมดูล 2 ช่อง



รูปที่ 2.15 พอร์ตการเชื่อมต่อรีเลย์โมดูล 2 ช่อง [12]

ตารางที่ 2.4 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของรีเลย์โมดูล

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
ไมโครคอนโทรลเลอร์	รีเลย์โมดูล 2 ช่อง 5 โวลต์
แรงดันไฟฟ้า	5 โวลต์
แรงดันไฟฟ้า (ไฟฟ้ากระแสสลับ)	250 โวลต์
แรงดันไฟฟ้า (ไฟฟ้ากระแสตรง)	30 โวลต์
กระแสไฟฟ้า (ไฟฟ้ากระแสสลับ)	0 แอมแปร์ ถึง 10 แอมแปร์
กระแสไฟฟ้า (ไฟฟ้ากระแสตรง)	0 แอมแปร์ ถึง 10 แอมแปร์
กระแสไฟฟ้า (ขั้วรีเลย์)	15 มิลลิแอมแปร์ ถึง 36 มิลลิแอมแปร์
ไฟ LED	แสดงสถานะ Relay
ขนาด	38.5 × 50.5 × 18.5 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานไฟฟ้าและสามารถชาร์จไฟใหม่ได้ มีความทนทานและใช้งานได้ยาวนาน โดยข้อมูลทางเทคนิคของแบตเตอรี่ สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.5



รูปที่ 2.16 แบตเตอรี่ [14]

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลทางเทคนิคของแบตเตอรี่

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
ความจุ	2.9 แอมป์
แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด	12 โวลต์
น้ำหนัก	1073 กรัม
ขนาด	6.2 × 8.6 × 11 เซนติเมตร

2.9 มอเตอร์กระแสตรง (DC motor)

มอเตอร์กระแสตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.17 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมรอบการทำงานของการเคลื่อนที่วัตถุ โดยอาศัยหลักการทำงานจากมอเตอร์แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลทำให้วัตถุสามารถเคลื่อนที่ได้ [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 มอเตอร์กระแสตรง [16]

2.10 ล้อ

2.10.1 ล้อข้างและล้อคงที่

ล้ออย่างธรรมชาติ ดังแสดงในรูปที่ 2.18 และ 2.19 เป็นล้อที่มีความนุ่ม ยืดหยุ่น ทำให้ไม่เกิดเสียงดังรบกวน และไม่ทำให้พื้นเป็นรอย เหมาะกับการใช้งานที่มีการเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ [17]



รูปที่ 2.18 ล้อ [18]



รูปที่ 2.19 ล้อคงที่ [19]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น

ตัวกระตุ้นเชิงเส้น ดังแสดงในรูปที่ 2.20 เป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้การควบคุมเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการคือ การปรับระยะเวลาเคลื่อนที่ของแกนชักให้อยู่ในระดับที่กำหนด โครงสร้างภายในของตัวกระตุ้นเชิงเส้นสำหรับการควบคุมการทำงานนั้น จะเป็นมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งจะต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าเข้าไป โดยจะมีทิศการเคลื่อนที่สองลักษณะคือ เคลื่อนที่เข้าและเคลื่อนที่ออก



รูปที่ 2.20 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น [20]

2.12 ไม้ MDF

ไม้ MDF (Medium Density Fiberboard) ดังแสดงในรูปที่ 2.21 เป็นแผ่นใยไม้อัด ความหนาแน่นปานกลางมีความหนาแน่นของแผ่นไม้สูง ผิวละเอียด เรียบเนียน มีความแข็งแรง สามารถทนน้ำและพ่นสีได้



รูปที่ 2.21 ไม้ MDF [21]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

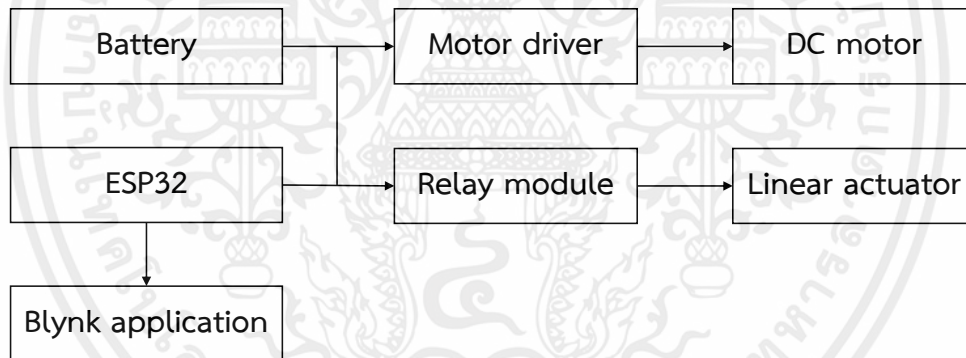
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

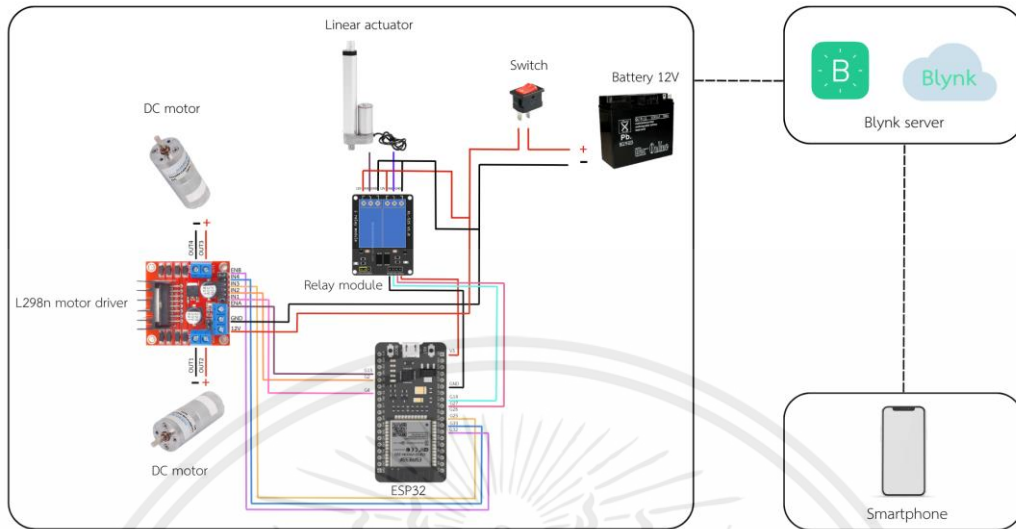
3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบการทำงานของระบบ

รถยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชันประกอบด้วย ESP32 ซึ่งเป็นบอร์ดประมวลผลข้อมูล มีหน้าที่สั่งการให้มอเตอร์ขับเคลื่อนและมีการใช้งานสำหรับการควบคุมระยะไกลผ่าน Blynk applications ให้รถเคลื่อนที่ไปยังทิศทางที่ต้องการ และใช้รีเลย์โมดูลเป็นสวิตซ์ในการสลับขั้วบวกขั้วลบเพื่อทำหน้าที่ตัวกระตุ้นเชิงเส้นให้ยึดหด ซึ่งจะมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานให้กับอุปกรณ์ทั้งหมด บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงดังรูปที่ 3.1 และวงจรการเชื่อมต่อระบบแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications



รูปที่ 3.2 วงจรการเชื่อมต่อระบบของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications

3.1.2 ประกอบโครงสร้างรถยกของ

3.1.2.1 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น

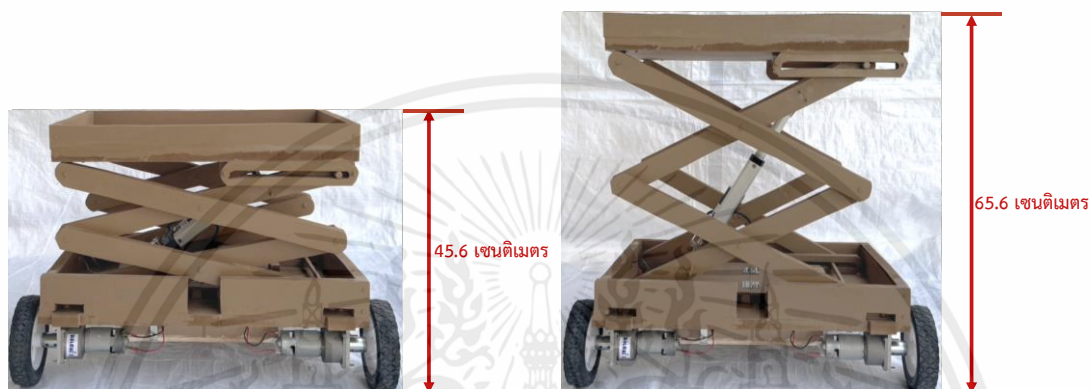
ผู้จัดทำได้เลือกใช้ตัวกระตุ้นเชิงเส้น ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นสำหรับยกฐานด้านบนของรถ โดยมีระยะยัดออก 10 เซนติเมตร และส่วนปลายด้านล่างและด้านบนของตัวกระตุ้นเชิงเส้นจะเชื่อมกับแท่งอลูมิเนียมเพื่อนำไปประกอบร่วมกับโครงสร้าง X-lift ให้สามารถยกฐานด้านบนขึ้นได้



รูปที่ 3.3 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 โครงสร้างรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications
 ผู้จัดทำได้สร้างรถยกของและประกอบเข้ากับตัวกระตุ้นเชิงเส้น โดยปกติรถยกของมีความสูงประมาณ 45.6 เซนติเมตร และเมื่อยืดออกรถยกของมีความสูงประมาณ 65.6 เซนติเมตร ซึ่งจะแสดงให้เห็นลักษณะโครงสร้างรถยกของ แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ความสูงโครงสร้างรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications

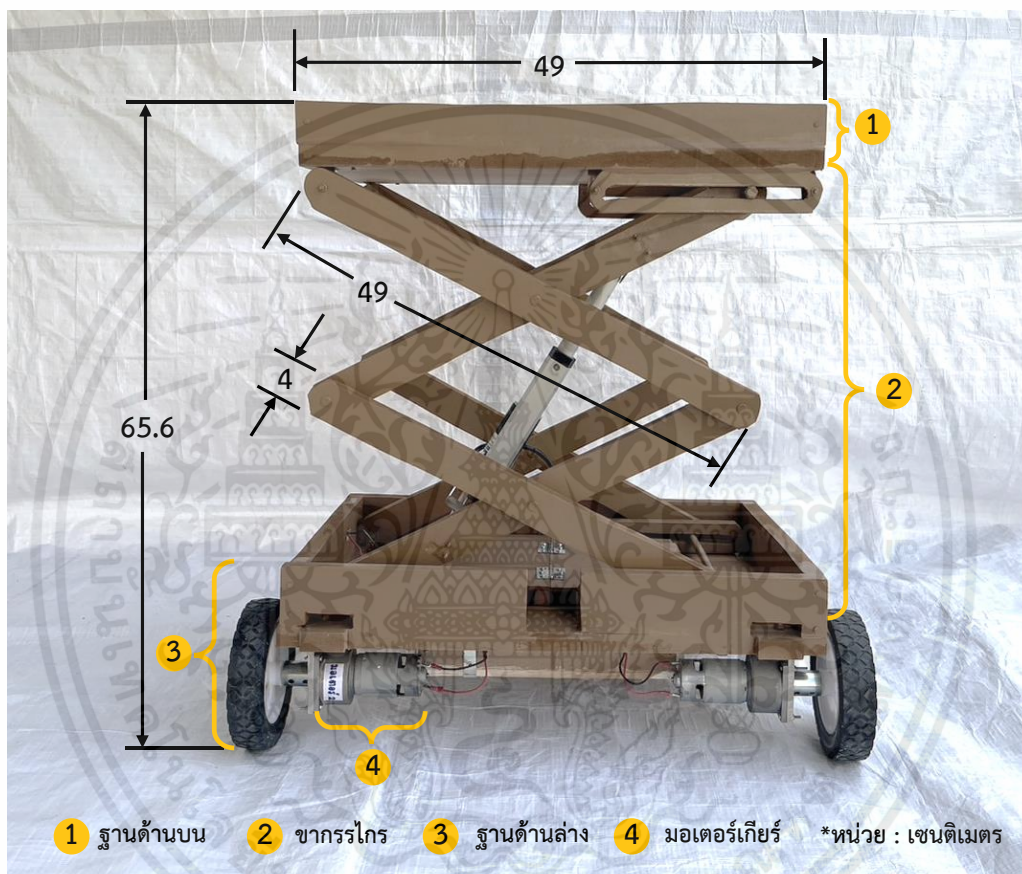
ผู้จัดทำได้ทำการประกอบโครงสร้างรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications โดยให้ฐานด้านบนมีขนาดกว้าง 34 เซนติเมตร ยาว 49 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ภาพมุมมองสูงของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

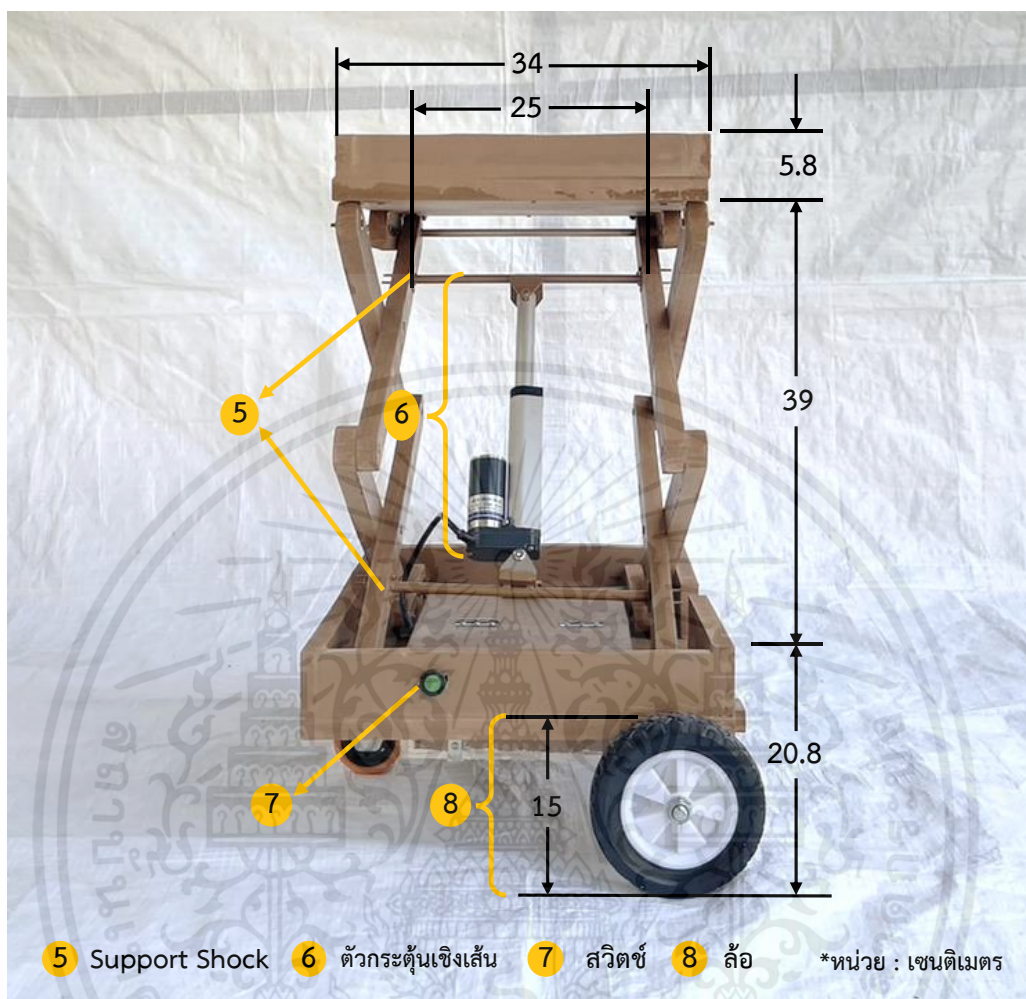
ประกอบขากรรไกร ขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 49 เซนติเมตรยึดติดกับฐานด้านบนและฐานด้านล่างของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ซึ่งเมื่อทำการยึดตัวกระตุ้นเชิงเส้นจนสุด ตัวรถจะมีความสูงทั้งหมด 65.6 เซนติเมตร และมีการติดตั้งมอเตอร์เกียร์ทั้ง 2 ฝั่งของฐานด้านล่าง แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ด้านหน้าของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะยี่ด

ส่วนฐานด้านบนรถมีความสูง 5.8 เซนติเมตร ระยะยี่ดของขากรรไกร 39 เซนติเมตร และฐานด้านล่างรถสูง 20.8 เซนติเมตร มีการติดตั้งตัวกระตุ้นเชิงเส้น ระหว่างขากรรไกรทั้ง 2 ฝั่ง โดยใช้ Support shock ความยาว 25 เซนติเมตรเป็นตัวยึด โดยส่วนฐานด้านล่างมีการติดตั้งสวิทช์ และล้อทั้ง 2 ฝั่ง แสดงดังรูปที่ 3.7

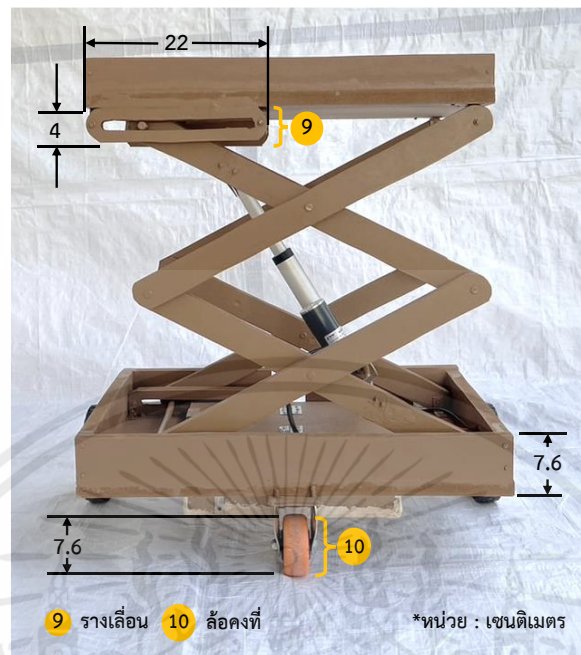
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ด้านข้างของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะยัด

มีการติดตั้งรางเลื่อน ขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 22 เซนติเมตร ที่ฝั่งซ้ายของตัวรถ มีทั้งหมด 4 ราง โดยยึดกับฐานด้านบน 2 รางและฐานด้านล่างอีก 2 ราง เพื่อทำให้ขากรรไกรเคลื่อนที่ได้ มีการติดตั้งล้อคงที่ตรงกลางด้านหลังของฐานด้านล่างรถ แสดงดังรูปที่ 3.8 และภาพมุมมอง 45 องศา ของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะยัด แสดงดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ด้านหลังของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะยี่ด



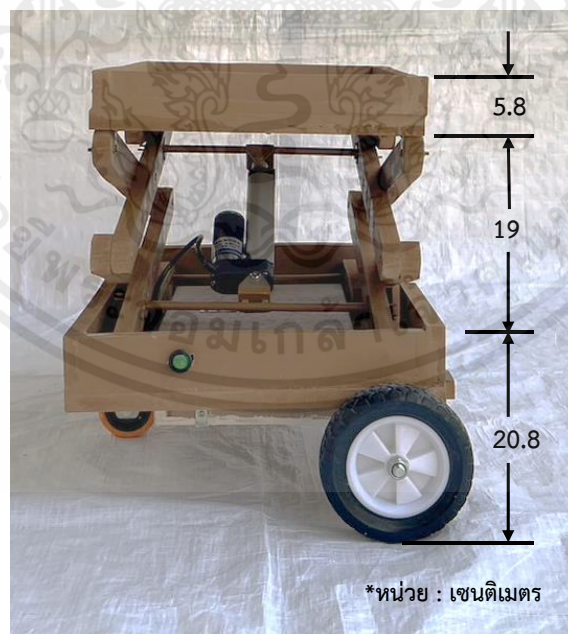
รูปที่ 3.9 ภาพมุมมอง 45 องศา ของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะยี่ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่รถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications อยู่ในขณะ
 ทด จะมีความสูงทั้งหมดอยู่ที่ 45.6 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.10 และระยะหดของขากรรไกรอยู่ที่
 19 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 ด้านหน้าของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะหด



รูปที่ 3.11 ด้านข้างของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะหด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านหลังของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะ
 ทด แสดงดังรูปที่ 3.12 และภาพมุมมอง 45 องศา ของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk
 applications ขณะ ทด แสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 ด้านหลังของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications ขณะ ทด



รูปที่ 3.13 ภาพมุมมอง 45 องศา ของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน
 Blynk applications ขณะ ทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

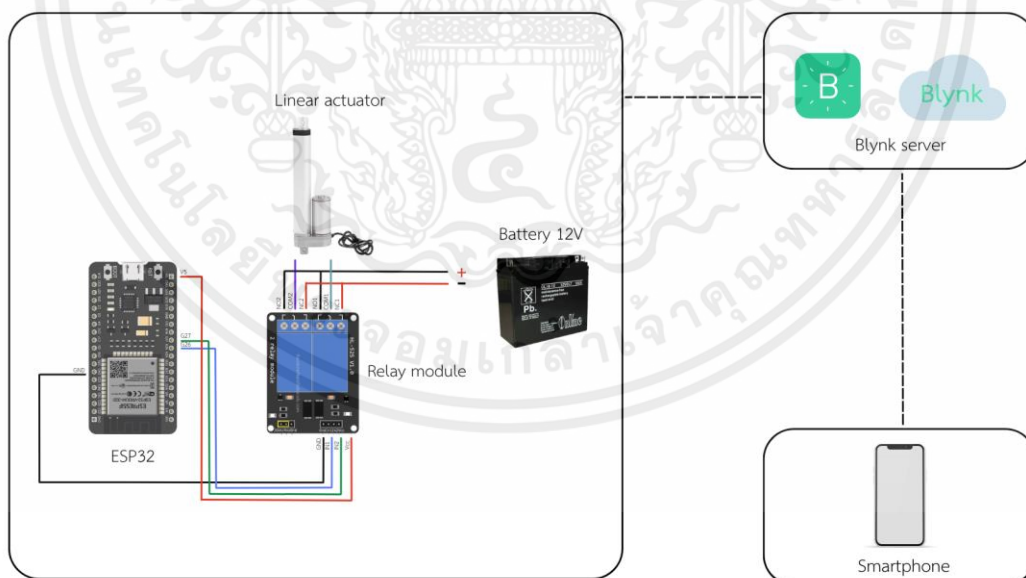
3.1.3 การออกแบบวงจร

3.1.3.1 การออกแบบระบบควบคุมการยกขึ้นลงในแนวดิ่ง

สำหรับการควบคุมการยกขึ้นลงที่ในแนวดิ่งผ่านแอปพลิเคชันมือถือ เริ่มต้นด้วยการทำงานด้วยการเชื่อมต่อ Blynk applications ผ่าน Wi-Fi เพื่อส่งคำสั่งการเชื่อมต่อไปยัง ESP32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล และสั่งการให้ตัวกระตุ้นทำงานผ่านรีเลย์โมดูล โดยรีเลย์โมดูลจะรับคำสั่งไปควบคุมการยืดหดของ ตัวกระตุ้นเชิงเส้น เพื่อให้รอกของสามารถยกขึ้นลงในแนวดิ่งตามเงื่อนไขคำสั่ง บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบระยะไกลในแนวดิ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.14 และวงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งแสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.14 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลในแนวดิ่ง



รูปที่ 3.15 วงจรการเชื่อมต่อการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลในแนวดิ่งของรอกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications

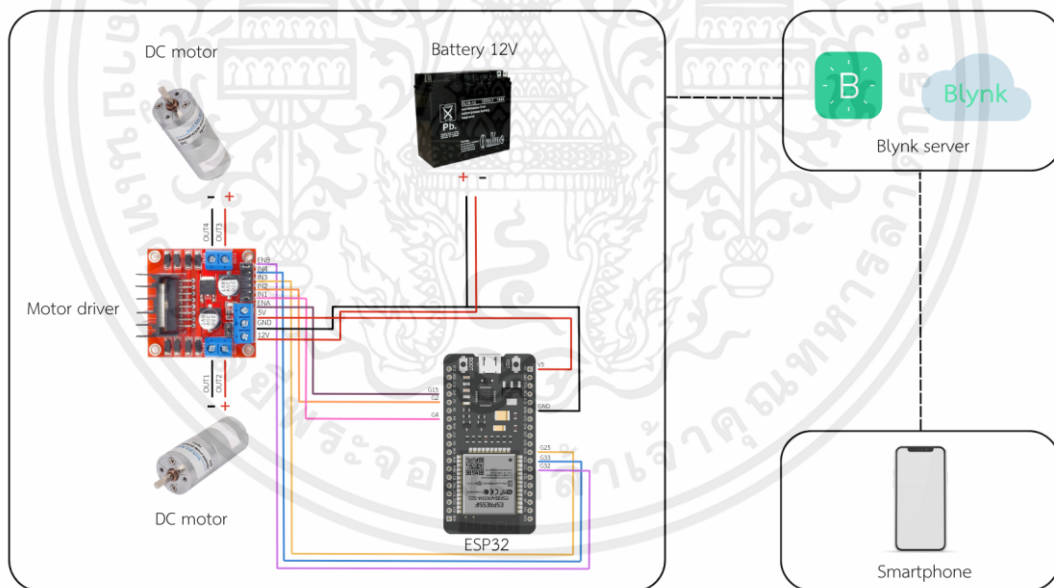
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 การออกแบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวราบ

สำหรับการควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวราบผ่านแอปพลิเคชันมือถือ เริ่มต้นด้วยการทำงานด้วยการเชื่อมต่อ Blynk applications ผ่าน Wi-Fi เพื่อส่งคำสั่งการเชื่อมต่อไปยัง ESP32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล และสั่งการให้โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N เพื่อขับให้รถยกของเคลื่อนที่ในแนวราบตามเงื่อนไขคำสั่ง บล็อกไดอะแกรมการทำงานควบคุมระบบระยะไกลในแนวราบแสดงได้ดังรูปที่ 3.16 และวงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวราบแสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.16 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลในแนวราบ

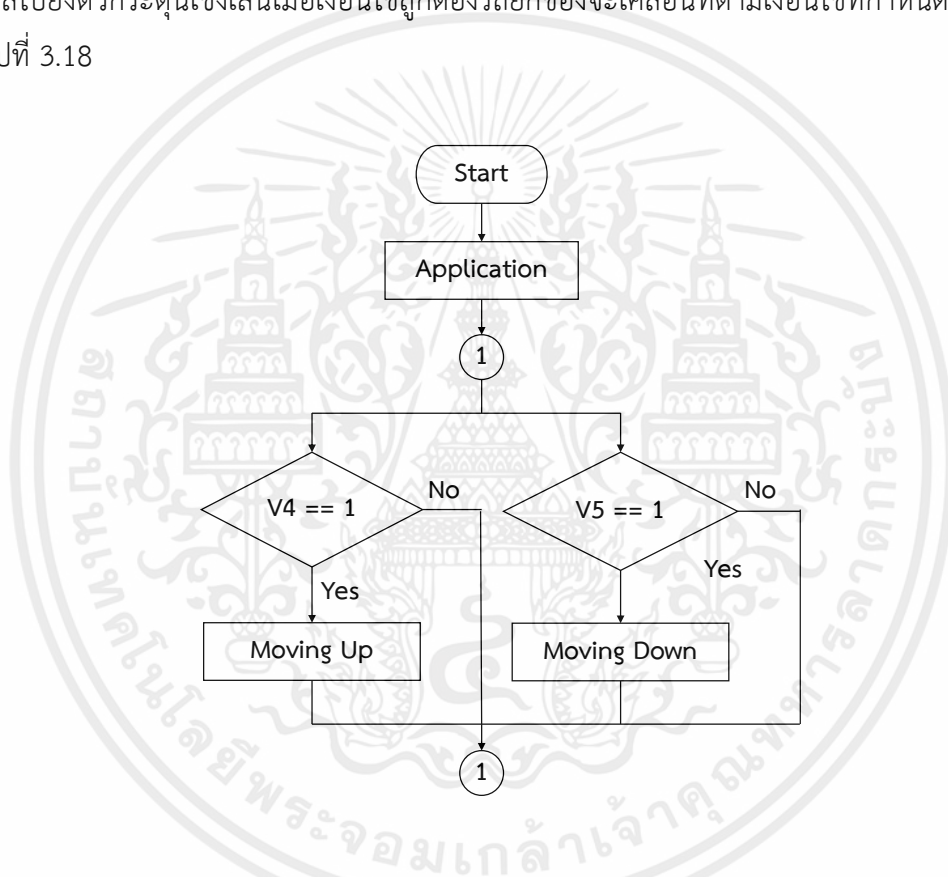


รูปที่ 3.17 วงจรการเชื่อมต่อการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลในแนวราบของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การออกแบบชุดคำสั่งควบคุมการยกขึ้นลงในแนวดิ่งของรถยกของผ่าน Blynk applications

เริ่มต้นด้วยการทำงานด้วยการเชื่อมต่อ Blynk applications ผ่าน Wi-Fi เพื่อส่งคำสั่งการเชื่อมต่อไปยัง ESP32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล จากนั้นควบคุมการยกขึ้นลงของรถยกของด้วยปุ่มควบคุมหน้าแอปพลิเคชัน และส่งข้อมูลไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผลสัญญาณที่ส่งเข้ามาเป็นทิศทางเคลื่อนที่ขึ้น หรือ ลง หลังจากการประมวลผลส่งข้อมูลไปยังตัวกระตุ้นเชิงเส้นเมื่อเงื่อนไขถูกต้องรถยกของจะเคลื่อนที่ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ แสดงดังรูปที่ 3.18

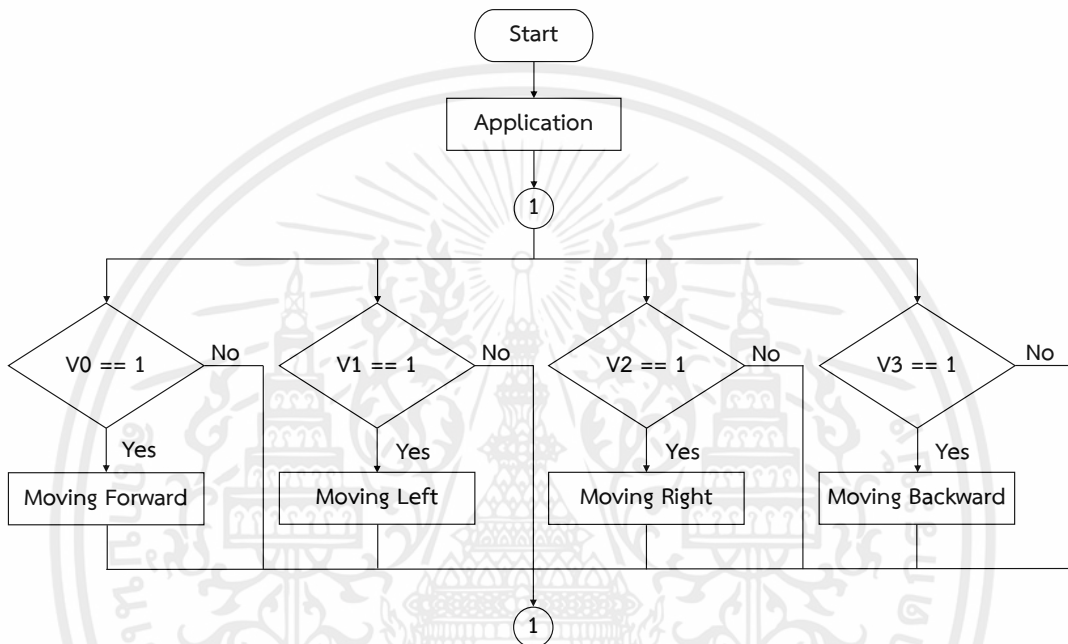


รูปที่ 3.18 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของรถยกของผ่าน Blynk applications

3.1.5 การออกแบบชุดคำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวนอนของรถยกของผ่าน Blynk applications

เริ่มต้นด้วยการทำงานด้วยการเชื่อมต่อ Blynk applications ผ่าน Wi-Fi เพื่อส่งคำสั่งการเชื่อมต่อไปยัง ESP32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล จากนั้นควบคุมทิศทางของรถ

ยกของด้วยปุ่มควบคุมหน้าแอปพลิเคชัน และส่งข้อมูลไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผลสัญญาณที่ส่งเข้ามาเป็นทิศทางการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย หรือ เลี้ยวขวา หลังจากการประมวลผลส่งข้อมูลไปยังโมดูลขับเคลื่อน เมื่อเงื่อนไขถูกต้องรถยกของจะเคลื่อนที่ตามทิศทางที่เงื่อนไขที่กำหนดไว้ แสดงดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวราบของรถยกของผ่าน Blynk applications

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในปฏิญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้ ESP32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากมีชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานกับแอปพลิเคชันมือถือ

3.2.2 โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N

ในปฏิญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N สำหรับควบคุมความเร็วและทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงให้รถยนต์ของเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายที่ต้องการ

3.2.3 ตัวกระตุ้นเชิงเส้น

ในปฏิญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้ตัวกระตุ้นเชิงเส้นสำหรับการยึดหดของขากรรไกร X-lift ของรถยนต์ของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications

3.2.4 รีเลย์โมดูล

ในปฏิญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้รีเลย์โมดูล เนื่องจากสามารถทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในการสลับขั้วบวกลบเพื่อทำหน้าที่ขับเคลื่อนตัวกระตุ้นเชิงเส้นให้ยึดหดได้

3.2.5 มอเตอร์กระแสตรง

ในปฏิญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้มอเตอร์กระแสตรง แรงดัน 12 โวลต์ 50 รอบต่อนาที เนื่องจากสามารถขนส่งสิ่งของได้จำนวนมากจึงต้องการแรงบิดสูงเพื่อให้สามารถขับเคลื่อนวัตถุที่มีน้ำหนักมากได้

3.2.6 แบตเตอรี่

ในปฏิญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้แบตเตอรี่ที่มีแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ 2.9 แอมแปร์ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับอุปกรณ์ทั้งหมด

3.2.7 ล้อขับเคลื่อน

ในปฏิญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้ล้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว เป็นล้อสำหรับการขับเคลื่อนตัวรถยนต์ของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชัน

3.2.8 สวิตช์

ในปฏิญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้สวิตช์สองขาสำหรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เป็นการเปิดปิดการจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดสอบการทำงานของโมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N

ทดสอบการควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของล้อ โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N ซึ่งต่อกับมอเตอร์กระแสตรงและล้อ โดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน เพื่อให้รถยนต์ของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications สามารถเคลื่อนที่ได้เหมาะสม

3.3.2 การทดสอบการทำงานของตัวกระตุ้นเชิงเส้น

ทดสอบการยืดหดของตัวกระตุ้นเชิงเส้นทำการยืดสูงสุด และหดต่ำสุด ซึ่งจะนำค่าที่ทดสอบมาปรับใช้ในการยืดหดของการยกฐาน X-lift สำหรับรดยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชัน

3.3.3 ทดสอบการควบคุมการยกของรดยกของ

ทดสอบควบคุมการยกของรดยกของผ่าน Blynk applications เพื่อส่งชุดคำสั่งของการเชื่อมต่อไปยัง ESP32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลให้รถสามารถยกขึ้นลงตามที่ต้องการได้

3.3.4 ทดสอบการควบคุมทิศทางของรดยกของ

ทดสอบควบคุมทิศทางของรดยกของผ่าน Blynk applications เพื่อส่งชุดคำสั่งของการเชื่อมต่อไปยัง ESP32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลให้รถสามารถเคลื่อนที่ไปยังทิศทางที่ต้องการได้

3.3.5 การทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรดยกของเมื่อทำการยกในแนวตั้ง

ทดสอบควบคุมการยกของรดยกของผ่าน Blynk applications โดยบรรทุกสิ่งของตั้งแต่ 1 ถึง 10 กิโลกรัม ซึ่งทำการเพิ่มน้ำหนักครั้งละ 1 กิโลกรัม และทำการจับเวลาในการเพิ่มสิ่งของในแต่ละครั้ง เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของรดยกของ

3.3.6 การทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรดยกของเมื่อเคลื่อนที่ในแนวราบ

ทดสอบควบคุมทิศทางของรดยกของผ่าน Blynk applications โดยบรรทุกสิ่งของตั้งแต่ 1 ถึง 10 กิโลกรัม ซึ่งทำการเพิ่มน้ำหนักครั้งละ 1 กิโลกรัม และทำการจับเวลาในการเพิ่มสิ่งของในแต่ละครั้ง เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของรดยกของ

3.3.7 การทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่

ทำการทดสอบประสิทธิภาพแบตเตอรี่และบันทึกค่าความต่างศักย์ของแบตเตอรี่ทุก 5 นาที จนกระทั่งมีระดับแรงดันไฟฟ้าลดลง และระบบของรดยกของไม่สามารถทำงานได้

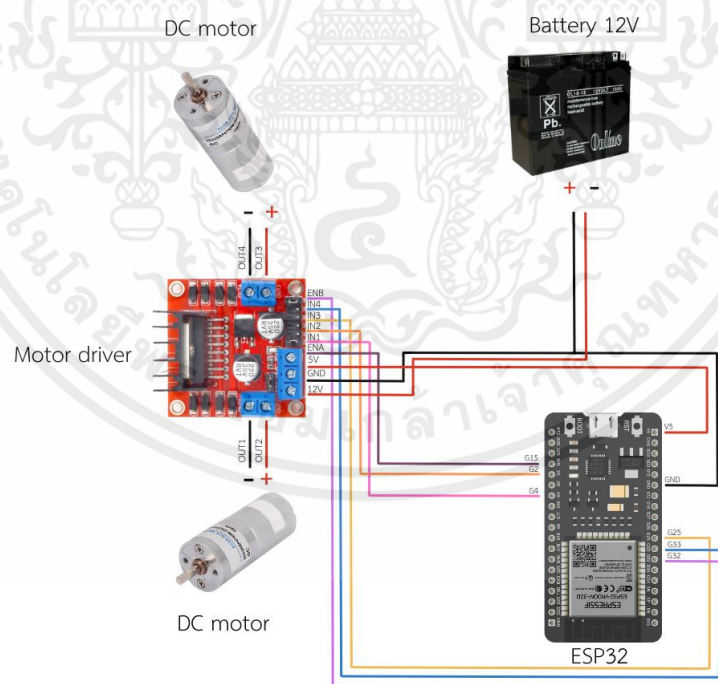
บทที่ 4

ผลการทดลอง

สำหรับการทำงานของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชัน คณะผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบ โดยแบ่งการทดสอบและจัดเก็บผลการทดสอบ ดังต่อไปนี้

4.1 ทดสอบการทำงานของโมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N

ผู้จัดทำได้ทดสอบการทำงานของโมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N ซึ่งต่อกับมอเตอร์เกียร์และล้อ โดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน ซึ่งโมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N จะสามารถควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของล้อ แสดงดังรูปที่ 4.1 โดยเขียนชุดคำสั่งกำหนดให้โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N ควบคุมความเร็วและทิศทางของล้อเพื่อให้รถยกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชันสามารถเคลื่อนที่ได้เหมาะสม

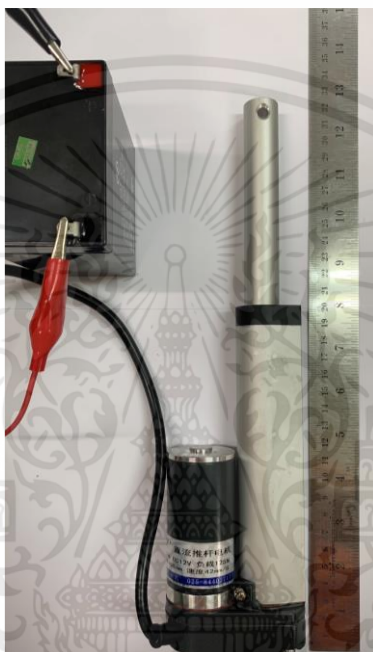


รูปที่ 4.1 ทดสอบการทำงานของโมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดสอบการทำงานตัวกระตุ้นเชิงเส้น

ผู้จัดทำได้ทดสอบการทำงานตัวกระตุ้นเชิงเส้น ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.2 ทดสอบการยืดหดของตัวกระตุ้นเชิงเส้น ซึ่งมีระยะยืดมากที่สุดอยู่ที่ 10 เซนติเมตร โดยก่อนยืดจะมีความสูง 22 เซนติเมตร และหลังยืดจะมีความสูง 32 เซนติเมตร



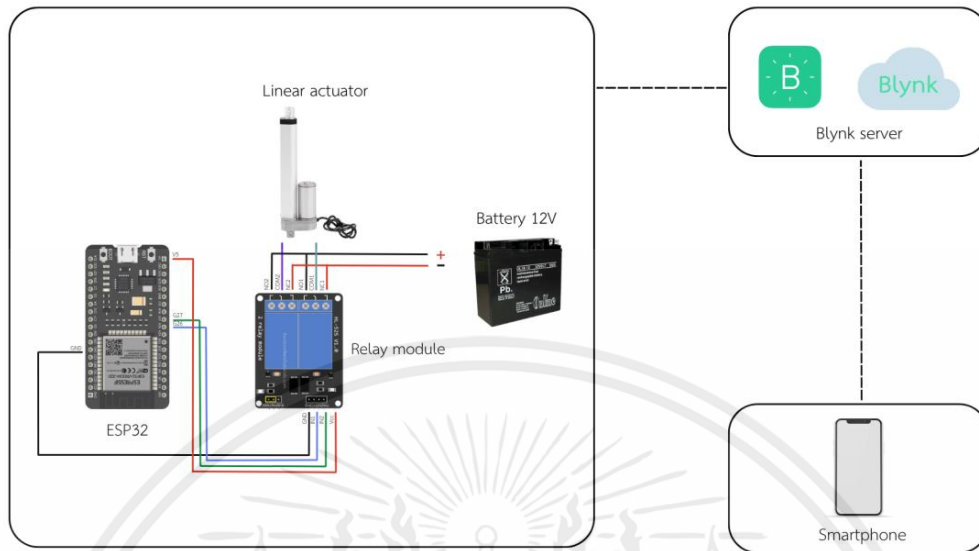
รูปที่ 4.2 ทดสอบการยืดของตัวกระตุ้นเชิงเส้น

4.3 ทดสอบการควบคุมการยกของรถยกของ

ผู้จัดทำได้ทดสอบการควบคุมการยกของรถยกของ โดยเริ่มต้นการทำงานด้วยการเชื่อมต่อผ่าน Blynk applications ให้สามารถสื่อสารกันระหว่างรถยกของและโทรศัพท์มือถือได้

4.3.1 วงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมการยกของรถยกของ

ผู้จัดทำได้เชื่อมต่อวงจรระบบควบคุมการยกของรถยกของโดยใช้รีเลย์โมดูล ซึ่งต่อกับตัวกระตุ้นเชิงเส้น มีการเชื่อมต่อ Blynk applications ผ่าน Wi-Fi ให้สามารถสื่อสารกันระหว่างรถยกของและโทรศัพท์มือถือ เพื่อควบคุมการยกของรถยกของได้ แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 วงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมการยกของรดยกของผ่าน Blynk applications

4.3.2 สร้างปุ่มควบคุมการยกของรดยกของผ่าน Blynk applications

ผู้จัดทำได้สร้างปุ่มควบคุมการยกของรดยกของผ่านหน้าจอ Blynk applications

แสดงดังรูปที่ 4.4

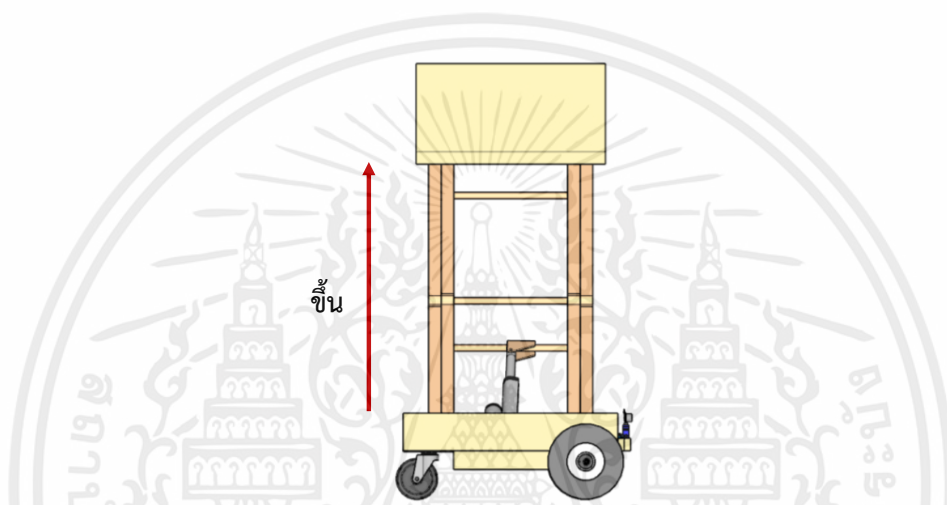


รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงการควบคุมการยกของรดยกของบนหน้าจอ Blynk applications

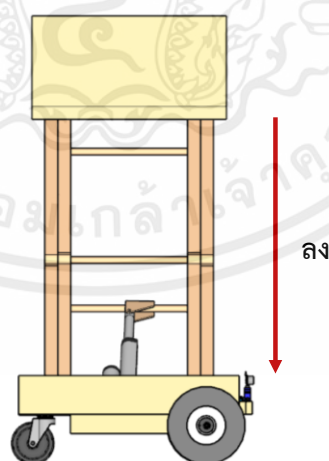
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ทดสอบการควบคุมการยกของรถยกของผ่าน Blynk applications

ผู้จัดทำได้เขียนชุดคำสั่งจากโปรแกรม Arduino IDE เพื่อควบคุมการยกของรถยกของผ่าน Blynk applications ซึ่งจะทำให้การเชื่อมผ่าน Wi-Fi โดยใช้โทรศัพท์มือถือ เมื่อทดลองกดปุ่ม Up รถยกของจะเคลื่อนที่ขึ้น แสดงดังรูปที่ 4.5 จากนั้นทดลองกดปุ่ม Down จะเห็นได้ว่ารถยกของจะเคลื่อนที่ลง แสดงดังรูปที่ 4.6 จากการทดสอบพบว่ารถยกของสามารถยกขึ้นและลงตามการควบคุมผ่าน Blynk applications ได้ตามที่ออกแบบไว้



รูปที่ 4.5 การเคลื่อนที่ขึ้นของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications



รูปที่ 4.6 การเคลื่อนที่ลงของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications

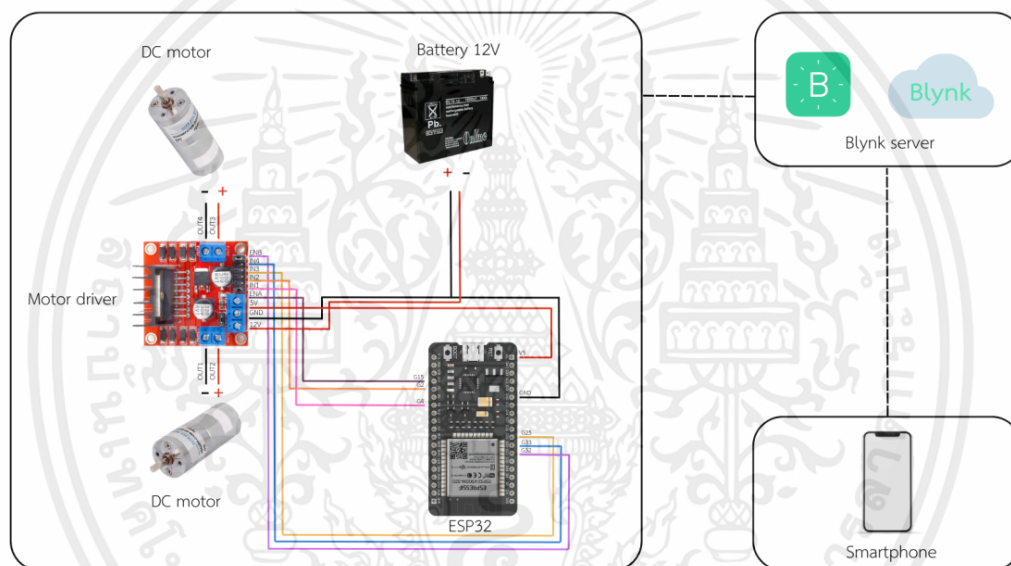
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ทดสอบการควบคุมทิศทางของรถยกของ

ผู้จัดทำได้ทดสอบการควบคุมทิศทางของรถยกของ โดยเริ่มต้นการทำงานด้วยการเชื่อมต่อผ่าน Blynk applications ให้สามารถสื่อสารกันระหว่างรถยกของและโทรศัพท์มือถือได้

4.4.1 วงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมทิศทางของรถ

ผู้จัดทำได้เชื่อมต่อวงจรระบบควบคุมทิศทางของรถโดยใช้โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N ซึ่งต่อกับมอเตอร์เกียร์และล้อ มีการเชื่อมต่อ Blynk applications ผ่าน Wi-Fi ให้สามารถสื่อสารกันระหว่างรถยกของและโทรศัพท์มือถือ เพื่อควบคุมทิศทางของรถได้ แสดงดังรูปที่ 4.7

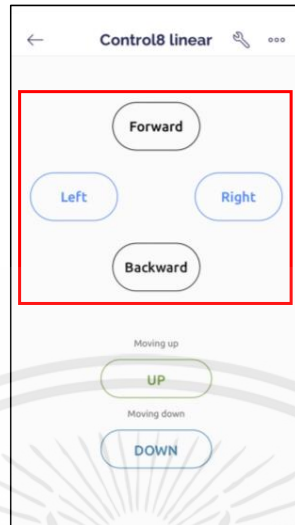


รูปที่ 4.7 วงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมทิศทางของรถยกของผ่าน Blynk applications

4.4.2 สร้างปุ่มควบคุมทิศทางของรถยกของผ่าน Blynk applications

ผู้จัดทำได้สร้างปุ่มควบคุมทิศทางของรถยกของผ่านหน้าจอ Blynk applications แสดงดังรูปที่ 4.8

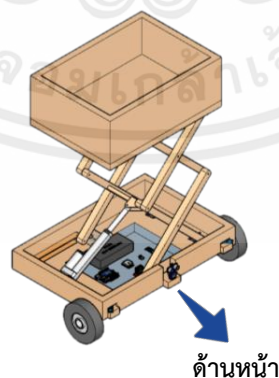
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงการควบคุมทิศทางของรถยกของบนหน้าจอ Blynk applications

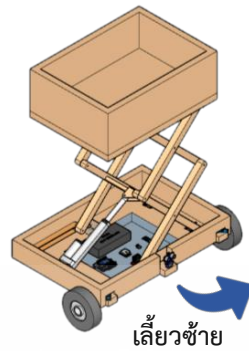
4.4.3 ทดสอบการควบคุมทิศทางของรถยกของผ่าน Blynk applications

ผู้จัดทำได้เขียนชุดคำสั่งจากโปรแกรม Arduino IDE เพื่อควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของรถยกของผ่าน Blynk applications ซึ่งจะทำให้การเชื่อมผ่าน Wi-Fi โดยใช้โทรศัพท์มือถือ เมื่อทดลองกดปุ่ม Forward รถยกของจะเคลื่อนที่ไปด้านหน้า แสดงดังรูปที่ 4.9 จากนั้นทดลองกดปุ่มเพื่อควบคุมทิศทางโดยกดปุ่ม Left Right หรือ Backward จะเห็นได้ว่ารถยกของจะเคลื่อนที่ไปเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และถอยหลัง ตามลำดับแสดงดังรูปที่ 4.10 ถึง 4.12 ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่ารถยกของสามารถเคลื่อนที่ตามการควบคุมผ่าน Blynk applications ได้ตามที่ออกแบบไว้



รูปที่ 4.9 การเคลื่อนที่ไปด้านหน้าของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications

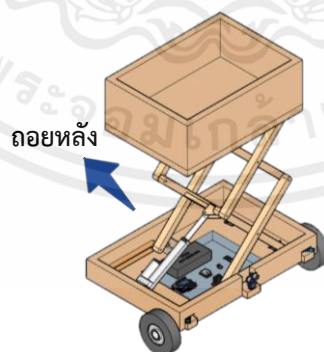
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 การเคลื่อนที่ไปทางซ้ายของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications



รูปที่ 4.11 การเคลื่อนที่ไปทางขวาของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications

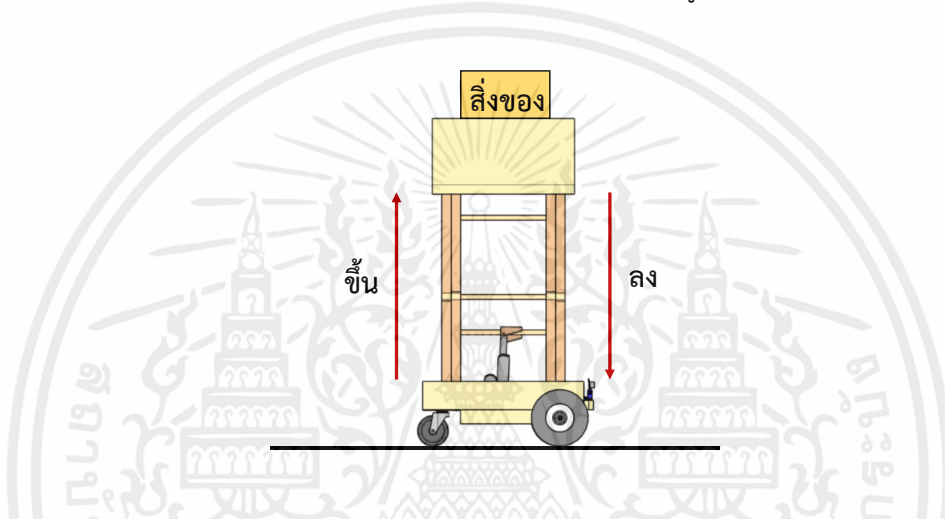


รูปที่ 4.12 การเคลื่อนที่ไปด้านหลังของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน Blynk applications

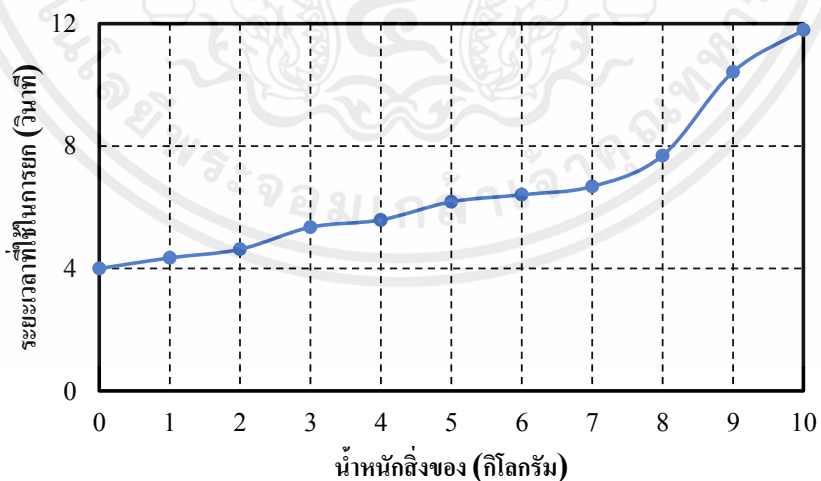
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรถยกของเมื่อทำการยกในแนวดิ่ง

ผู้จัดทำได้ทดสอบการรับน้ำหนักของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ในส่วนของการยกฐานขึ้นในแนวดิ่ง และจับเวลาที่ใช้ในการยกของ ซึ่งจะวางสิ่งของบนรถยกของตั้งแต่ 1 กิโลกรัม และเพิ่มน้ำหนักบนรถยกของทีละ 1 กิโลกรัม จนกระทั่งขากรรไกร X-lift ไม่สามารถยกสิ่งของที่บรรทุกบนฐานด้านบนได้ ภาพจำลองการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.13 ทำการบันทึกค่าผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการรับน้ำหนักกับระยะเวลาที่ใช้ในการยก แสดงดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 ภาพจำลองการทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรถยกของเมื่อทำการยกในแนวดิ่ง



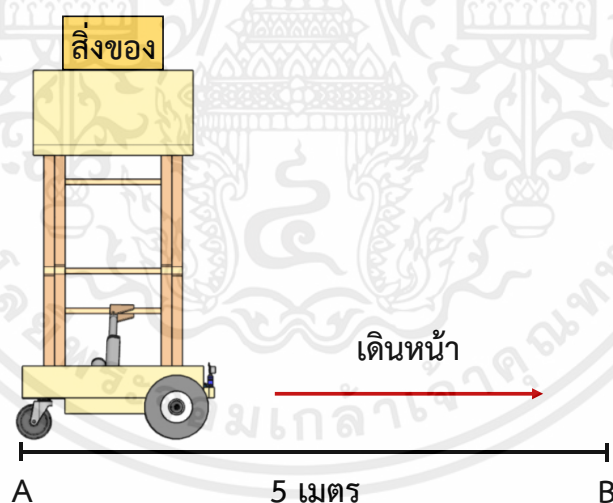
รูปที่ 4.14 การรับน้ำหนักสิ่งของและระยะเวลาที่ใช้ในการยกของรถยกของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

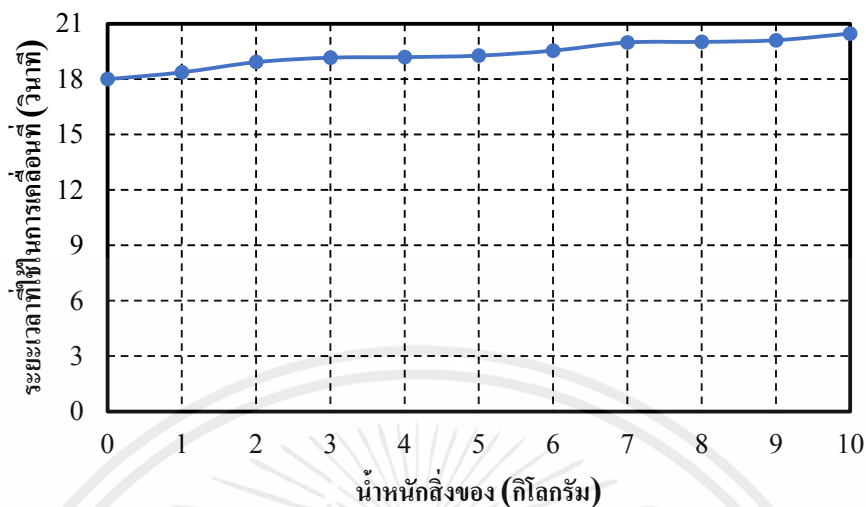
จากการทดสอบการรับน้ำหนักของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ในส่วนของการยกฐานขึ้นในแนวตั้ง พบว่าเมื่อน้ำหนักสิ่งของมีค่ามากขึ้น จะส่งผลให้รถใช้ระยะเวลาในการยกเพิ่มมากขึ้น และรถยกของสามารถรองรับน้ำหนักได้มากที่สุดไม่เกิน 9 กิโลกรัม เนื่องจากเมื่อสิ่งของมีน้ำหนัก 10 กิโลกรัมส่งผลให้ขากรรไกรไม่สามารถทำการยกสิ่งของขึ้นได้ และมีสมดุลไม่คงที่ทำให้ขากรรไกรมีลักษณะเอียง

4.6 การทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรถยกของเมื่อเคลื่อนที่ในแนวราบ

ผู้จัดทำได้ทดสอบการรับน้ำหนักของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ขณะเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B เป็นระยะทาง 5 เมตร และจับเวลาที่ใช้การเคลื่อนที่ จากการทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรถยกของเมื่อทำการยกในแนวตั้ง จึงทำการวางสิ่งของบนรถยกของตั้งแต่ 1 กิโลกรัม จนถึง 10 กิโลกรัม โดยจะทำการทดสอบเพิ่มน้ำหนักบนรถยกของทีละ 1 กิโลกรัม ภาพจำลองการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.15 ทำการบันทึกค่าผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการรับน้ำหนักกับระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ และรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.15 ภาพจำลองการทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรถยกของเมื่อเคลื่อนที่ในแนวราบ

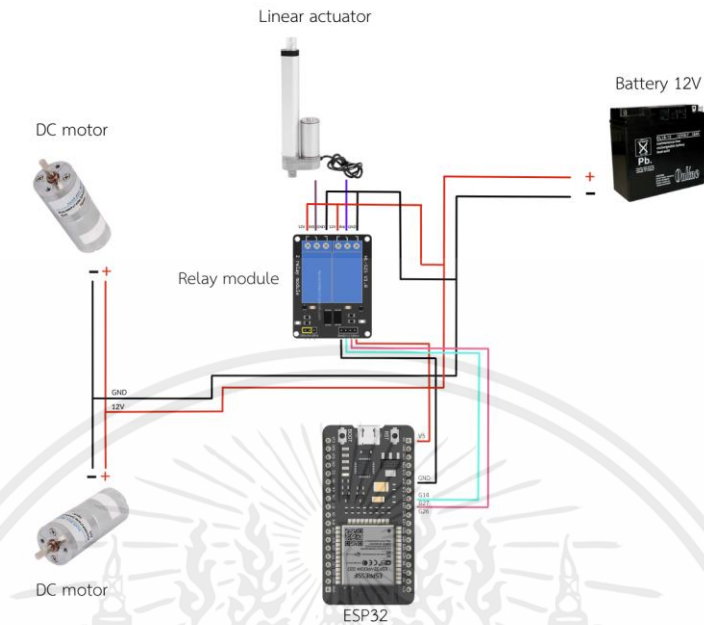


รูปที่ 4.16 การรับน้ำหนักสิ่งของและระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของรถยกของ

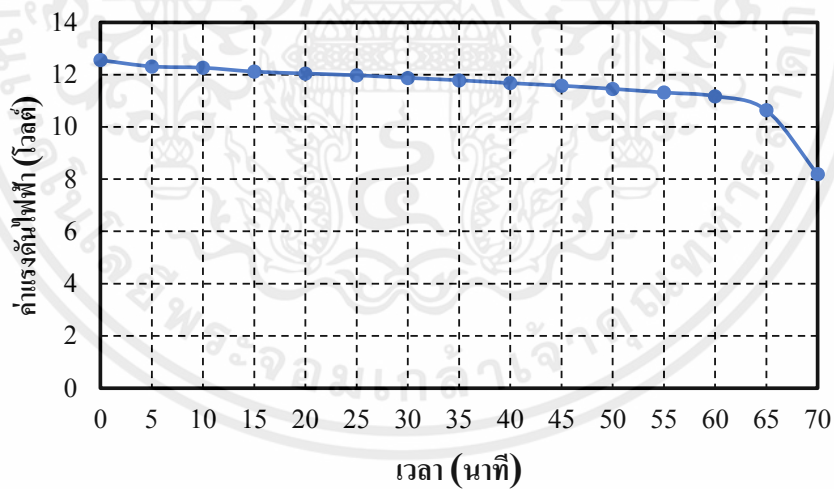
จากการทดสอบการรับน้ำหนักของรถยกของควบคุมการเคลื่อนที่ขณะเคลื่อนที่ในแนวราบ พบว่าเมื่อน้ำหนักสิ่งของมีค่ามากขึ้น จะส่งผลให้รถยกของใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

4.7 การทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่

ค่าแบตเตอรี่ เริ่มต้นมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 12.56 โวลต์ นำมาต่อกับมอเตอร์กระแสตรง 2 ข้าง และตัวกระตุ้นเชิงเส้น แสดงดังรูปที่ 4.17 จากนั้นเขียนชุดคำสั่งให้อุปกรณ์ทั้ง 2 ทำงานตลอดเวลา และทำการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ทุก 5 นาที จนกระทั่งแรงดันแบตเตอรี่ไม่สามารถจ่ายให้ระบบทำงานได้ แสดงดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.17 ทดสอบประสิทธิภาพแบตเตอรี่



รูปที่ 4.18 แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ทุก 5 นาที

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป จะส่งผลให้ค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลดลงจนถึง 8.19 โวลต์ และไม่สามารถจ่ายให้ระบบทำงานต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้มีเป้าหมายเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและยกสิ่งของที่มีน้ำหนักมากแก่ผู้ที่มีภาวะโรคกระดูกและข้อไม่สมบูรณ์ รวมถึงผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษเพื่อลดความเสี่ยงการบาดเจ็บจากการยกของหนักและเคลื่อนย้ายสิ่งของที่ต้องใช้เวลานาน และมีระยะทางไกล จึงได้ทำการศึกษาและจัดทำรद्यกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชันขึ้นมา โดยระบบรद्यกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชันประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนระบบการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ และระบบยกของโดยใช้ขากรรไกร X-lift โดยควบคุมการทำงานผ่าน Blynk applications ซึ่งระบบทั้งหมดจะถูกสั่งการและควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์

ผู้จัดทำได้ออกแบบและจัดทำรद्यกของควบคุมการเคลื่อนที่โดยแอปพลิเคชัน ทำการทดสอบการควบคุมทิศทางในแนวราบและการยกขึ้นลงในแนวตั้งของรद्यกของ พบว่ารद्यกของสามารถเคลื่อนที่ตามการควบคุมผ่าน Blynk applications ได้ตามที่ออกแบบไว้ ทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรद्यกของเมื่อทำการยกในแนวตั้ง โดยทำการวางสิ่งของบนรद्यกของตั้งแต่ 1 กิโลกรัม ซึ่งจะวางเพิ่มครั้งละ 1 กิโลกรัม จนกระทั่งขากรรไกร X-lift ไม่สามารถยกสิ่งของที่บรรจุบนฐานด้านบนได้ แล้วทำการจับเวลาเมื่อรद्यกของยกขึ้น พบว่าเมื่อเพิ่มน้ำหนักสิ่งของจนถึง 10 กิโลกรัม ขากรรไกร X-lift จะไม่สามารถยกสิ่งของที่บรรจุบนฐานด้านบนได้ และพบว่าเมื่อรद्यกของบรรจุสิ่งของมากขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ในแนวตั้งเพิ่มมากขึ้น ทำการทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรद्यกของเมื่อเคลื่อนที่ในแนวราบ โดยทำการยึดขากรรไกร X-lift ยกฐานด้านบนให้มีความยืดสูงสุด ซึ่งจากการทดสอบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของรद्यกของเมื่อทำการยกในแนวตั้ง จึงเริ่มต้นวางสิ่งของบนรद्यกของตั้งแต่ 1 กิโลกรัม จนถึง 10 กิโลกรัม ซึ่งจะวางเพิ่มครั้งละ 1 กิโลกรัม แล้วทำการจับเวลาเมื่อรद्यกของเคลื่อนที่ไปในพื้นที่ราบจากจุด A ไปยังจุด B ในระยะทาง 5 เมตร พบว่าเมื่อรद्यกของบรรจุสิ่งของน้ำหนักมากขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ในแนวราบเพิ่มมากขึ้น และทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ โดยนำมอเตอร์กระแสตรงและตัวกระตุ้นเชิงเส้นให้ทำงานร่วมกันตลอดเวลา ซึ่งจะทำการ

บันทึกค่าแรงดันแบตเตอรี่จนกระทั่งระบบรถยกของไม่สามารถทำงานได้ พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 75 นาที แบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 8.19 โวลต์ และระบบจะไม่สามารถทำงานต่อได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปัญหาที่พบ คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้ไม้ MDF เป็นโครงสร้างของรถยกของซึ่งจะมีราคาที่ถูกกว่าโครงสร้างที่เป็นเหล็กหรืออะลูมิเนียม ซึ่งการใช้ไม้ MDF เป็นโครงสร้างจะมีปัญหาของจุดในการเชื่อมต่อแต่ละโครงสร้างเข้าด้วยกันคือ ข้อต่อขากรรไกร X-lift และรางที่ใช้สำหรับการเลื่อนเพื่อเคลื่อนที่ขึ้นลงของขากรรไกร X-lift ซึ่งจะทำให้มีแรงต้านในการเสียดสีของไม้ MDF มาก ส่งผลให้การยกขึ้นลงมีความไม่คล่องตัว และโครงสร้างในการเชื่อมต่อบางจุดมีความหลวมเนื่องจากการขึ้นน็อตลงโครงสร้างทำให้เนื้อไม้ MDF มีความพรุน ส่งผลให้เมื่อทำการยกขึ้นลงของรถยกของมีความเอียงเล็กน้อย และรถยกของมีขนาดเล็กและบรรจุทุกสิ่งของได้เพียง 5 กิโลกรัม เนื่องจากคณะผู้จัดทำได้สร้างเป็นเพียงแบบจำลองต้นแบบ ซึ่งในอนาคตจะสามารถพัฒนาให้โครงสร้างมีความแข็งแรงและสามารถบรรจุทุกสิ่งของที่มีน้ำหนักที่มากขึ้นได้

บรรณานุกรม

- [1] Nature Biotech. “โรคข้อและกระดูก” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.Naturebiotec.com/bone-20190921/>
- [2] Original Content By SiPH. “โรคกระดูกสันหลังเสื่อม” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.siphhospital.com/th/news/article/share/spondylosis-2>
- [3]. IOT Man. “Blynk คืออะไร” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://iot.jpnet.co.th/blynk/>
- [4] Suwitkiravittaya. “การสร้างแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมสิ่งประดิษฐ์ด้วย Blynk” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://suwitkiravittaya.eng.chula.ac.th/B2i2019BookWeb/pdf/blynkapp1.pdf>
- [5] Amay Saxena. “Deriving a Generalized, Actuator Position-Independent Expression for the Force Output of a Scissor Lift” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://arxiv.org/abs/1611.10182>
- [6] Wubshet Yimer, 2Yanshuang Wang. “Design, Analysis and Manufacturing of Double Scissors Lift Elevated by One Hydraulic Cylinder” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.ijert.org/design-analysis-and-manufacturing-of-double-scissors-lift-elevated-by-one-hydraulic-cylinder-IJERTV8IS110346.pdf
- [7] AR robot. “ESP32 DOIT ESP32 DEVKIT V1” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.ar-robotall.com/p/348>
- [8] A ardustore.dk. “NodeMcu Wemos ESP32 Lua WiFi+Bluetooth” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://ardustore.dk/produkt/nodemcu-wemos-esp32-lua-wifiblue-tooth>
- [9] alldatasheet.com. “ESP-WROOM-32 Datasheet (PDF)” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1179101/ESPRESSIF/ESP-WROOM-32.html>

- [10] Narin Group. “การใช้ชุดขับมอเตอร์ L298N Dual H-Bridge Motor Controller” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://naringroup.blogspot.com/2016/03/robot-l298n-dual-h-bridge-motor>
- [11] Commandrone. “L298N DC Motor Driver” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://commandronestore.com/products/cm298.php>
- [12] OSOYOO. “Learn Coding with Arduino IDE – 2-Channel Relay Module” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.cybertice.com/p/834>
- [13] CyberTice. “บอร์ด Relay 2ช่อง 5V Relay Module 5V 2 Channel isolation High And Low Trigger 250V/10A” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://osoyoo.com/2017/07/31/2-channel-relay-module-2/>
- [14] Shopee. “แบตเตอรี่แห้ง” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [https://shopee.co.th/แบตเตอรี่แห้ง-แบตเตอรี่สำรองไฟ-UPS-12V-\(2.9Ah-5.5AH-7.8AH-9AH-12AH\)-คุณภาพพรีเมียม-เกรด-AAA-แอมป์เต็ม-ทนทาน-i.337883124.19902998010](https://shopee.co.th/แบตเตอรี่แห้ง-แบตเตอรี่สำรองไฟ-UPS-12V-(2.9Ah-5.5AH-7.8AH-9AH-12AH)-คุณภาพพรีเมียม-เกรด-AAA-แอมป์เต็ม-ทนทาน-i.337883124.19902998010)
- [15] สสว. “อุปกรณ์เกียร์มอเตอร์” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://thaismegp.com/product/6167b0d98c21bb0ee33f13fa>
- [16] cybertice. “มอเตอร์เกียร์ แกนกลาง” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.cybertice.com/product/683/>
- [17] ธนวัฒน์ คาสเตอร์. “คุณสมบัติของล้อยาง และการใช้งาน” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.twc111.com/blog/4#>
- [18] happymove. “ลูกล้อยางสับลมสีดำ ล้อยางลม” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.happymoveonline.com/product/27025/>
- [19] TSPsupplythai. “ล้อยางธรรมชาติ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.tspsupplythai.com/2018/10/02/3/#:~:text=1.%20ล้อยางธรรมชาติ%20เป็น,ใช้ล้อยางเทาแทน>
- [20] nattapon. “Simple Linear Actuator Control by Arduino UNO” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.electronicdna.com/simple-linear-actuator-control-by-arduino-uno/>

[21] KACHathailand. “พาไปรู้จักกับ ไม้ MDF ต่างจาก ไม้ปาร์ติเกิ้ล อย่างไร?” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.kachathailand.com/articles/พาไปรู้จักกับ-ไม้-mdf-ต่างจ/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

คำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวราบและการยกในแนวตั้งของรถยกของด้วย

Blynk applications

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// Include the library files
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

// Define the motor pins
// Motor A
int IN1 = 4;
int IN2 = 2;
int ENA = 15;

// Motor B
int IN3 = 25;
int IN4 = 33;
int ENB = 32;

// Linear actuator
int Relay1 = 26;
int Relay2 = 27;

// Setting PWM properties
const int frequency = 5000;
const int pwm_channel = 0;

const int resolution = 8;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// Setting Blynk
char auth[] = "IMEQJ2cDwStQLT8JcWx7Fc2WC7iEC-xB"; //Enter yourG Blynk auth
token
char ssid[] = "Bonus"; //Enter your WIFI name
char pass[] = "16161616"; //Enter your WIFI passowrd

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  //Set the motor pins as output pins
  pinMode(ENA, OUTPUT);
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);
  pinMode(ENB, OUTPUT);

  //Set the motor pins as output pins --> Linear actuator
  pinMode(Relay1, OUTPUT);
  pinMode(Relay2, OUTPUT);

  // configure LED PWM functionalites
  ledcSetup(pwm_channel, frequency, resolution);

  // attach the channel to the GPIO to be controlled
  ledcAttachPin(ENA, pwm_channel);
  ledcAttachPin(ENB, pwm_channel);

```

```

ledcWrite(pwm_channel, 210);

digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, LOW);

// Initialize the Blynk library
Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.cloud", 80);
}

//Function
void FORWARD(int x)
{
  if (x == 1)
  {
    // FORWARD
    ledcWrite(pwm_channel, 250);
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, HIGH);
    digitalWrite(IN4, LOW);
  }
  else
  {
    ledcWrite(pwm_channel, 250);
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        digitalWrite(IN4, LOW);
    }
}

void LEFT(int x)
{
    if (x == 1)
    {
        // LEFT
        ledcWrite(pwm_channel, 250);
        digitalWrite(IN1, LOW);
        digitalWrite(IN2, HIGH);
        digitalWrite(IN3, HIGH);
        digitalWrite(IN4, LOW);
    }
    else
    {
        ledcWrite(pwm_channel, 250);
        digitalWrite(IN1, LOW);
        digitalWrite(IN2, LOW);
        digitalWrite(IN3, LOW);
        digitalWrite(IN4, LOW);
    }
}

void RIGHT(int x)
{
    if (x == 1)
    {
```

```

// RIGHT
ledcWrite(pwm_channel, 250);
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
}
else
{
ledcWrite(pwm_channel, 250);
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, LOW);
}
}

void BACKWARD(int x)
{
if (x == 1)
{
// BACKWARD
ledcWrite(pwm_channel, 250);
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, HIGH);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
}
else

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
  ledcWrite(pwm_channel, 250);
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}
}

```

```

void LinearUP(int x)
{
  if (x == 1)
  {
    digitalWrite(Relay1, HIGH);
    digitalWrite(Relay2, LOW);
  }
  else
  {
    digitalWrite(Relay1, LOW);
    digitalWrite(Relay2, LOW);
  }
}

```

```

void LinearDOWN(int x)
{
  if (x == 1)
  {
    digitalWrite(Relay1, LOW);
    digitalWrite(Relay2, HIGH);
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}  
else  
{  
    digitalWrite(Relay1, LOW);  
    digitalWrite(Relay2, LOW);  
}  
}  
  
void loop()  
{  
    Blynk.run();  
}  
  
BLYNK_WRITE(V0)  
{  
    int x = param[0].asInt();  
  
    Serial.print("A value is: ");  
    Serial.println(x);  
  
    FORWARD(x);  
}  
  
BLYNK_WRITE(V1)  
{  
    int x = param[0].asInt();  
  
    Serial.print("B value is: ");  
    Serial.println(x);  
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LEFT(x);
}

BLYNK_WRITE(V2)
{
  int x = param[0].asInt();

  Serial.print("C value is: ");
  Serial.println(x);

  RIGHT(x);
}

BLYNK_WRITE(V3)
{
  int x = param[0].asInt();

  Serial.print("D value is: ");
  Serial.println(x);

  BACKWARD(x);
}

BLYNK_WRITE(V4)
{
  int x = param[0].asInt();

  Serial.print("UP value is: ");
  Serial.println(x);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LinearUP(x);  
}  
  
BLYNK_WRITE(V5)  
{  
  int x = param[0].asInt();  
  
  Serial.print("DOWN value is: ");  
  Serial.println(x);  
  
  LinearDOWN(x);  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้