ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ

LOW-COST AUTOMATIC REPOSITIONING MATTRESS FOR PARALYSIS PATIENT

โดย

นายสุทิวัส ปัดนา

นายอัสนี ดิษฐ์สังวร

นายเอกอนันต์ พันธุ์พรหมา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ

LOW-COST AUTOMATIC REPOSITIONING MATTRESS FOR PARALYSIS PATIENT

โดย

นาย สุทิวัส	**ปัดนา**	**61011133**
นาย อัสนี	**ดิษฐ์สังวร**	**61011226**
นาย เอกอนันต์	**พันธุ์พรหมา**	**61011252**

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2564

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ

LOW-COST AUTOMATIC REPOSITIONING MATTRESS FOR PARALYSIS PATIENT

ผู้จัดทำ

1. นายสุทิวัส ปัดนา 61011133
2. นายอัสนี ดิษฐ์สังวร 61011226
3. นายเอกอนันต์ พันธุ์พรหมา 61011252

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงงาน”ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ”นี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาคือ รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนของการจัดทำโครงงาน รวมทั้งท่านอาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาโทรคมนาคมคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาลาดกระบัง ที่คอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาต่างๆให้ผ่านลุล่วงไปได้ ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าว นามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือให้โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นาย สุทิวัส ปัดนา
นาย อัสนี ดิษฐ์สังวร
นาย เอกอนันต์ พันธุ์พรหมา
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ
LOW-COST AUTOMATIC REPOSITIONING MATTRESS FOR PARALYSIS PATIENT

โดย นาย สุทิวัส ปัดนา 61011133
นาย อัสนี ดิษฐ์สังวร 61011226
นาย เอกอนันต์ พันธุ์พรหมา 61011252

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการประดิษฐ์ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ ที่นอนนี้ประกอบด้วยสองส่วนหลัก คือ ชิ้นส่วนเครื่องกลและชิ้นส่วนไฟฟ้า กลไกได้รับการออกแบบตามโครงสร้างโลหะที่มีต้นทุนต่ำ และง่ายต่อการประกอบในทุกที่ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลได้รับการออกแบบโดยใช้โปรแกรมโซลิดเวิร์คเพื่อจำลองชิ้นส่วนต่างๆและสามารถใช้ในการทำงานได้โดยโครงสร้างแผ่นรองที่นอนสามารถยกด้านซ้ายและขวาขึ้นอย่างนุ่มนวลเพื่อจัดตำแหน่งผู้ป่วยให้เหมาะสมของการแพทย์ตามการทำงานของมอเตอร์วอร์มเกียร์ ชิ้นส่วนไฟฟ้าประกอบด้วยตัวควบคุมมอเตอร์ เซ็นเซอร์ และกล้องที่ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถกำหนดค่าและตรวจสอบระบบได้โดยใช้แอปพลิเคชันมือถือนอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถจับภาพผู้ป่วยและดูโดยใช้แอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

This project invents a low-cost automatic repositioning mattress for paralysis patients. This mattress consists of two main parts, mechanical and electrical parts. The mechanical is designed based on the low-cost metal structure and is easy to assemble everywhere. The mechanical parts have been designed by using the solid-work program for simulating the several parts and assuring their workability. The mattress structure can softly lift its left and right-hand side for repositioning the patient based on the gear motor. The electrical part contains the motor controller, sensors, and camera controlled by a microcontroller. The microcontroller can be configured and be monitoring the system by using a mobile application. Besides, the user can also capture the patient's picture and see it by using the application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		IV
สารบัญรูป		VIII
สารบัญตาราง		XII
บทที่ 1	**บทนำ**	
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	
	2.1 ศึกษาหลักการและวิธีการทำงานของ Esp32	3
	2.1.1 Esp32	3
	2.1.2 Esp32-Cam	3
	2.1.3 ลักษณะทางเทคนิคของ ESP32-CAM	3
	2.1.4 บูรณาการกับ Arduino IDE	4
	2.2 ศึกษาการเขียนคำสั่งสำหรับ Esp32 ด้วยโปรแกรม Arduino	4
	2.2.1 ภาษาซี	4
	2.3 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ด้วย Pulse With Modulation	5
	2.4 H-Bridge เบื้องต้น	6
	2.4.1 หลักการทำงานของ BTS7960 43A DC Motor Drive Module	7
	2.5 หลักการและการทำงานของ Reed Switch	8
	2.5.1 หลักการของ Reed Switch	8
	2.5.2 การทำงานของ Reed Switch	8
	2.6 หลักการดูแลผู้ป่วยติดเตียงจากหลักการแพทย์	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.7 การศึกษาการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของ SolidWorks	10
2.7.1 ทำความรู้จักกับ SolidWorks	10
2.7.2 พื้นฐานการออกแบบโดยโปรแกรม SolidWorks	11
2.7.3 การสร้างชิ้นงานเบื้องต้น (Parts)	11
2.7.4 การประกอบชิ้นงาน (Assembly)	12
2.7.5 การสร้างภาพเขียนแบบฉาย (Drawing)	13
2.7.6 การสร้าง Circular Pattern	14
2.7.7 การสร้างสำเนาด้วยคำสั่ง Linear Pattern	14
2.7.8 การสร้างระนาบ Plane	15
2.7.9 การสร้างชิ้นงานโดยใช้คำสั่ง Loft	15
2.7.10 การสร้างชิ้นงานด้วยการหมุนและการกวาด	16
2.7.11 การกวาดเพื่อตัดชิ้นงานวัสดุและการทำสปริง	17
2.7.12 การสร้างชิ้นงานโดยการลบมุม Fillet	17
2.7.13 การจับคู่เพื่อการประกอบชิ้นงาน	18
2.7.14 การสร้างงานโลหะแผ่น Sheet Metal	18
2.8 หลักการทำให้เว็บแอพพลิเคชั่นทำงานบนบอร์ด ESP32 และ ESP8266	20
โดยใช้หลักการ SIPFFS ในการเก็บไฟล์และข้อมูลต่างๆ	21
2.9 หลักการ Web Server	21
2.9.1 การใช้งาน	22
2.9.2 ซอฟต์แวร์เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ได้รับความนิยมสูงสุด 4 อันดับ	22
2.10 การสร้าง Application	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบโครงสร้างโดยรวม 27

3.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ 28

3.3 โฟล์วชาร์ตของ“ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ” 29

3.4 รูปแบบโครงสร้างของที่นอนที่ออกแบบในโปรแกรม SolidWorks 31

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 34

3.5.1 โครงสร้างที่นอน 34

3.5.2 บอร์ด ESP8266 35

3.5.3 บอร์ด ESP32 – CAM 35

3.5.4 วงจรแปลงไฟ 36

3.5.5 Motor Drive Module 36

3.5.6 Reed Switch Module 37

3.5.7 Power Supply Switching 37

3.5.8 Motor Worm Gear 38

3.5.9 Application 38

3.6 การจัดเก็บผลการทดลอง 39

3.6.1 การทดสอบการพลิกตะแคงของที่นอน 39

3.6.2 ทดสอบ PWM ในการปรับความเร็วและทิศทาง 39

3.6.3 ทดสอบ Reed Switch ในการตรวจจับค่าแม่เหล็กเมื่อพลิกตะแคง 39

3.6.4 ทดสอบที่นอนโดยใช้ค่าน้ำหนักเป็นตัวทดสอบ 39

3.6.5 ทดสอบการใช้งาน Application โดยรวม 39

3.6.6 ทดสอบการถ่ายรูปผู้ป่วยระยะไกลมาแสดงบน Application 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ) **หน้า**

บทที่ 4 **ผลการทดลอง**

4.1 การทำที่นอนและเปรียบเทียบกับที่ออกแบบใน Solid Work 41

4.1.1 การออกแบบและคำนวณในโปรแกรม Solid Work 42

4.2 การสร้างที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ 46

4.3 การจัดเก็บผลการทดลอง 51

4.3.1 การทดสอบ PWM ในการปรับความเร็วและทิศทาง 51

4.3.1.1ทดสอบ Duty cycle ของ PWM จากวงจรที่ออกแบบ 51

4.3.1.2 การสั่งงานทำงานอัตโนมัติโดยมีความเร็วให้เลือก 3 โหมดทำงาน 56

4.3.2 ทดสอบ Reed Switch ในการตรวจจับค่าแม่เหล็กเมื่อพลิกตะแคง 57

4.3.3 ทดสอบที่นอนโดยใช้ค่าน้ำหนักเป็นตัวทดสอบ 58

4.3.4 ผลการทดสอบการใช้งาน Application โดยรวม 59

4.3.4.1 การสั่งงานอัตโนมัติโดยมีความเร็วให้เลือก 3 โหมดการทำงาน 59

4.3.4.2 การพัฒนา Application ให้เหมาะสมกับผู้ใช้งาน 60

4.3.5 ทดลองระบบการถ่ายรูปผู้ป่วยแบบผ่านโทรศัพท์ด้วยบอร์ด ESP32-CAM 62

บทที่ 5 **สรุปผลและข้อเสนอแนะ**

5.1 สรุปผล 64

5.2 ข้อเสนอแนะ 64

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ 65

บรรณานุกรม 66

ภาคผนวก โค้ดที่ใช้ในโครงงาน 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ปัญหาหลักที่ทำให้เกิดแผลกดทับ	1
2.1.4	บูรณาการกับ Arduino IDE	4
2.3	Duty Cycle	5
2.4	เมื่อเราปิดวงจรสวิตช์ตัวที่ 1 และตัวที่ 4 กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสวิตช์ 1 ผ่านมอเตอร์จากซ้ายไปขวา ผ่านสวิตช์ 4 แล้วไหลลงกราวด์	6
2.4.1	เมื่อเราทำการปิดวงจรสวิตช์ตัวที่ 3 และตัวที่ 2 กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสวิตช์ 3 ผ่านมอเตอร์จากขวาไปซ้าย ผ่านสวิตช์ 2 ซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางไปอีกด้านหนึ่ง จากนั้นจึงไหลลงกราวด์	7
2.4.2	BTN7960 BTS7960 43A DC Motor Drive Module	8
2.5.1	Reed Switch	8
2.5.2	การทำงานของ Reed Switch	9
2.7.1	โปรแกรม SolidWorks	10
2.7.3	การสร้างชิ้นงานเบื้องต้น (Parts)	12
2.7.4	การประกอบชิ้นงาน (Assembly)	13
2.7.5	การสร้างภาพเขียนแบบฉาย (Drawing)	14
2.7.8	การสร้างระนาบ Plane	15
2.7.9	การสร้างชิ้นงานด้วยการหมุนและการกวาด	16
2.7.12	การสร้างชิ้นงานโดยการลบมุม Fillet	18
2.7.14	การสร้างงานโลหะแผ่น Sheet Metal	19
2.7.15	การเขียนแบบโครงสร้างและงานเชื่อม Weldments	20
2.8	หลักการ SIPFFS ในการเก็บไฟล์	20
2.8.1	ไลบรารี่ที่ใช้งานระบบ SPIFFS	21
2.8.2	เครื่องมืออัปโหลดไฟล์	22
2.8.3	เครื่องมืออัปโหลดไฟล์ในโฟลเดอร์	22
2.8.4	วิธีการเข้าสู่ Web Server ของ ESP32/8266	23
2.8.5	ผลลัพธ์ที่ได้จากการเก็บไฟล์ไว้ใน SPIFFS	23
2.8.6	ภาพรวมการทำงานของหลักการ SPIFFS	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.1	บล็อกไดอะแกรมของปริญญานิพนธ์	27
3.2	การออกแบบทางฮาร์ดแวร์	28
3.3	โฟล์วชาร์ตการทำงานของ“ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ”	30
3.4.1	ขนาดโครงสร้างที่นอนโดยรวม	31
3.4.2	(ก) รูปโครงสร้างที่นอนด้านหน้า ก่อน ติดตั้งคานหมุน (ข) รูปโครงสร้างที่นอนด้านหน้า หลัง ติดตั้งคานหมุน	32
3.4.3	รูปโครงสร้างที่นอนมุมด้านล่าง	32
3.4.4	รูปโครงสร้างที่นอนมุมด้านข้าง	33
3.4.5	โครงสร้างที่นอนที่มีแผ่นรองมุมด้านบน	33
3.5.1	โครงสร้างที่นอนที่ใช้ในการทดลอง	34
3.5.2	บอร์ด ESP8266	35
3.5.3	บอร์ด ESP32 – CAM	35
3.5.4	วงจรแปลงไฟ	36
3.5.5	Motor Drive Module	36
3.5.6	Reed Switch Module	37
3.5.7	Power Supply Switching	37
3.5.8	Motor Worm Gear	38
3.5.9	Application (Home Page)	38
4.1.1	ภาพรวมของที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำโดยใช้ solid work	42
4.1.2	รูปโครงสร้างที่นอนด้านใต้ที่ติดตั้งเพลาและเฟืองโดยใช้ solid work	42
4.1.3	รูปโครงสร้างที่นอนด้านข้างโดยใช้ solid work	43
4.1.4	รูปโครงสร้างที่นอนด้านใต้ที่นอนโดยใช้ solid work	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.1.5	รูปโครงสร้างที่นอนโดยแสดงแกนโครงสร้างเหล็กโดยใช้ solid work	44
4.1.6	รูปฟันเฟืองพร้อมมอเตอร์ในโครงสร้าง โดยใช้ solid work	44
4.1.7	รูปโครงสร้างที่นอนเมื่อติดฟันเฟืองและคำนวณการยกโดยใช้ solid work	45
4.2.1	ภาพรวมของที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ	46
4.2.2	โครงสร้างที่นอนทั้ง 4 รูปที่ใช้ในการทดลองในการพลิกตะแคง	48
4.2.3	แขนที่ใช้ในการพลิกตะแคงตัวที่ถูกพัฒนามาให้ลดแรงเสียดทาน	49
4.2.4	อุปกรณ์ควบคุมระบบการทำงานของที่นอนพลิกตะแคงตัวอัตโนมัติ	49
4.2.5	ที่นอนสำหรับการทดลองในการพลิกตัวผู้ป่วยอัมพาต	50
4.3.1.1	ภาพรวมวงจรการทดสอบค่า Duty Cycle ของวงจรที่ออกแบบและบันทึกผลออกมา	51
4.3.1.2	ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 0 เปอร์เซ็นต์	52
4.3.1.3	ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 20 เปอร์เซ็นต์	52
4.3.1.4	ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 40 เปอร์เซ็นต์	53
4.3.1.5	ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 60 เปอร์เซ็นต์	53
4.3.1.6	ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 80 เปอร์เซ็นต์	54
4.3.1.7	ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 100 เปอร์เซ็นต์	54
4.3.1.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง PWM และ RPM ในรูป Duty Cycle	55
4.3.2	Reed Switch ที่ติดตั้งอยู่บนที่นอนทั้ง 2 ข้าง	57
4.3.3	ผู้ป่วยน้ำหนักช่วง 80 กิโลกรัมกำลังอยู่ในระบบทดสอบการพลิกตะแคงตัวอัตโนมัติ	58
4.3.4.1	รูปแบบโหมดการทำงานอัตโนมัติทั้ง 3 ความเร็วบน Application สามารถเปรียบเทียบความเร็วได้จากตารางที่ 3 เพื่อดูความสัมพันธ์ของการหมุน	59
4.3.4.2	หน้าหลักผู้ใช้งาน (Home Page)	61
4.3.4.3	หน้าแสดงจุดประสงค์และที่มาของที่นอน (About Us Page)	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.3.4.4	หน้าสำหรับกรณีที่ต้องการเพิ่มระบบการบันทึกข้อมูลของผู้ป่วย (Services Page)	62
4.3.5	ESP32-CAM ที่ใช้ในการถ่ายรูปผู้ป่วยขณะติดตั้งอยู่บนที่นอน	62
4.3.5.1	ระบบทำงานหลังบ้านของ ESP32 ในการเก็บรูปภาพที่ถ่ายไว้ใน SPIFFS	62
4.3.5.2	รูปภาพที่ได้จาก ESP32-CAM จะแสดงในหน้า Home Page	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง Duty Cycle (PWM) และ RPM	55
2	อธิบายความเร็วในการทำงานอัตโนมัติทั้ง 3 ความเร็วให้ผู้ใช้เลือกใช้งาน	56
3	อธิบายความเร็วและเวลาในการทำงานอัตโนมัติทั้ง 3 ความเร็วให้ผู้ใช้เลือกใช้งาน	60

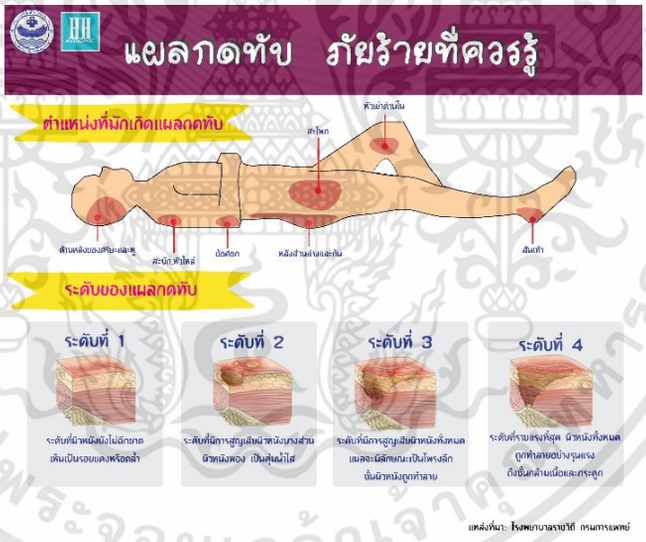
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในโลกปัจจุบันมีอัตราของผู้ป่วยอัมพาตและผู้สูงอายุที่ต้องนอนติดเตียงมากขึ้นเรื่อยๆโดยการนอนติดเตียงนั้นสามารถส่งผลทำให้มีอาการเจ็บป่วยตามมาในรูปแบบต่างๆเช่น แผลกดทับ เป็นต้น จึงเป็นปัญหาทำให้อาการของผู้ป่วยนั้นแย่ลงผู้ทำโครงงานจึงได้เห็นถึงปัญหาจึง คิดวิธีพัฒนาที่นอนที่ทำให้ผู้ป่วยที่ต้องนอนเตียงเป็นเวลานานมีการขยับตัวเพื่อลดอาการแผลกดทับด้วยการทำให้ที่นอนมีการเอียงและยังทำให้ผู้ดูแลผู้ป่วยนั้นสามารถพักผ่อนได้อีกด้วยเนื่องจากสามารถควบคุมผ่านโทรศัพท์ได้อีกด้วยเพื่อความสะดวกและทั้งหมดของโครงงานนี้ยังถูกแบบมาให้ต้นทุนถูกกว่าการซื้อตามตลาดทั่วไปเพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าถึงราคาของที่นอนได้ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ปัญหาหลักที่ทำให้เกิดแผลกดทับ

จากรูปที่ 1.1 นั้นแสดงให้เห็นถึงปัญหาของการเป็นแผลกดทับอันเนื่องมาจากการนอนติดเตียงเป็นเวลานานว่าหากแผลกดทับนั้นรุนแรงมากจะทำให้เกิดปัญหากับผู้ป่วยนอนติดเตียงนั้นรักษายากมากยิ่งขึ้นและอันตรายมากถ้าแผลกดทับไปถึงระดับที่ 3 และ ระดับที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. ลดภาวะการเกิดแผลกดทับของผู้ป่วยอัมพาตจากการนอนในท่าเดิมเป็นเวลานาน
2. ช่วยลดภาระให้ผู้ดูแลได้มีเวลาพักผ่อนจากการดูแลผู้ป่วย
3. ออกแบบที่นอนต้นทุนต่ำเพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่าย
4. ออกแบบนวัตกรรมใหม่ที่สะดวกและประโยชน์ในทางการแพทย์

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ออกแบบที่นอนที่สามารถพลิกตะแคงตัวได้ด้วย Motor 2 ตัว และใช้อุปกรณ์ต้นทุนต่ำ
2. กำหนดการพลิกตะแคงตัวอัตโนมัติของที่นอนผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์
3. สามารถถ่ายรูปผู้ป่วยให้กับผู้ดูแลได้โดยส่งผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงขึ้นบน Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

โครงงานนี้จำเป็นที่ต้องศึกษาข้อมูลและอุปกรณ์เกี่ยวกับชิปไอซี ESP-8266 ที่นำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับ PWM ที่ใช้ควบคุมมอเตอร์และศึกษาเพิ่มเติมการใช้งาน Wi-Fi และการใช้งานร่วมกันกับอุปกรณ์ IoT (internet of thing) ร่วมกับชิปไอซี ESP32 เพื่อเป็นการควบคุมผ่านโทรศัพท์และนำมาแสดงผลบนแอปพลิเคชัน

2.1 ศึกษาหลักการและวิธีการทำงานของ ESP32

2.1.1 ESP32

ESP32 เป็นชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต ที่มี Wi-Fi และบลูทูธเวอร์ชั่น 4.2 ในตัว ซึ่งเป็นรุ่นต่อของชิปไอซี ESP8266 รุ่นยอดนิยม ผลิตโดยบริษัท Espressif จากประเทศจีน รองรับการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE และรองรับไลบารี่ส่วนใหญ่ของ Arduino ทำให้สามารถใช้งานได้ง่าย นอกจากนี้ราคายังถูกลงเรื่อย ๆ ทำให้ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ เช่นเดียวกัน [1]

2.1.2 ESP32-CAM

เป็นโมดูลที่สามารถใช้กับโครงการต่างๆมากมายและกับ Arduino เป็นโมดูลที่สมบูรณ์พร้อมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ในตัวซึ่งสามารถทำให้ทำงานได้อย่างอิสระ นอกเหนือจากการเชื่อมต่อ WiFi + Bluetooth แล้วโมดูลนี้ยังมีกล้องวิดีโอในตัวและช่องเสียบ microSD สำหรับจัดเก็บข้อมูล โมดูลนี้ไม่แพงและสามารถมีได้ แอพพลิเคชั่นมากมาย ตั้งแต่ IoT ธรรมดาไปจนถึงขั้นสูงอื่น ๆ สำหรับการตรวจสอบและจดจำภาพโดยใช้ AI และแม้กระทั่งเป็นระบบเฝ้าระวังเพื่อตรวจสอบสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานที่จากระยะไกลไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตาม

2.1.3 ลักษณะทางเทคนิคของ ESP32-CAM

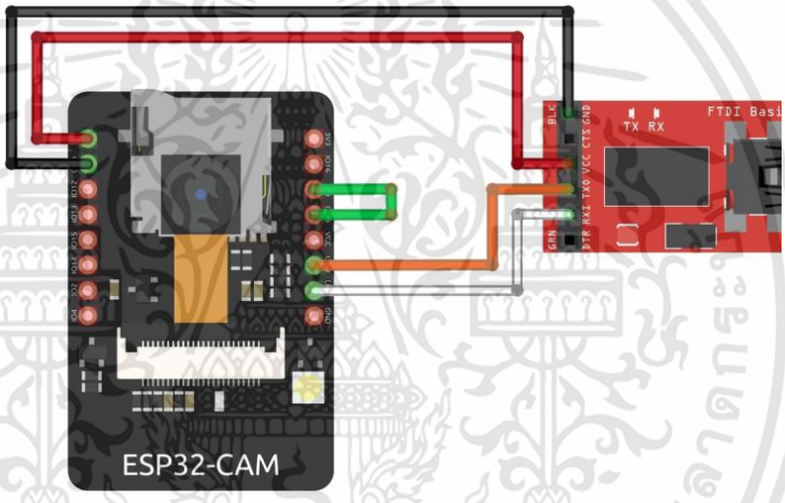
- Conectividad: WiFi 802.11b / g / n + Bluetooth 4.2 พร้อม BLE รองรับการอัปโหลดภาพผ่าน WiFi
- สัมพันธ์: UART, เอสพีไอ, I2Cและ PWM. มีหมุด GPIO 9 ตัว
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา: สูงสุด 160Mhz.
- กำลังประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์: สูงสุด 600 DMIPS
- หน่วยความจำ: 520KB ของ SRAM + 4MB ของช่องเสียบการ์ด PSRAM + SD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• บริการเสริม: มีโหมดสลีปหลายโหมดอัปเกรดเฟิร์มแวร์ได้โดย OTA และ LED สำหรับใช้หน่วยความจำแฟลชในตัว

- กล้อง: รองรับกล้อง OV2640 ที่มาในแพ็คหรือซื้อแยกต่างหาก
- กล้องประเภทนี้มี 2 MP บนเซ็นเซอร์
- ขนาดอาร์เรย์ UXGA 1622 × 1200 พิกเซล
- รูปแบบเอาต์พุต YUV422, YUV420, RGB565, RGB555 และการบีบอัดข้อมูล 8 บิต
- คุณสามารถถ่ายโอนภาพระหว่าง 15 ถึง 60 FPS

2.1.4 บูรณาการกับ Arduino IDE



รูปที่ 2.1.4 บูรณาการกับ Arduino IDE

- เชื่อมต่อการเชื่อมต่อ 5v ของโมดูล ESP32-CAM เข้ากับ Vcc ของโมดูล FTDI
- เชื่อมต่อ GND ของโมดูล ESP32-CAM กับ GND ของโมดูล FTDI
- TX0 จากบอร์ด FTDI ไปที่ GPIO 3 (U0RXD)
- RXI จากบอร์ด FTDI ไปที่ GPIO 1 (U0TXD)
- และข้าม GPI0 และ GND ของบอร์ด ESP32-CAM **[2]**

2.2 ศึกษาการเขียนคำสั่งสำหรับ Esp32 ด้วยโปรแกรม Arduino

2.2.1 ภาษาซี

ภาษาซีของ Arduino จะจัดรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อยๆ หลายๆส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่า ฟังก์ชั่น และ เมื่อนำฟังก์ชั่น มารวมเข้าด้วยกัน ก็จะเรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

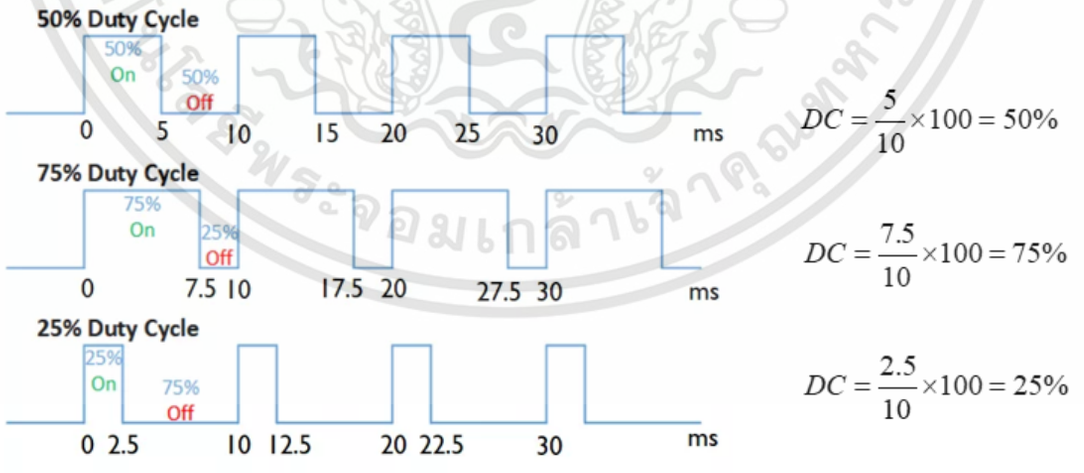
โปรแกรม โดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้น ทุกๆโปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชั่น จำนวน 2 ฟังก์ชั่น คือ setup() และ loop() **[3]**

2.3 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ด้วย Pulse With Modulation

Plus With Modulation เป็นเทคนิคการสร้างสัญญาณ Digital ให้เหมือนกับสัญญาณ Analog โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมสร้างสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมสลับกันระหว่าง เปิด (On) กับ ปิด (Off) ด้วยความเร็วสูงๆ จนผลค่าเฉลี่ยที่ได้ออกมาเทียบเท่ากับการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า (V) ได้โดยตรง ดังนั้นเมื่อเราสามารถปรับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ได้ เราก็จะสามารถปรับความเร็วรอบมอเตอร์ให้หมุนช้าหรือหมุนเร็วได้นั้นเองโดยที่ PWM จะใช้ค่า Duty Cycle เป็นตัวบ่งบอกถึงเปอร์เซ็นการเปิดของ PWM ได้ โดยที่เราสามารถคำนวณค่า Duty Cycle ได้ดังนี้

$$DC = \frac{T_{on}}{T} \times 100 \tag{1}$$

เรามาลองคำนวณหาค่า Duty Cycle กัน โดยผมกำหนดค่า Sampling Time ทุกๆ 10ms จากนั้นผมลองปรับคาบการเปิดของอุปกรณ์ดังรูปที่ 2.3 Duty Cycle



รูปที่ 2.3 Duty Cycle

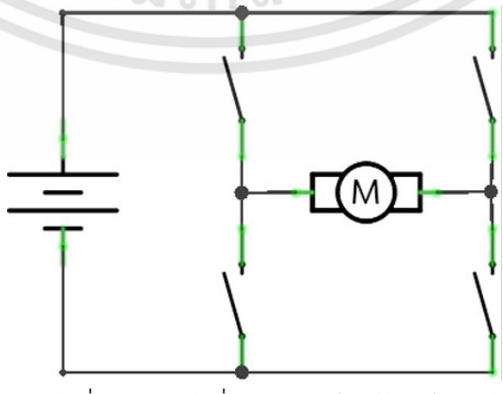
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปภาพที่ 2.3 เราสามารถคำนวณหาค่า Duty Cycle โดยที่เราเวลาจากการเปิดอุปกรณ์ (Ton) หารด้วย Sampling Time คูณด้วย 100 เพียงเท่านี้เราก็จะได้ค่า Duty Cycle มาแล้วนั้นเอง ถ้าหากเราใช้แรงดันไฟฟ้า 12 V เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ จากนั้นผมสั่งให้ Motor Drive Module L298N ขับ DC Motor ด้วย PWM ที่ค่า Duty Cycle เท่ากับ 50% ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจาก Motor Drive Module L298N จ่ายให้กับมอเตอร์แรงดันไฟฟ้าจะลดลงเหลือเพียง 6V เท่านั้น จึงทำให้ DC Motor มีความเร็วรอบลดลงนั้นเองเรามาเริ่มกันเลยสร้างสัญญาณ PWM ด้วย MCU NANO32 ที่เป็นตระกลู ESP32 โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นตระกลู ESP32 จะมีช่องใช้สำหรับการสร้างสัญญาณ PWM ถึง 16 ช่อง ขั้นตอนการสร้างสัญญาณ PWM ด้วย ESP32 มีขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนอื่นต้องเลือกช่องสัญญาณ PWM มี 16 ช่องตั้งแต่ 0 ถึง 15
2. จากนั้นจะต้องตั้งค่าความถี่สัญญาณ PWM สำหรับ Motor
3. ตั้งค่าความละเอียดวัฏจักรของสัญญาณ: คุณมีความละเอียดตั้งแต่ 1 ถึง 16 บิต เราจะใช้ความละเอียด 12 บิตซึ่งหมายความว่าคุณสามารถควบคุมความเร็วรอบ Motor โดยใช้ค่าตั้งแต่ 0 ถึง 4095
4. เลือก PIN GPIO สร้างช่องสัญญาณ PWMledcAttachPin(GPIO, channel) **[4]**

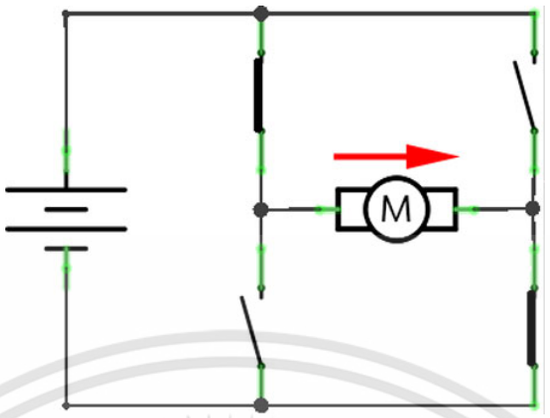
2.4 H-Bridge เบื้องต้น

H-Bridge เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่สลับขั้วไฟฟ้าให้กับโหลด ซึ่งส่วนมากนั้นเรามักพบวงจร H-Bridge ในหุ่นยนต์ หรืออุปกรณ์ที่มี DC motor และต้องมีการหมุนในทิศทางไป-กลับ สลับกันตลอดเวลา หากจะกล่าวถึงคือวงจร AC-DC Converter, AC-AC Converter วงจรควบคุมมอเตอร์ส่วนใหญ่ โดยเฉพาะวงจรควบคุม Bipolar Stepper Motor ล้วนใช้วงจร H-Bridge ในการทำงานทั้งสิ้น เราสามารถสร้างวงจร H-Bridge อย่างง่าย ๆ จากสวิตช์ 4 ตัว ดังรูป



รูปที่ 2.4 เมื่อเราปิดวงจรสวิตช์ตัวที่ 1 และตัวที่ 4 กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสวิตช์ 1 ผ่านมอเตอร์จากซ้ายไปขวา ผ่านสวิตช์ 4 แล้วไหลลงกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4.1 เมื่อเราทำการปิดวงจรสวิตช์ตัวที่ 3 และตัวที่ 2 กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสวิตช์ 3 ผ่านมอเตอร์จากขวาไปซ้าย ผ่านสวิตช์ 2 ซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางไปอีกด้านหนึ่ง จากนั้นจึงไหลลงกราวด์

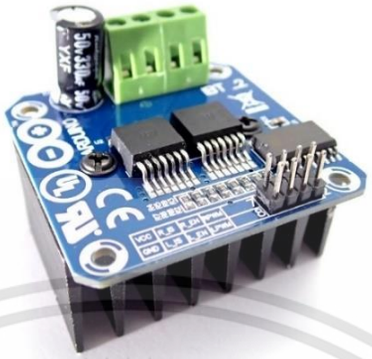
2.4.1 หลักการทำงานของ BTS7960 43A DC Motor Drive Module

โมดูลขับดีซีมอเตอร์ แบบฟูลบริดจ์ ใช้ไอซีเบอร์ BTN7960 สเปคกระแสสูงสุด(พีค) 43A ควบคุมมอเตอร์หมุนกลับทางได้ IBT-2 (BTS7960) เป็นโมดูลขนาดกระทัดรัดสำหรับขับ Motor (PWM at 25kHz ร่วมกับactive freewheeling) เหมาะสำหรับควบคุม High Power Motor โดยทำงานที่ 24V และสามารถขับได้ที่กระแสสูงสุดถึง 43A ที่มาพร้อมกับ Protection ต่างๆไม่ว่าจะเป็น Over-Voltage, Under-Voltage, Over-Temperature

1. จะต้องต่อขา R_EN และ L_EN ด้วย 5V ไว้ (เป็นการอีนาเบิลเอาต์พุต)

2. จากนั้นถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย ก็ให้จ่าย PWM (หรือ 5V) ไปที่ขา LPWM โดยที่ขา RPWM ให้ต่อกราวด์ (หรือจ่าย 0V) ไว้ ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ต้องจ่าย PWM (หรือ 5V) ไปที่ขา RPWM โดยที่ขา LPWM ให้ต่อกราวด์ไว้ (หรือจ่าย 0V) **[5]**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

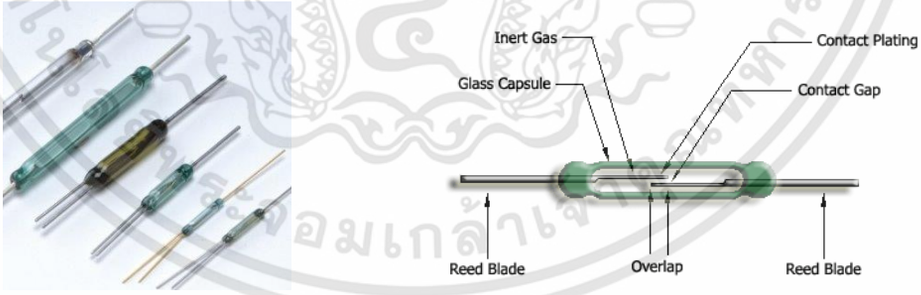


รูปที่ 2.4.2 BTN7960 BTS7960 43A DC Motor Drive Module

2.5 หลักการและการทำงานของ Reed Switch

2.5.1 หลักการของ Reed Switch

รีดสวิตซ์ (Reed switch) คือ แม็กเนติกเซนเซอร์ที่มีลักษณะเป็นแบบหน้าสัมผัส ซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้ว จะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open : NO)สวิตซ์นี้จะทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจจะเห็นแม่เหล็กถาวร หรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ แผ่นหน้าสัมผัสจะทำมาจากสารที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก (ferromagnetic) และติดตั้งอยู่ภายในกระเปาะแก้วเล็กๆที่มีการเติมก๊าซเฉื่อยเพื่อทำให้การตัดต่อการส่งกระแสไฟฟ้าได้เร็วยิ่งขึ้น



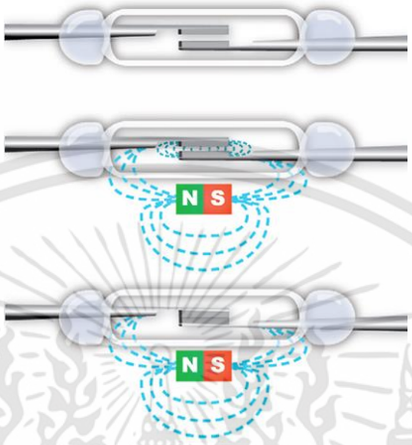
รูปที่ 2.5.1 Reed Switch

2.5.2 การทำงานของ Reed Switch

ในการใช้งาน จะยึดรีดสวิตซ์ไว้ที่ตัวกระบอกสูบดังรูป โดยตัวกระบอกสูบต้องทำจากอลูมิเนียม ลูกสูบต้องมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กถาวร ซึ่งการใช้รีดสวิตซ์มีความสะดวกในเรื่องของการติดตั้งที่ง่ายกว่าลิมิตสวิตซ์ทั่วไป การทำงาน เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่เข้าสุด อำนาจแม่เหล็กที่ตัวลูกสูบจะไปดึงดูดให้หน้าคอนแทคของรีดสวิตซ์ต่อกัน ซึ่งปกติหน้าคอนแทคจะเป็นหน้าคอนแทคปกติเปิด เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกสูบเคลื่อนที่มาตรงกับตำแหน่งของรีดสวิตช์ รีดสวิตช์ก็จะปิดวงจร และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ออกไปตรงกับตำแหน่งของรีดสวิตช์ตัวนอก อำนาจแม่เหล็กของลูกสูบก็จะดึงดูดให้รีดสวิตช์ปิดวงจรเช่นกัน



รูปที่ 2.5.2 การทำงานของ Reed Switch

2.6 หลักการดูแลผู้ป่วยติดเตียงจากหลักการแพทย์

แผลกดทับเกิดจากการที่ผู้ป่วยนอนอยู่บนเตียงเป็นเวลานาน ทำให้บริเวณของปุ่มกระดูกขาด เลือดเติบโตขึ้นที่ผิวหนังทำให้เซลล์บางส่วนตายและแผลยังคงลุกลาม หากไม่พลิกตัวผู้ป่วยอาจเกิดขึ้นได้หลายจุดเช่นท้ายทอยสะบักข้อศอกสะโพกก้นกบส้นเท้าเป็นต้น ในระยะแรกอาจเกิดการลอกเฉพาะที่ผิวหนังแต่เมื่อเวลาผ่านไปอาจหลุดลอกไปถึงชั้นกล้ามเนื้อหรืออาจถึงกระดูกและเมื่อร่างกายขาดแคลน ผิวหนังซึ่งทำหน้าที่ปกปิดมีโอกาสในการติดเชื้อเพิ่มมากขึ้นวิธีการป้องกันและหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดเตียงกดทับเมื่อผู้ป่วยขยับตัวเองไม่ได้ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ดูแลควรพลิกตัวผู้ป่วยทุกๆ 2 ชั่วโมงด้วยท่านอนใหม่ เช่น นอนหงายและตะแคง หลีกเลี่ยงรอยยับของเสื้อผ้า โดยการประเมินสภาพของผิวหนังเพื่อทำความสะอาด ควรมีอุปกรณ์เสริมเพื่อลดการกดทับเช่นฟองน้ำที่นอนเป่าลมหมอนผ้านุ่มเจลหนุนปุ่มกระดูกสำหรับวิธีป้องกันการเกิดแผลกดทับได้ดังนี้ **[6]**

1. จัดท่านอนให้เหมาะสม และพลิกตะแคงตัวเปลี่ยนทางทุก 2 ชั่วโมง
   - ท่านอนตะแคงกึ่งหงาย ให้สะโพกเอียง 30 องศา
   - ท่านอนหงายศีรษะสูง 30 องศา
2. ใช้ที่นอนกระจายแรงกดทับ เช่นที่นอนลม ที่นอนโฟม
3. ใช้หมอนรองใต้น่อง เพื่อยกส้นเท้าลอย
4. ลดการเกิดแรงเสียดสี โดยใชผ้ารองในการยกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ใช้แผ่น polyurethane foam ปิดบริเวณปุ่มกระดูก เช่นบริเวณก้นกบ และเปิดประเมินซ้ำทุก 8 ชั่วโมง

6. หมั่นตรวจดูผิวหนัง บริเวณปุ่มกระดูกต่างๆ ทุกครั้งที่มีการทำความสะอาดร่างกายหรือพลิกตะแคงตัว เปลี่ยนท่า

7. ดูแลผิวหนังให้สะอาดชุ่มชื้น กรณีผู้ป่วยกลั้นอุจจาระ หรือปัสสาวะไม่ได้ ควรใช้ผลิตภัณฑ์ประเภทออยเม้นทร์เช่นวาสลีทาบางๆเพื่อเคลือบผิวหนังป้องกันการระคายเคืองจากการสัมผัสกับสิ่งขับถ่าย **[7]**

2.7 การศึกษาการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของ SolidWorks

2.7.1 ทำความรู้จักกับ SolidWorks

การออกแบบและเขียนแบบเป็นขั้นตอนพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการสร้างผลิตภัณฑ์ชิ้นใดชิ้นหนึ่งขึ้นมา ดังนั้น การเลือกใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนแบบและออกแบบเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง และหนึ่งในโปรแกรมสำหรับการออกแบบและเขียนแบบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงในปัจจุบันนี้ก็คือ SolidWorks

- รู้จักกับโปรแกรม SolidWorks
- หลักการง่ายๆ ของการทำงานบนโปรแกรม SolidWorks
- คำศัพท์ทั่วไปของโปรแกรม SolidWorks ที่ควรทราบก่อนเริ่มต้นใช้งาน

รูปที่ 2.7.1 โปรแกรม SolidWorks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 พื้นฐานการออกแบบโดยโปรแกรม SolidWorks

ก่อนที่จะเริ่มต้นเรียนรู้การทำงานทั้งหมด เราจะมาทำความเข้าใจกับกระบวนการทำงานขั้นพื้นฐานของ SolidWorks เสียก่อน ซึ่งการศึกษาการทำงานพื้นฐานให้เข้าใจอย่างถ่องแท้จะช่วยให้ผู้อ่านสามารถใช้โปรแกรมเพื่อการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

- แนวคิดในการเขียนแบบและออกแบบโดยใช้โปรแกรม SolidWorks
- การออกแบบทำได้ด้วยการสเก็ตช์พื้นผิว 2 มิติ แล้วทำกวาดเนื้องานให้เป็น 3 มิติ
- โปรแกรม SolidWorks สามารถสร้างงาน 3 มิติโดยการเติมและการตัดออกของเนื้องาน
- เทอม (Terminology) และคำศัพท์ที่สำคัญในการใช้งานโปรแกรม SolidWorks
- ส่วนประกอบที่ควรทำความเข้าใจ
- เรียนรู้และเข้าใจการใช้ Sketch Snaps

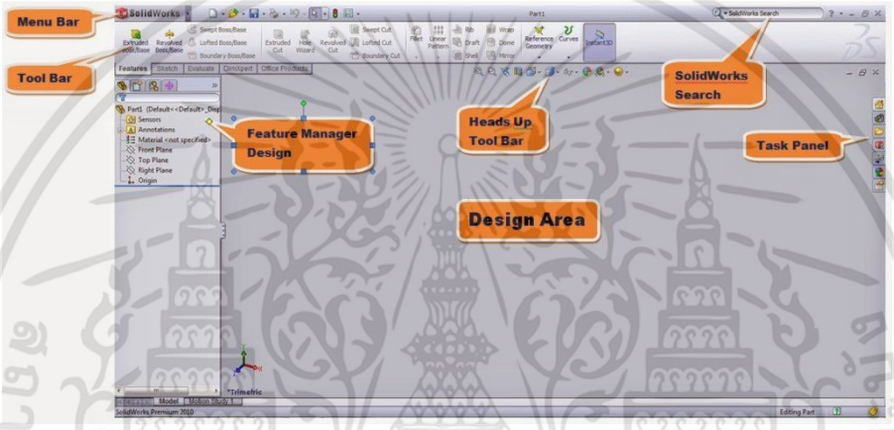
2.7.3 การสร้างชิ้นงานเบื้องต้น (Parts)

จุดเริ่มต้นของการเขียนแบบและออกแบบ ก็คือการสร้างชิ้นงานเบื้องต้นที่เรียกว่า Part ขึ้นมาก่อน ซึ่ง Part จะเป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่จะถูกนำมาประกอบรวมกันกลายเป็นชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนขึ้น และถูกนำไปใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นมา

- การเปิดโปรแกรม (Start Program)
- การสร้างชิ้นงาน (Part) ใหม่
- การตั้งค่าหน่วยที่ใช้งานให้เป็นมิลลิเมตร
- การสเก็ตช์ภาพ (Sketch)
- การเขียนแบบสี่เหลี่ยม (Rectangle)
- การกำหนดขนาดและการเปลี่ยนขนาด (Dimension)
- การเพิ่มเนื้อของชิ้นงาน (Extrude)
- การสเก็ตช์ภาพของแกนทรงกระบอก (Boss)
- การสร้างรูทะลุโดยการตัด (Cut)
- การเจาะรูให้ทะลุ โดยใช้คำสั่ง Extrude Cut
- การลบเหลี่ยมและมุม โดยใช้คำสั่ง Fillet
- การทำชิ้นงานให้เป็นแผ่นบาง โดยใช้คำสั่ง Shell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การบันทึกไฟล์ชิ้นงาน (Save)
- การเปลี่ยนขนาดของชิ้นงาน
- การแสดงภาพตัด Section
- การซูม การหมุน การย้าย และการแสดงภาพชิ้นงานลักษณะต่างๆ
- การใช้ตารางออกแบบช่วยแก้ไขชิ้นงาน
- ฝึกสร้างชิ้นงาน และเรียนรู้การใช้คำสั่ง



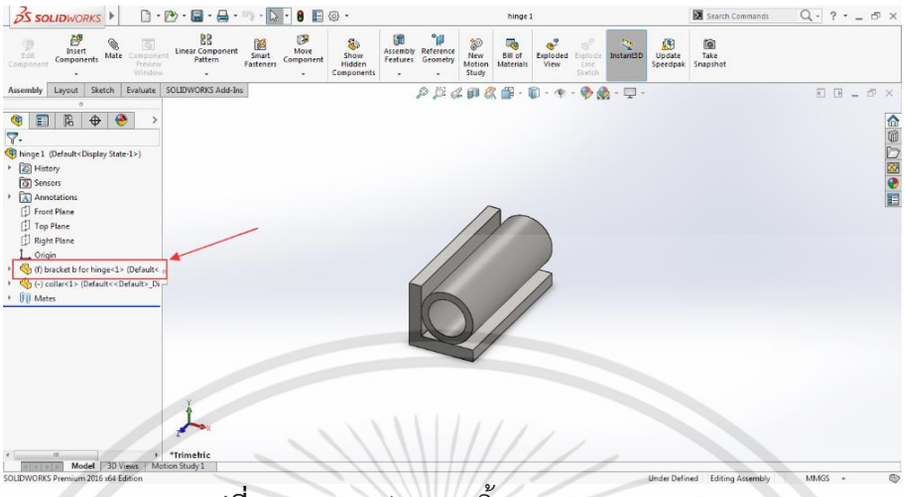
รูปที่ 2.7.3 การสร้างชิ้นงานเบื้องต้น (Parts)

2.7.4 การประกอบชิ้นงาน (Assembly)

ชิ้นส่วนย่อยๆ ที่ถูกเรียกว่า Part หลายชิ้นจะถูกนำมาประกอบเป็นชิ้นงานชิ้นเดียวกัน ซึ่งการนำ Part มาประกอบกันนั้นจะถูกเรียกว่าขั้นตอน Assembly และขั้นตอนการประกอบจะสำเร็จลุล่วงได้ต้องอาศัยการออกแบบ Part ที่มีความสัมพันธ์กัน และสามารถประกอบเข้ากันได้ด้วย

- เริ่มต้นการสร้างชิ้นงานใหม่
- การสร้างขอบของชิ้นงาน (Lip)
- การเปลี่ยนสีของชิ้นงาน (Edit Color)
- การประกอบชิ้นงาน
- การกำหนดความสัมพันธ์เพื่อประกอบชิ้นงาน
- เรียนรู้และเข้าใจหลักการของงานประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



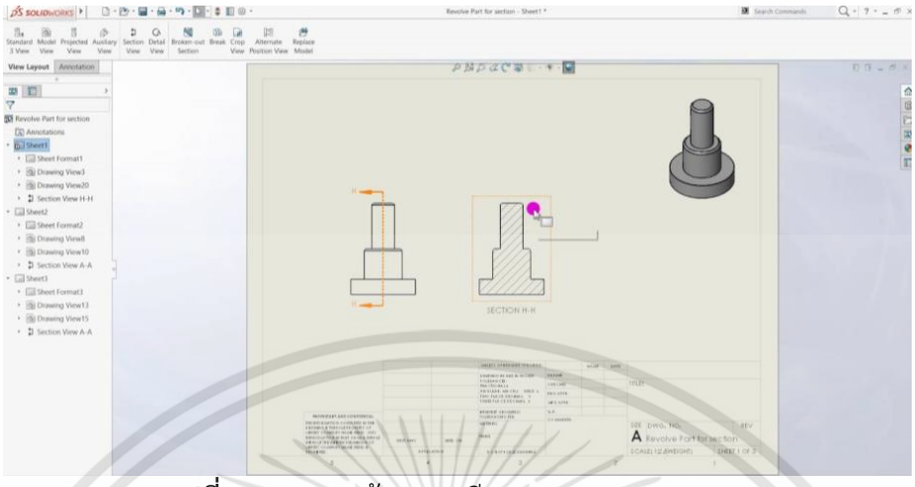
รูปที่ 2.7.4 การประกอบชิ้นงาน (Assembly)

2.7.5 การสร้างภาพเขียนแบบฉาย (Drawing)

โปรแกรม SolidWorks จะมีความสามารถในการช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเขียนแบบภาพฉายได้ง่ายกว่าเดิม ซึ่งหลังจากการเขียนแบบภาพฉายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานก็จะสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของชิ้นงานได้อย่างละเอียด ซึ่งจะสัมพันธ์กับความถูกต้องของการออกแบบ Part และขั้นตอน Assembly ด้วย

- การแก้ไข Sheet Format
- การสร้างภาพเขียนแบบฉายของชิ้นงาน Box
- การใส่ขนาดในภาพแบบฉาย
- การแก้ไขขนาดของชิ้นงาน
- การแทรก Name View หรือการแทรกภาพฉาย 3 มิติ
- การพิมพ์ภาพเขียนแบบฉาย (Print)
- การบันทึกภาพเขียนแบบฉาย (Save)
- การใช้คำสั่งช่วยกำหนดขนาด (Annotations)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7.5 การสร้างภาพเขียนแบบฉาย (Drawing)

2.7.6 การสร้าง Circular Pattern

ผลิตภัณฑ์บางชนิดจะมีลักษณะการทำงานอยู่รอบแกนหมุน ซึ่งในบางครั้งผู้ออกแบบจะต้องสร้างรายละเอียดบางส่วนที่เหมือนๆ กันรอบแกนหมุน โดยขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้จะทำได้ง่ายขึ้นโดยการใช้สูตรคำนวณบนโปรแกรม SolidWorks ซึ่งจะช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถสร้างชิ้นงานได้ง่ายขึ้น อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ก็ไม่ก่อให้ผู้ออกแบบต้องคำนวณตำแหน่งหรือขนาดใดๆ ด้วยตัวเองอีก

- การสร้างชิ้นส่วน Base และการสร้างลักษณะที่จะทำ Pattern
- การสร้าง Circular Pattern โดยการกำหนดแกนหมุน
- การสร้าง Circular Pattern โดยการใช้สมการ
- การทดสอบสมการที่เขียนขึ้น
- การใช้คำสั่งและการสร้างงานที่ซับซ้อนมากขึ้น

2.7.7 การสร้างสำเนา ด้วยคำสั่ง Linear Pattern

นอกจากการสร้างส่วนประกอบที่เหมือนกันรอบแกนหมุนแล้ว ในบางครั้งผู้ใช้ก็จำเป็นต้องสร้างส่วนประกอบที่เหมือนกันบนระนาบเดียวกันด้วย ซึ่งโปรแกรม SolidWorks ก็ยังคงมีคำสั่งที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถทำสำเนาหรือสร้างส่วนประกอบที่เหมือนกันบนระนาบเดียวกันได้โดยมีขั้นตอนเพียงไม่กี่ขั้นตอนเท่านั้น ซึ่งจะให้ผลที่ถูกต้อง แม่นยำกว่าการสร้างชิ้นงานซ้ำๆ กันด้วยตัวเองอีกด้วย

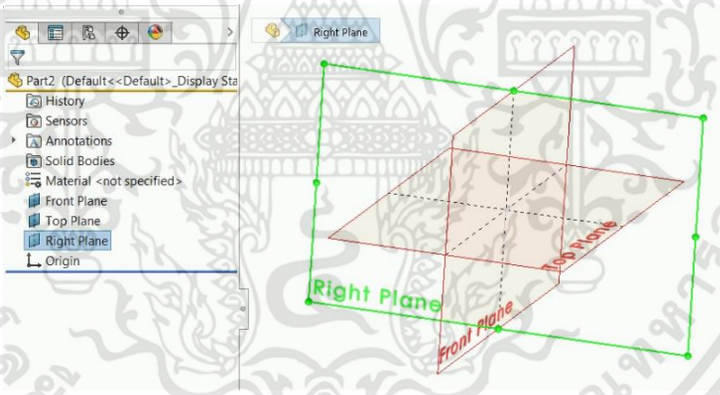
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การสร้างชิ้นงาน Base
- การสร้างรูเจาะและช่องระบายความร้อนโดยวิธี Linear Pattern
- การสร้างชิ้นงานที่มีความซับซ้อนและเรียนรู้การใช้คำสั่งเพิ่มเติม

2.7.8 การสร้างระนาบ Plane

การออกแบบผลิตภัณฑ์ชิ้นใดชิ้นหนึ่งขึ้นมานั้น อาจจะมีส่วนประกอบต่างๆ ที่ซับซ้อนและถูกจัดวางต่อกันอยู่ในระนาบที่แตกต่างกัน ดังนั้นก่อนการออกแบบชิ้นงานที่ซับซ้อน ผู้ออกแบบจึงต้องใช้จินตนาการและทำความเข้าใจกับชิ้นงานที่ต้องการออกแบบเสียก่อน ว่าต้องการให้มีส่วนประกอบส่วนใดอยู่ในระนาบใด ไม่เช่นนั้นแล้วก็จะไม่สามารถสร้างชิ้นงานนั้นออกมาได้อย่างสมบูรณ์อย่างแน่นอน

- วิธีการสร้าง Plane
- เรียนรู้การสร้างงาน (Part) โดยใช้คำสั่ง Plane



รูปที่ 2.7.8 การสร้างระนาบ Plane

2.7.9 การสร้างชิ้นงาน โดยใช้คำสั่ง Loft

เมื่อทำความเข้าใจกับระนาบของวัตถุเป็นอย่างดีแล้ว นักออกแบบก็จะสามารถสร้างวัตถุที่มีความซับซ้อน และมีมุมมองจากหลายระนาบได้อย่างถูกต้อง แต่ในบางครั้งการสร้างวัตถุต่างๆ เหล่านี้อาจไม่สามารถสร้างขึ้นมาได้ง่ายๆ โดยใช้คำสั่งทั่วไป ดังนั้นการประยุกต์คำสั่งบางอย่าง เช่น Loft เพื่อการสร้างเนื้อวัตถุขึ้นมา ก็จะทำให้การสร้างชิ้นงานสามารถสำเร็จลุล่วงได้ง่ายขึ้น

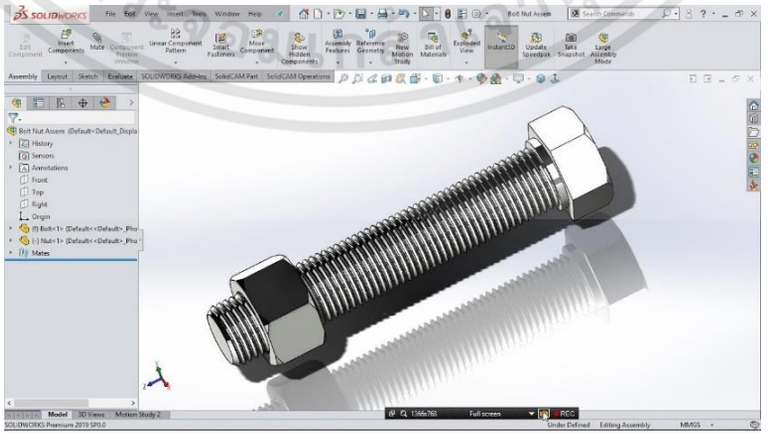
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การสร้างระนาบอ้างอิง โดยใช้คำสั่ง Plane
- การสร้างเส้นขอบรูป
- วิธีการคัดลองเส้นสเก็ตช์
- วิธีการสร้างชิ้นงานด้วยคำสั่ง Loft
- การสร้างความเข้าใจการใช้ระนาบและคำสั่ง Loft ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

2.7.10 การสร้างชิ้นงานด้วยการหมุนและการกวาด

วัตถุที่รูปทรงสมมาตรกัน มีส่วนโค้งเว้า ตามการออกแบบของนักออกแบบ ผู้ออกแบบและนักเขียนแบบทั้งหลาย สามารถใช้คำสั่งในการสร้างวัตถุเหล่านั้นขึ้นมา โดยใช้หลักการหมุนและกวาด ของเส้นสเก็ตช์รอบแกนหมุนที่กำหนดขึ้น เพื่อให้เกิดการเติมเนื้อชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานที่ได้จะมีลักษณะสมมาตรกัน ทั้งยังสามารถใช้คำสั่งเพื่อสร้างชิ้นงานที่มีลักษณะซับซ้อนขึ้นมาได้ โดยการใช้คำสั่งประกอบกัน

- การสร้าง Profile และกำหนดขนาดชิ้นงาน
- การสร้างชิ้นงานโดยการหมุน Revolve Boss/Base
- การสร้าง Profile เพื่อสร้างชิ้นส่วนโดยการกวาด Swept Boss/Base
- การสร้างหน้าตัดชิ้นงานสำหรับการกวาดชิ้นงาน
- สร้างชิ้นส่วนโดยการกวาดหน้าตัดชิ้นงาน Swept Boss/Base
- การตัดเนื้องาน
- การลบมุมขอบชิ้นงาน Fillet
- การเรียนรู้การใช้คำสั่งในการสร้างชิ้นงานที่มีลักษณะเฉพาะ



รูปที่ 2.7.9 การสร้างชิ้นงานด้วยการหมุนและการกวาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.11 การกวาดเพื่อตัดชิ้นงานและการสร้างสปริง

การสร้างวัตถุที่ลักษณะรูปทรงที่สมมาตรกัน ในบางชิ้นงานผู้ออกแบบมีความต้องการที่จะตัดเนื้อวัตถุออก โดยการใช้คำสั่งพิเศษในการหมุนตัดวัตถุ เพื่อให้ได้ส่วนตัดที่มีลักษณะสมมาตรเช่นเดียวกันกับชิ้นงาน หรือกระทั่งการใช้คำสั่งเพื่อสร้างชิ้นงานที่ลักษณะเฉพาะตัว โดยใช้คำสั่งการหมุนและการกวาดนั่นเอง

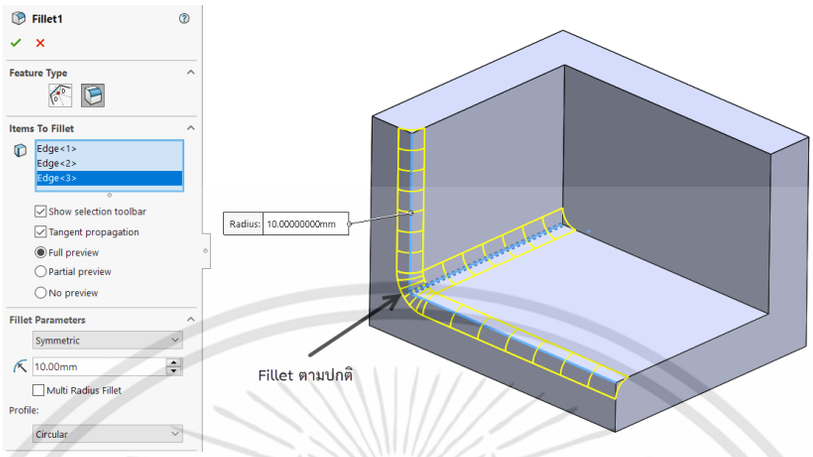
- การสร้าง Profile เพื่อสร้างชิ้นงาน
- การสร้างชิ้นงานโดยการใช้คำสั่ง Revolve Boss/Base
- การตัดชิ้นงานด้วยการกวาด โดยใช้คำสั่ง Revolve Cut
- การสร้างสปริงโดยคำสั่ง Helix
- การเพิ่มเนื้องานให้สปริงด้วยคำสั่ง Swept Boss/Base
- การประยุกต์คำสั่งเพื่อสร้างชิ้นงาน

2.7.12 การสร้างชิ้นงานโดยการลบมุม Fillet

ในการออกแบบและเขียนแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks นั้น ทางผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้คำสั่งในการสร้างชิ้นงานเดียวกันโดยอาจจะใช้คำสั่งที่ไม่เหมือนกันกับผู้ออกแบบอีกท่านหนึ่งได้ ในบางกรณีการออกแบบด้วยการลบมุมของชิ้นงานก็สามารถทำได้ ซึ่งจะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์มากกว่าการใช้คำสั่งอื่น และการลบมุมเพื่อสร้างชิ้นงานนั้นยังเป็นการเสริมสร้างทักษะสำหรับงานที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น ในการออกแบบชิ้นงานอื่นๆ อีกด้วย

- การสร้างชิ้นส่วนหลัก Base
- การลบขอบมุม โดยคำสั่ง Fillet
- การ Fillet ด้วยค่ารัศมีที่แตกต่างกัน
- การสร้าง Pin Connector
- การสร้างรูยึดด้านข้าง
- การสร้าง The Pin Mini DIN Connector
- การเจาะรูทำ Pin Holes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7.12 การสร้างชิ้นงานโดยการลบมุม Fillet

2.7.13 การจับคู่เพื่อการประกอบชิ้นงาน

หลักการที่ใช้ในการจับคู่ชิ้นงานเข้าด้วยกัน เป็นหลักการที่มีความสำคัญมาก ซึ่งผลของการจับคู่ประกอบชิ้นงานย่อยนั้น จะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการทำงานของชิ้นงานประกอบ รวมไปถึงการวิเคราะห์ผลของการออกแบบในรูปแบบต่างๆ ด้วย

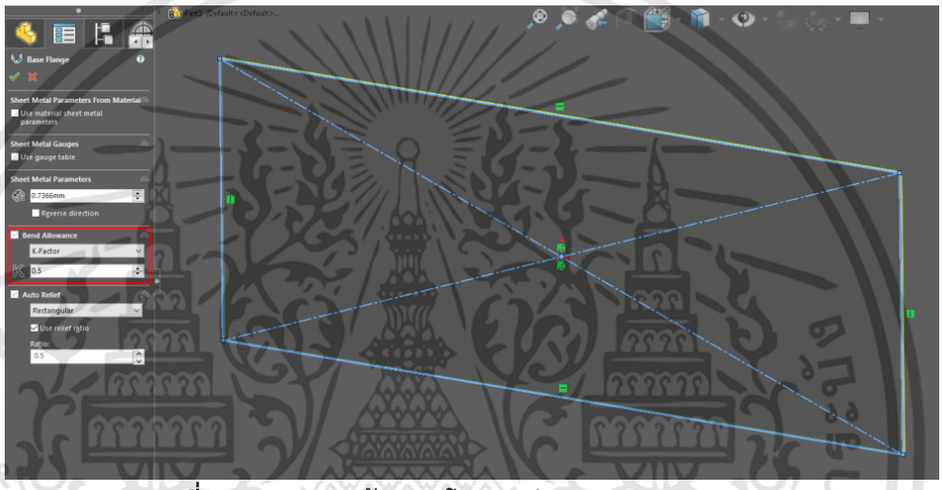
- การนำ Parts มาประกอบกันในงาน Assembly
- การประกอบสลักยึดชิ้นงาน
- การจับคู่แบบอัตโนมัติ
- การตรวจสอบความสัมพันธ์
- การแยก (Explode) และรวม (Collapse) ชิ้นงานประกอบ
- การแก้ไข Exploded View

2.7.14 การสร้างงานโลหะแผ่น Sheet Metal

ในงานอุตสาหกรรมที่เป็นงานโลหะแผ่น อย่างเช่น CASE ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ กระโปรงรถยนต์ หรือแม้กระทั่งงานง่ายๆ อย่างเช่นกล่องรับจดหมาย ทั้งหลายนี้ก็จะมีการออกแบบและเขียนแบบเพื่อให้สามารถนำแผ่นโลหะไปทำการพับขึ้นรูป หรือดำเนินการผลิตในรูปแบบต่างๆ กัน แต่เนื่องด้วยการเขียนแบบคลี่นั้น มีความยุ่งยากสำหรับนักออกแบบ โปรแกรม SolidWorks จึงได้มีการสร้างคำสั่งเพื่อใช้สำหรับการออกแบบชิ้นงาน ที่ผลิตจากโลหะแผ่น ซึ่งสามารถออกแบบชิ้นงานได้อย่างง่ายดายในระยะเวลาอันสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การยืดแบบแผ่นบาง
- การสร้างแผ่นพับ
- การสร้างแผ่นคลี่
- การตัดผ่านรอยพับ
- การพับขอบชิ้นงาน
- เรียนรู้การออกแบบและการใช้คำสั่งสร้างงาน Sheet Metal



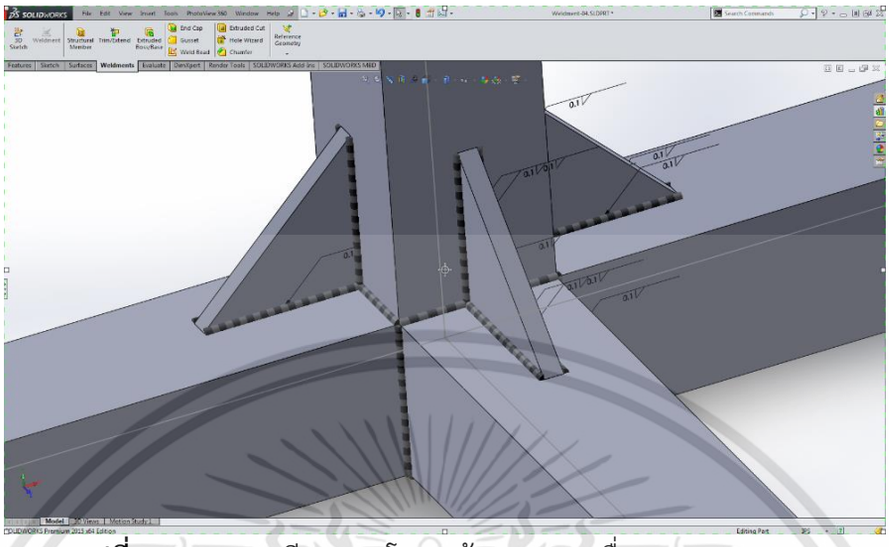
รูปที่ 2.7.14 การสร้างงานโลหะแผ่น Sheet Metal

2.7.15 การเขียนแบบโครงสร้างและงานเชื่อม Weldments

การออกแบบงานโครงสร้างและงานเชื่อมเป็นอีกชิ้นงานหนึ่ง ที่เรียกได้ว่ามีความซับซ้อนในการออกแบบและเขียนแบบ เพื่อจะสื่อสารให้กับผู้ที่นำแบบเขียนนั้นไปใช้งานหรือนำไปผลิตชิ้นงาน สำหรับโปรแกรม SolidWorks แล้ว การออกแบบงานโครงสร้างหรืองานเชื่อมจะมีคำสั่งพิเศษไว้ให้นักออกแบบทั้งหลายสามารถเลือกใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

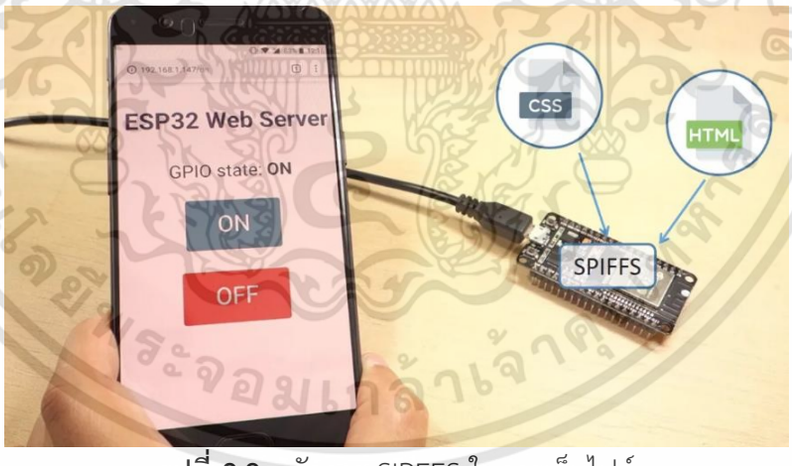
- การสร้างเส้น Path ของชิ้นงาน
- การสร้างงานด้วยการ Insert ชิ้นส่วนงานตาม Path
- การปิดวัตถุที่ปลายเปิด
- การตัดและการยืดวัตถุ
- การสร้างแผ่นงานยึดชิ้นส่วนงาน
- การเขียนแบบแนวเชื่อม
- ทบทวนคำสั่งและการออกแบบงาน Weldments เพื่อนำไปใช้งานจริง **[8]**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7.15 การเขียนแบบโครงสร้างและงานเชื่อม Weldments

2.8 หลักการทำให้เว็บแอพพลิเคชั่นทำงานบนบอร์ด ESP32 และ ESP8266 โดยใช้หลักการ SIPFFS ในการเก็บไฟล์และข้อมูลต่างๆ

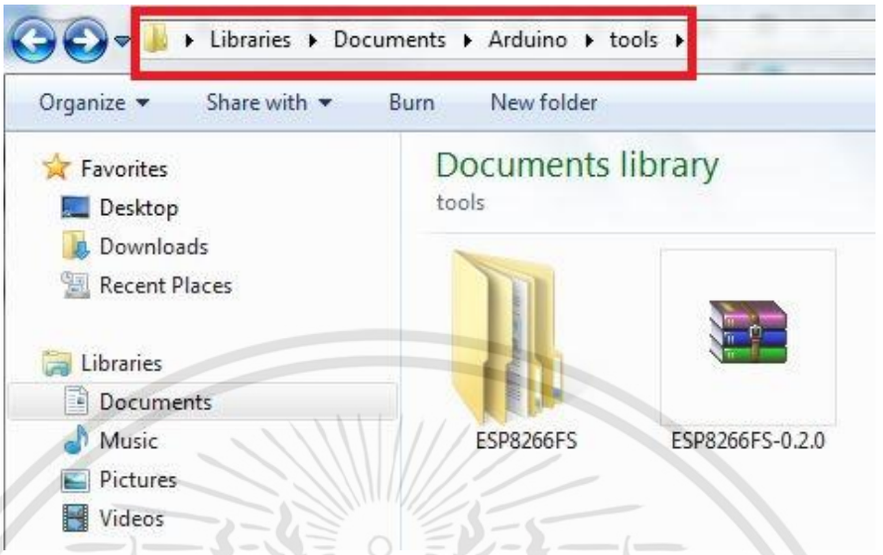


รูปที่ 2.8 หลักการ SIPFFS ในการเก็บไฟล์

- ดาวน์โหลดเครื่องมืออัปโหลดไฟล์: https://github.com/esp8266/arduino-esp8266fs-plugin/releases/download/0.2.0/ESP8266FS-0.2.0.zip.
- แตกไฟล์เข้าไปที่ :

<home_dir>Documents/Arduino/tools/ESP8266FS/tool/esp8266fs.jar

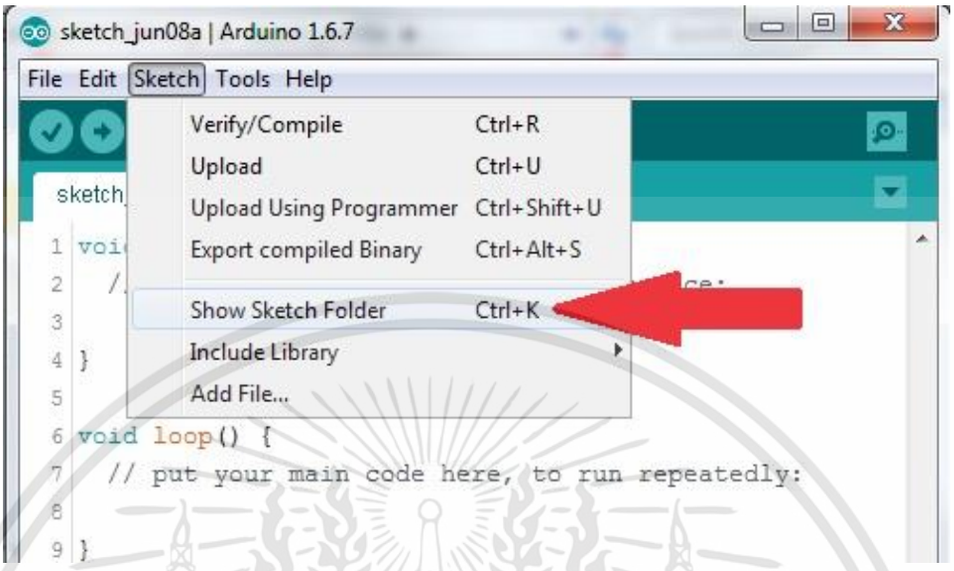
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8.1 ไลบรารี่ที่ใช้งานระบบ SPIFFS

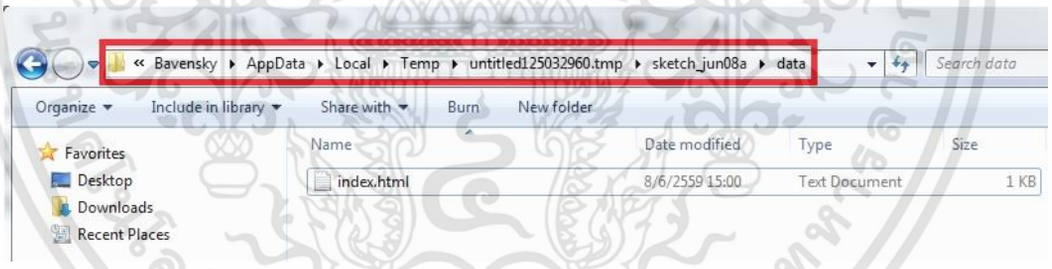
- Restart Arduino IDE
- เปิดหรือสร้าง Arduino Sketch ขึ้นมา และเข้าไปโปรเจ็ค (เลือกเมนู Sketch > Show Sketch Folder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8.2 เครื่องมืออัปโหลดไฟล์

- สร้างโฟล์เดอร์ data ขึ้นมา และเอาไฟล์ที่ต้องการอัปโหลดเข้าไปใน Espresso Lite วางไว้ใน data



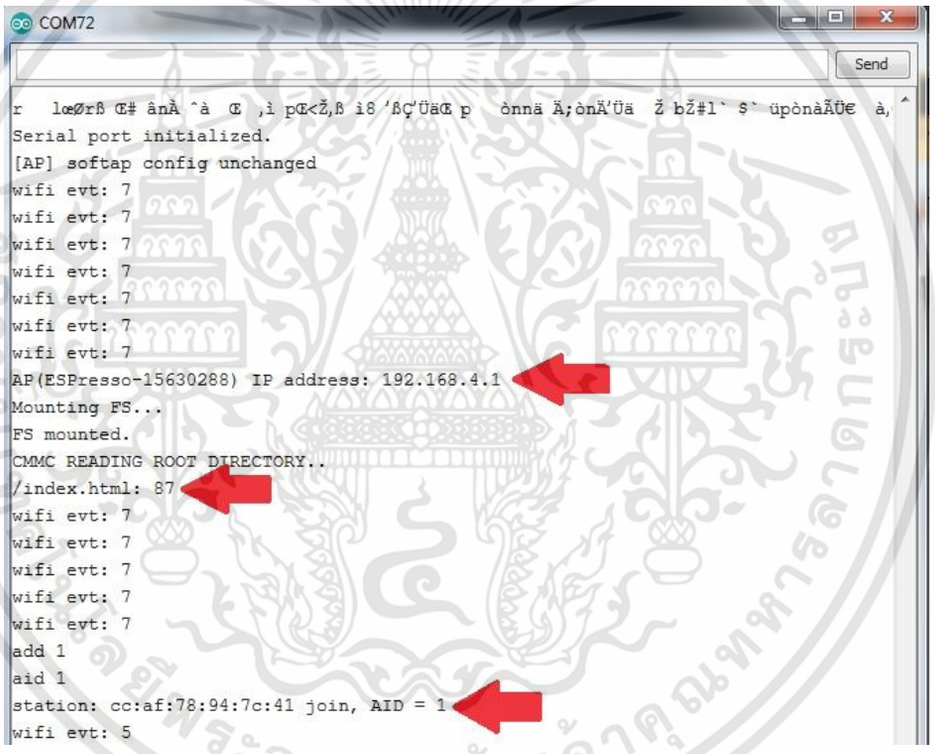
รูปที่ 2.8.3 เครื่องมืออัปโหลดไฟล์ในโฟลเดอร์

ทดลองสร้างโค้ดตัวอย่างใน index.html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head></head>
<body>
    <h1>Hello Espresso</h1>
</body>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกบอร์ดให้ถูกต้อง และปิด Serial Monitors
- เลือกเมนู Tools > ESP8266 Sketch Data Upload. เมื่ออัปโหลดเสร็จแล้วจะขึ้นว่า SPIFFS Image Uploaded
- เปิด Serial port ดูสถานะต่าง ๆ
- AP (.....) คือชื่อ Wi-Fi ที่ปล่อยออกไปให้เราเชื่อมต่อ
- เข้าเว็บเบราเซอร์ด้วย IP : 192.168.4.1
- โค้ดตัวอย่างจะอ่านไฟล์ใน SPIFFS จะเจอ index.html ที่อัปโหลดลงไป
- แสดงสถานะการเชื่อมต่อของเราเข้ามาใน Serial port

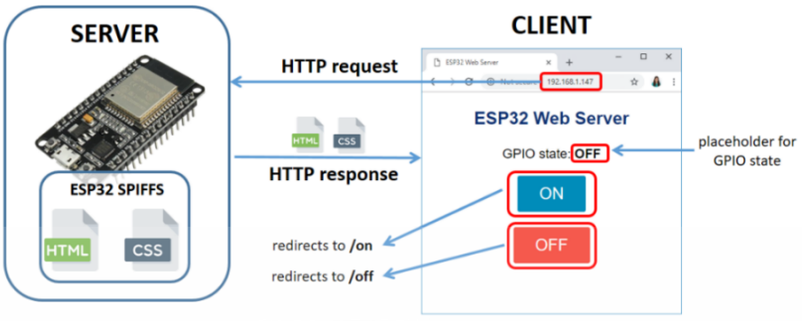


รูปที่ 2.8.4 วิธีการเข้าสู่ Web Server ของ ESP32/8266

- ลองเข้า IP : 192.168.4.1 ผลที่ได้ดังภาพ 2.7.5

รูปที่ 2.8.5 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเก็บไฟล์ไว้ใน SPIFFS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8.6 ภาพรวมการทำงานของหลักการ SPIFFS

2.9 หลักการ Web Server

Web server คือโปรแกรมที่อยู่และทำงานบนเครื่องฝั่ง Server (Host) ทำหน้าที่ในการรับคำสั่งจากการร้องขอของฝั่ง Client (โดยผ่านทาง Browser) และประมวลผลการทำงานจากการร้องขอดังกล่าว แล้วส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องของ Client ที่ร้องข้อ สรุปง่ายๆ ก็คือ Web server คือโปรแกรมที่คอยให้บริการแก่ Client ที่ร้องข้อมูลเข้ามาโดยผ่าน Browser Web Server ที่ใช้คือ Internet Information Server (IIS) เว็บเซิร์ฟเวอร์ สามารถมีได้ 2 ความหมาย คือ

- เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งให้บริการเว็บไซต์ ผู้ใช้เรียกชมหน้าเว็บไซต์ได้โดยใช้โพรโทคอล HTTP ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ทำงานตามคุณสมบัติข้างต้น

2.9.1 การใช้งาน

- เมื่อผู้ใช้ป้อนยูอาร์แอล (URL) ในโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์
- เครื่องไคลแอนท์จะแปลงชื่อโฮสต์ ภายในยูอาร์แอลเป็นไอพีแอดเดรส
- เครื่องไคลแอนท์ติดต่อกับเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยปรกติจะใช้โพรโทคอล TCP พอร์ต 80
- เมื่อทำการเชื่อมต่อเสร็จ จะใช้โพรโทคอล HTTP ในการเรียกใช้ข้อมูลที่ต้องการ

2.9.2 ซอฟต์แวร์เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ได้รับความนิยมสูงสุด 4 อันดับ

- Apache HTTP Server จาก A
- Internet Information Server (IIS) จากไมโครซอฟท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Sun Java System Web Server จากซัน ไมโครซิสเต็มส์ (เดิมชื่อ Sun ONE Web Server, iPlanet Web Server และ Netscape Enterprise Server)Zeus Web Server จาก Zeus Technology **[9]**

2.10 การสร้าง Application

ภาษา HTML คือ ภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อมูลข่าวสารบนเว็บ ซึ่งการแสดงข้อมูลใด ๆ บนโปรแกรมเว็บบราวเซอร์นั้น จำเป็นต้องมีตัวควบคุมการแสดงผล เพื่อทำการสื่อสารกับโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ว่าต้องการแสดงข้อมูลเหล่านั้นออกมาในรูปแบบไหน เช่น ต้องการให้แสดงรูปแบบตัวอักษรที่เป็นแบบ ตัวหนา *เอียง* ขีดเส้นใต้ หรือจะเป็นการแสดงแบบรูปภาพ หรือตารางก็ได้ เหมือนในหน้าเว็บที่คุณกำลังอ่านอยู่ ณ ตอนนี้ที่จะมีข้อความและรูปภาพแสดงให้เห็น

CSS (Cascading Style Sheets) เป็นภาษาที่ใช้กำหนดรูปแบบของส่วนต่าง ๆ ในเอกสาร HTML ที่จะนำเสนอบนหน้าเว็บ เช่น แบบตัวอักษร สีสัน เส้นขอบ ขนาด และสีพื้นหลังของหน้าเว็บ เป็นต้น ซึ่งในเว็บแอพพลิเคชั่นการเรียนรู้นี้จะ นำเอา Bootstrap Framework เข้ามาช่วยในการตกแต่งหน้าเว็บดังนั้นผู้ศึกษาจึงไม่จำเป็นต้องเขียนโค้ด CSS เองเนื่องจาก Bootstrap Framework ได้กำหนดรูปแบบมาให้อยู่แล้ว

PHP เป็น ภาษาโปรแกรม ซึ่งไม่เหมือนกับ ภาษา HTML ที่เป็นเพียงภาษาที่ใช้ในการแสดงผลหน้าเอกสาร เช่น ข้อความ หรือ รูปภาพ ซึ่งภาษา PHP นั้นจะทำหน้าที่รับหรืออ่านคำสั่งที่คุณเขียนโค้ดไว้ด้วยภาษา PHP แล้วทำงานตามคำสั่งเหล่านั้น เช่น การรับค่าแล้วเก็บค่าลงในตัวแปร การตัดสินใจ(การทำซ้ำ, การวนลูป) หรืออาจจะทำงานที่ซับซ้อนขึ้น เช่น การอัพไฟล์ข้อมูล การติดต่อกับฐานข้อมูล เป็นต้น

SQL (Structured Query Language) คือภาษามาตรฐานสำหรับการทำงานร่วมกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ภาษานี้มีใช้ในระบบฐานข้อมูลที่ส่วนใหญ่นิยมใช้กัน เช่น MySQL, Oracle, Microsoft SQL Server หรือ Sybase เป็นต้น สรุป ภาษา SQL ก็คือภาษาที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลของ Web application ที่เราสร้างขึ้นมานั่นเอง **[10]**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

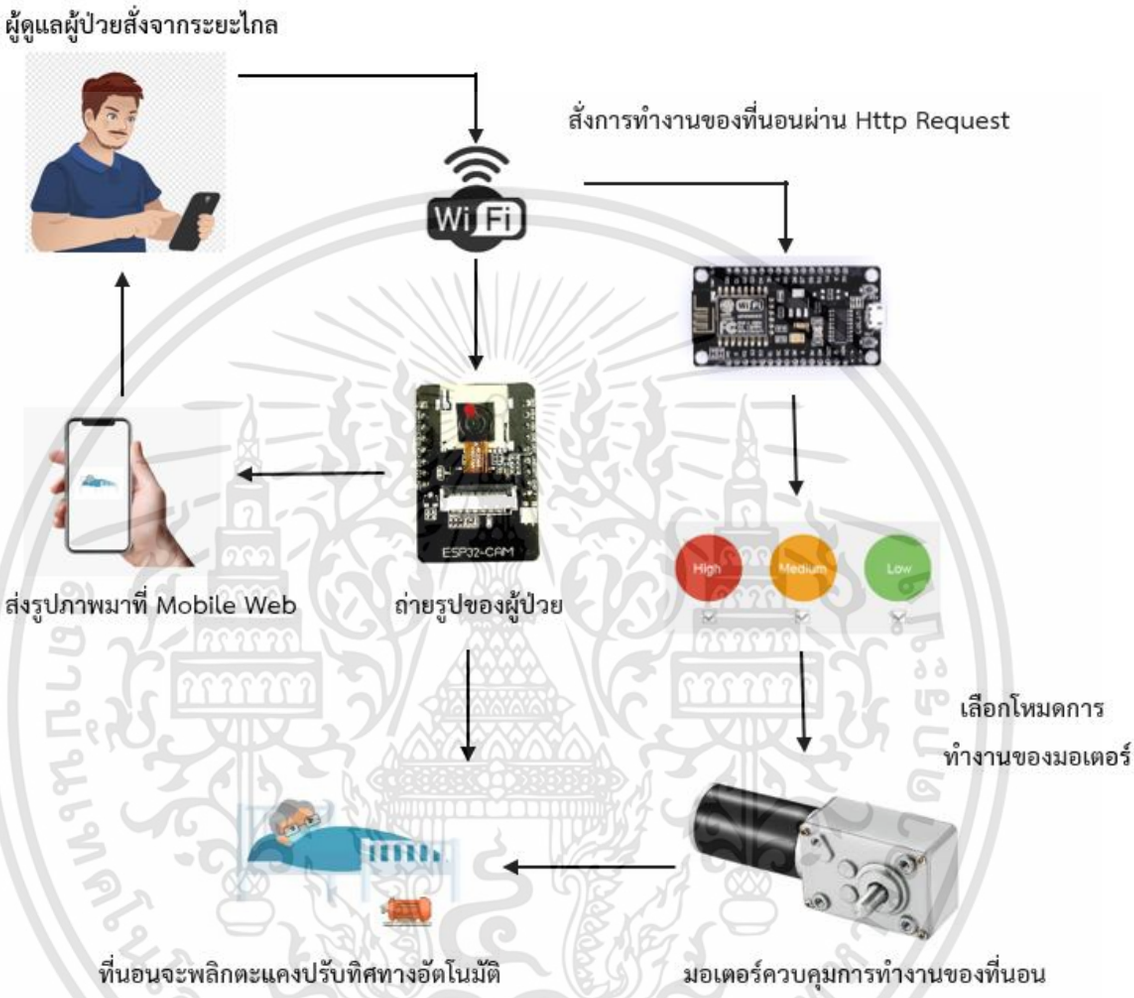
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์เรื่อง “ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ” ได้ทำการออกแบบโดยการใช้ได้โดยการจัดทำนอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัตโนมัติต้นทุนต่ำจะมี 2 ส่วนหลักคือการออกแบบโครงสร้างที่นอนให้ได้มาตฐานคล้ายที่นอน 3.5 ฟุตเพื่อให้สามารถใช้ร่วมกับที่นอนทั่วไปได้ตามบ้านผู้ป่วยติดเตียงและการออกแบบการควบคุมมอเตอร์ด้วย Pulse Width Modulation (PWM) ให้มีการปรับความเร็วและทิศทางของมอเตอร์และสามารถถ่ายรูปผู้ป่วยนำมาแสดงบนแอพพลิเคชั่นได้อีกด้วยโดยการควบคุมการทำงานทั้งมอเตอร์และการถ่ายรูปนั้นจะสามารถสั่งงานผ่านโทรศัพท์ได้ทั้งหมดโดยการสั่งงานทั้งหมดจะถูกควบคุมผ่าน Application โดยการออกแบบจะคำนึงถึงหลักการนำไปใช้จริงโดยออกแบบให้ปรับความเร็วได้ตามความเหมาะสมของผู้ป่วยและสั่งการถ่ายรูปผู้ป่วยมาแสดงบนหน้าหลักของ Application และที่สำคัญต้อง User Friendly กับผู้ใช้มากที่สุดดังนั้นปริญญานิพนธ์ที่นำเสนอจึงมีหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ การออกแบบโครงสร้างโดยรวม การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ โฟล์วชาร์ตของ “ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ” รูปแบบโครงสร้างของที่นอนที่ออกแบบในโปรแกรม SolidWorks เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและการจัดเก็บผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การออกแบบโครงสร้างโดยรวม

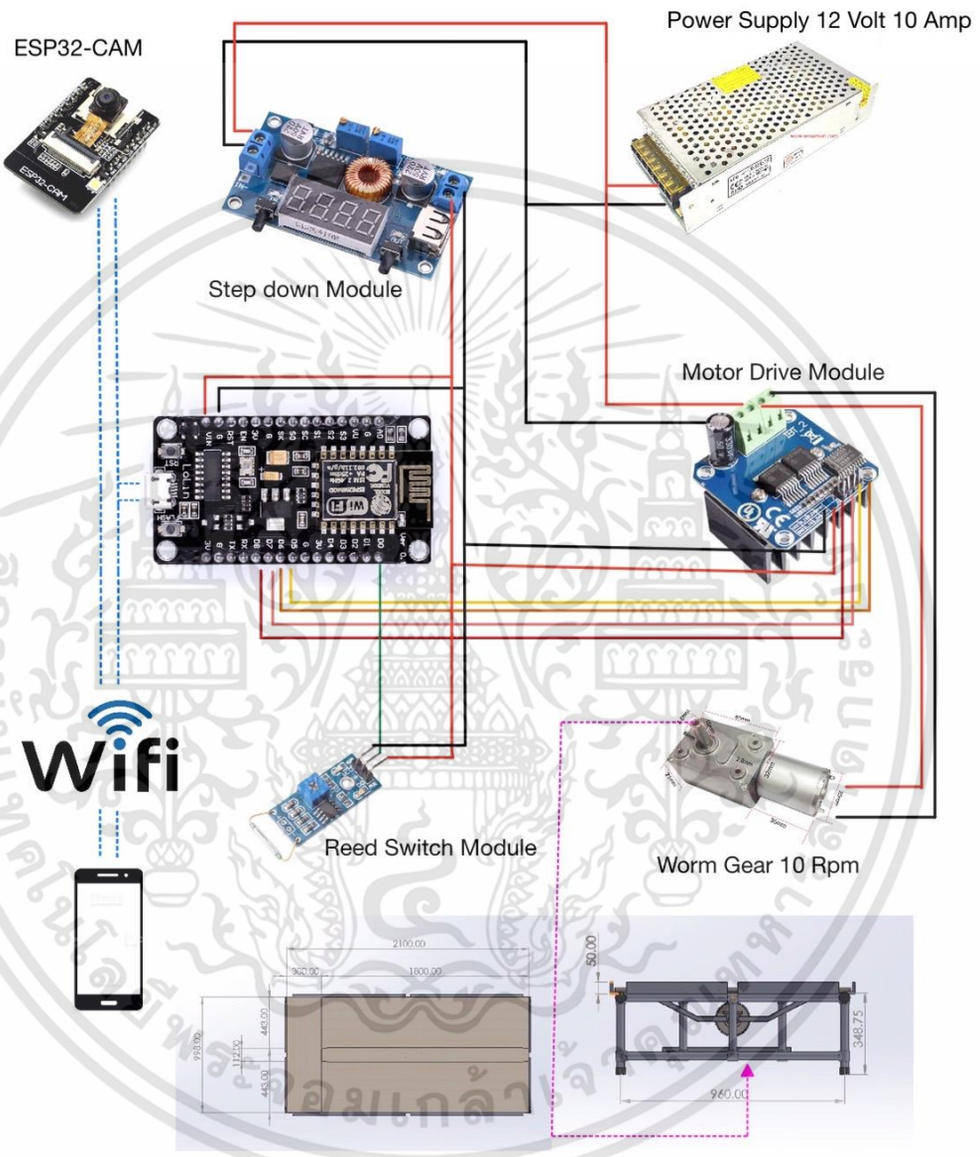


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของปริญญานิพนธ์

การทำงานของที่นอนจะสามารถทำงานด้วยมอเตอร์และการหมุนของเพลาเพื่อให้เกิดการพลิกตะแคงตัวของที่นอนทำให้ผู้ป่วยอัมพาตมีการพลิกตัวเพื่อลดโอกาสเกิดโรคแผลกดทับและสามารถสั่งงานการพลิกตะแคงของที่นอนด้วย Application ผ่าน Wi-Fi ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์อีกทั้งยังสามารถถ่ายรูปของผู้ป่วยโดยส่งรูปมาแสดงบนหน้า Application ได้อีกด้วยโดยใช้เพียงไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) และ Motor Worm Gear เพียงสองตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์



รูปที่ 3.2 การออกแบบในส่วนฮาร์ดแวร์

จากรูปที่ 3.2 หลักการออกแบบนั้นจะอธิบายการทำงานทั้งหมดของฮาร์ดแวร์เริ่มจากตัวแรกคือโมดูล Step Down เพื่อใช้ในการจ่ายไฟ 5 โวลต์เข้าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) และบอร์ด ESP8266 ขา D5 D6 D7 และ D8 จะต่อเข้ากับตัวบอร์ด motor drive โดยต่อเข้ากับ RPWM LPWM REN และ LEN ตามลำดับต่อไปคือการต่อ Vin (ไฟ 5 โวลต์) และ GND เข้าที่ตัว Motor Drive ด้วยต่อไปคือการแปลงไฟบ้านเป็น 12 โวลต์โดยการใช้ Switching

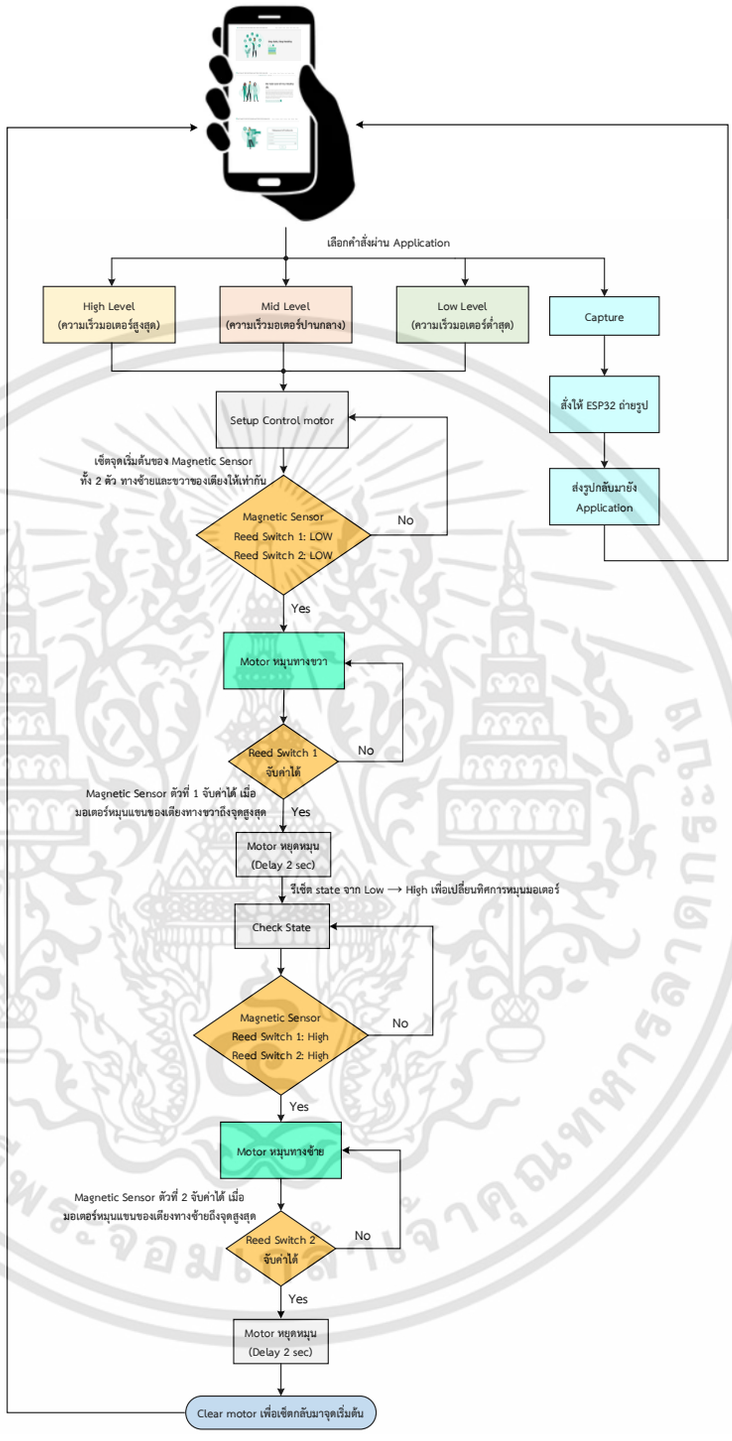
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Supply มี input เป็นไฟบ้านทั่วไปส่วน output นำเข้าไปต่อกับตัว motor drive โดยต่อเข้ากับช่อง VCC (ไฟ 12 โวลต์) และช่อง GND และสุดท้ายต่อ output ของบอร์ด motor drive เข้ากับ Motor และในส่วนเพิ่มเติมคือการต่อ Reed Switch 2 ตัวเข้า Esp8266 เพื่อใช้ในการตรวจสอบการพลิกตะแคงของที่นอนของเราด้วยการต่อขา D0 และ D1 เข้ากับขาส่งสัญญาณเข้ากับตัวโมดูลและจ่ายไฟจาก Vin(ไฟ 5 โวลต์)และ GND เข้าไปที่โมดูลเช่นกันสุดท้ายการทำงานของมอเตอร์จะเข้าไปควบคุมหลักการทำงานของที่นอนทั้งหมดโดยผ่านเพลาและเกียร์

3.3 โฟล์วชาร์ตของ“ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ”

ในการทดสอบการทำงานของปริญญานิพนธ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งโฟล์วชาร์ตของการทำงานภาพรวมของระบบจะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 11 โดยส่วนแรกคือ ส่วนการทำงานของที่นอนเพื่อให้มีการยกตัว โดยในส่วนนี้จะแสดงรูปภาพของตัวที่นอนที่ประกอบขึ้นตามที่ออกแบบไว้ใน solid work ที่ได้กล่าวไว้ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการอ้างอิงจากข้อมูลทางการแพทย์โดยมีการออกแบบให้ตัวที่นอนมีการยกตัวผู้ป่วยโดยประมาณ 30 ถึง 40 องศาและในส่วนที่สองคือการทดสอบระบบที่ควบคุมมอเตอร์ด้วย Pulse Width Modulation (PWM) ที่จะทำให้ตัวที่นอนมีการยกตัวขึ้นโดยหลักการที่ออกแบบให้แขนนั้นดันเตียงขึ้นตามหลักการแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 โฟล์วชาร์ตการทำงานของ“ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติ ต้นทุนต่ำ” ในส่วนซอร์ฟแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 รูปแบบโครงสร้างของที่นอนที่ออกแบบในโปรแกรม SolidWorks

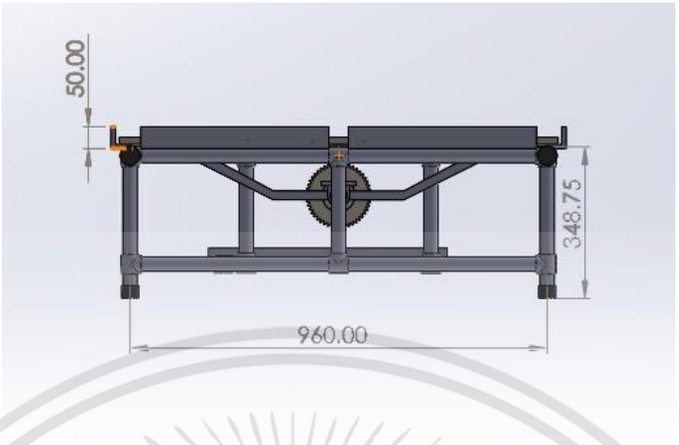
โดยรูปแบบโครงสร้างของที่นอนจะนำมาออกแบบในโปรแกรม Solid work เป็นอันดับแรกโดยการออกแบบจะอ้างอิงตามหลักของที่นอนขนาด 3.5 ฟุตโดยการออกแบบนี้จะทำให้นำไปใช้กับที่นอนของผู้ป่วยตามบ้านได้สะดวกและง่ายต่อการเปลี่ยนที่นอนและความสูงและความมั่นคงของที่นอนจะต้องเหมาะสมและปลอดภัยสำหรับผู้ป่วยอีกด้วย

รูปที่ 3.4.1 ขนาดโครงสร้างที่นอนโดยรวม

จากรูปที่ 3.4.1 คือโครงภาพรวมโครงสร้างที่นอนขนาด 3.5 ฟุตของงานที่ออกแบบด้วยโปรแกรม Solid work เป็นแบบ motion 3D โดยใช้เป็นต้นแบบสำหรับนำไปสร้างเป็นที่นอนสำหรับผู้ป่วยจริง

(ก)

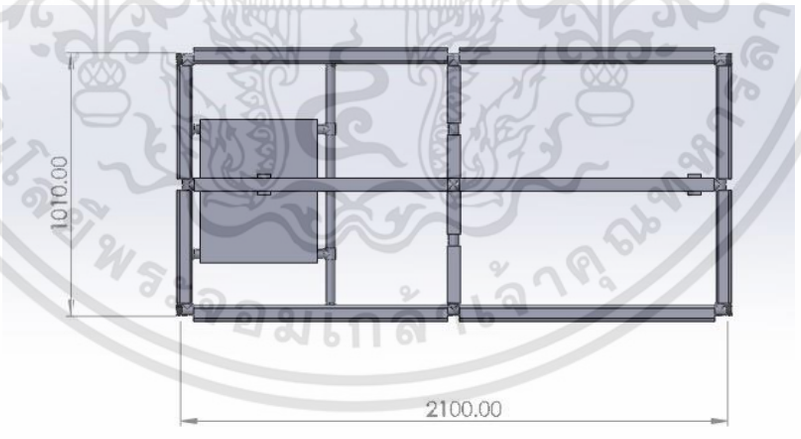
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

รูปที่ 3.4.2 (ก) รูปโครงสร้างที่นอนด้านหน้า ก่อน ติดตั้งคานหมุน
(ข) รูปโครงสร้างที่นอนด้านหน้า หลัง ติดตั้งคานหมุน

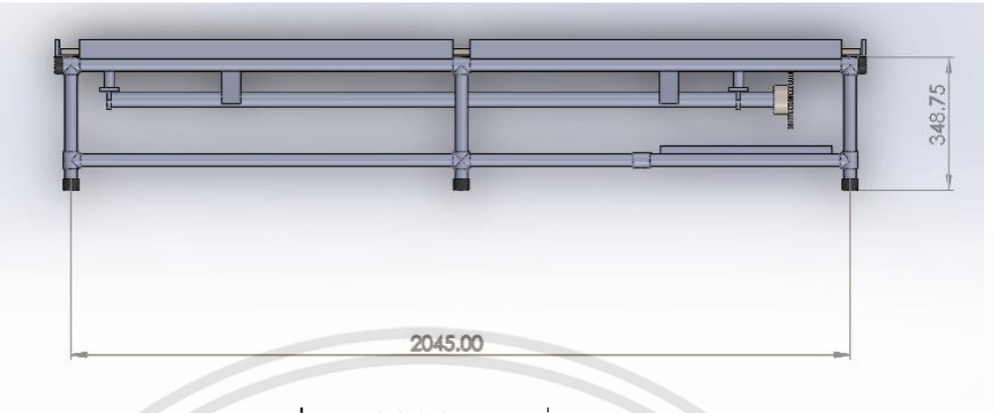
จากรูปที่ 3.4.2 (ก) กำหนดสัดส่วนได้ ดังนี้ มีความกว้างจากขาของที่นอนด้านซ้ายถึงด้านขวา กว้าง 960 มิลลิเมตร มีความสูงจากขาด้านล่างถึงด้านบนสูง 348.75 มิลลิเมตร และมีความสูงของที่กั้นขอบที่นอน สูง 50 มิลลิเมตร จากรูปที่ 3.4.2 (ข) ติดตั้งคานหมุนเข้าไป เพื่อใช้ยกแผ่นรองบนโครงสร้างที่นอนสำหรับพลิกตัวผู้ป่วย



รูปที่ 3.4.3 รูปโครงสร้างที่นอนมุมด้านล่าง

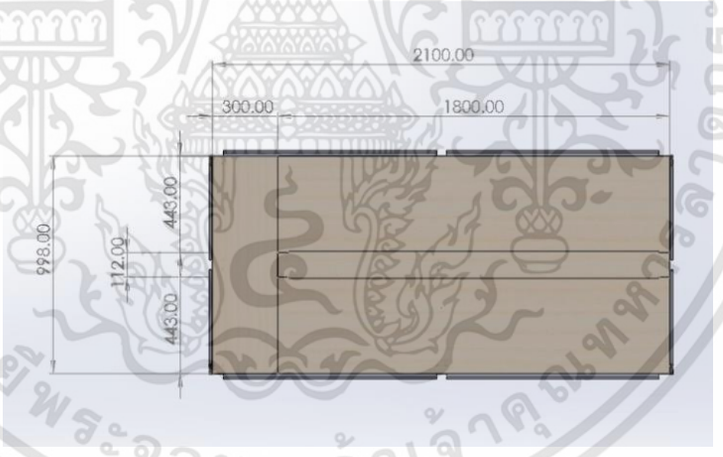
จากรูปที่ 3.4.3 กำหนดสัดส่วนได้ดังนี้ มีความกว้างของที่กั้นขอบที่นอนกว้าง 1010 มิลลิเมตรและมีความยาว 2100 มิลลิเมตรและโครงสร้างด้านล่างจะทำให้เห็นฐานรองที่ใช้ในการวางมอเตอร์และเฟืองและอีกทั้งสามารถเห็นเพลาของที่นอนอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4.4 รูปโครงสร้างที่นอนมุมด้านข้าง

จากรูปที่ 3.4.4 กำหนดสัดส่วนได้ดังนี้ มีความยาวของขาที่นอนจากหัวถึงปลายที่นอนยาว 2045 มิลลิเมตร ต่อไปจะเป็นโครงสร้างที่มีฐานรองฟูกที่ทำจากไม้และแบ่งเป็นไม้ 5 ส่วนโดยส่วนไม้แต่ละส่วนจะแบ่งหน้าที่แตกต่างกันโดยไม้ด้านซ้ายและขวาสุดจะใช้ในการทำหน้าที่ทำให้เอียงสูงขึ้นมาเพื่อให้มีการพลิกตัวและตัวไม้ส่วนกลางออกแบบเพื่อให้มีการรับน้ำหนักของผู้ป่วย



รูปที่ 3.4.5 โครงสร้างที่นอนที่มีแผ่นรองมุมด้านบน

โดยทั้งหมดนี้เป็นการออกแบบทั้งหมดและทุกส่วนในโปรแกรม solid work โดยต่อไปจะนำตัวโครงสร้างที่ออกแบบนี้นำไปสร้างจริงและในหัวข้อถัดไปจะแสดงรูปภาพหัวข้อในการทำตัวที่นอนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.5.1 โครงสร้างที่นอน

โครงสร้างที่นอนที่ใช้ในการทดลองนี้ถูกออกแบบมาจากโปรแกรม Solid Work และถูกออกแบบและพัฒนามาเรื่อยๆ จนมาถึงแบบล่าสุดดังรูป โดยถูกออกแบบหน้าไม้มาเป็น 4 ส่วนเพื่อแบ่งส่วนของการรับน้ำหนักและมุมองศาของการพลิกตะแคงตัว

รูปที่ 3.5.1 โครงสร้างที่นอนที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 บอร์ด ESP8266

ตัวบอร์ดนี้จะเป็นบอร์ดที่ใช้ในการควบคุม PWM เพื่อให้มอเตอร์นั้นสามารถปรับความเร็วและปรับทิศทางได้และอีกทั้งยังใช้คอยรับค่าจาก Reed Switch เพื่อตรวจสอบการพลิกตะแคงของที่นอนอีกด้วยโดยบอร์ดนี้จะใช้ไฟเลี้ยงจากวงจรแปลงไฟเข้ามาที่ Vin 5 Volt และ GND และสุดท้ายคือใช้บอร์ดนี้ในการทำเป็น Web Server ในการสั่งให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นทำงานร่วมกับ Application ได้

รูปที่ 3.5.2 บอร์ด ESP8266

3.5.3 บอร์ด ESP32 – CAM

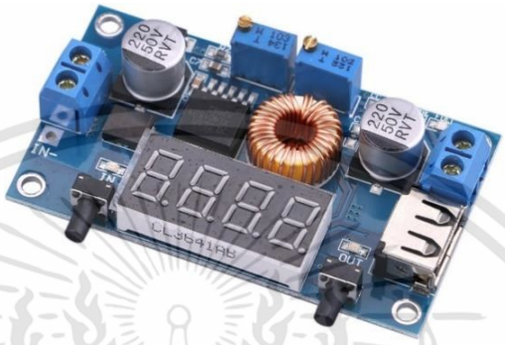
ตัวบอร์ดนี้จะใช้ในการถ่ายรูปผู้ป่วยและมีการเก็บรูปภาพไว้ใน SPIFFS เพื่อเตรียมนำมาแสดงบน Application บอร์ดนี้จะใช้ไฟเลี้ยงจากวงจรแปลงไฟเข้ามาที่ Vin 5 Volt และ GND และสุดท้ายคือใช้บอร์ดนี้ในการทำเป็น Web Server ในการสั่งให้อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นทำงานร่วมกับ Application ได้

รูปที่ 3.5.3 บอร์ด ESP32 – CAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 วงจรแปลงไฟ

ทำการแปลงไฟจาก 12 Volt 10 Amp ที่มาจาก Power Supply Switching ให้กลายเป็นไฟ 5 Volt เพื่อป้องกันความเสียหายของบอร์ด



รูปที่ 3.5.4 วงจรแปลงไฟ

3.5.5 Motor Drive Module

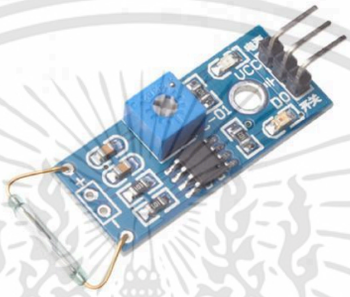
เป็นโมดูลใช้สำหรับขับ DC มอเตอร์ที่ต้องการกระแสสูงๆ ใช้สัญญาณ PWM ในการควบคุมความเร็ว รองรับความเร็ว ของ PWM ได้ถึง 25 KHz สามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 1 ตัว และควบคุมการเปลี่ยนทิศทางได้แรงดันไฟเลี้ยงมอเตอร์ : 6-27 Vdc กระแสเอาต์พุตสูงสูง : 47A สูงสุด โดยนำมาใช้คู่กับ Worm Gear ทำให้ประยุกต์ใช้งานได้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Microcontroller

รูปที่ 3.5.5 Motor Drive Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.6 Reed Switch Module

รีดสวิตช์ (Reed switch) คือ แมกเนติกเซนเซอร์ที่มีลักษณะเป็นแบบหน้าสัมผัส ซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้ว จะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open : NO) สวิตช์นี้จะทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็กโดยนำมาประยุกต์ในการตรวจสอบเมื่อที่นอนพลิกตะแคง



รูปที่ 3.5.6 Reed Switch Module

3.5.7 Power Supply Switching

ทำการแปลงไฟบ้านจาก 220 Volt มาเป็นไฟ 12 Volt 10 Amp เพื่อใช้คู่กับมอเตอร์ DC และใช้คู่กับวงจรแปลงไฟ 5 Volt เพื่อใช้ในการเลี้ยงบอร์ดต่างๆ

รูปที่ 3.5.7 Power Supply Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.8 Motor Worm Gear

มอเตอร์แรงบิดสูงใช้ไฟ DC 12 Volt ความเร็วรอบ 10 RPM ใช้งานคู่กับที่นอนพลิกตะแคงอัตโนมัติเพราะความเร็วที่ไม่สูงเกินไปทำให้เหมาะกับพลิกตะแคงและแรงบิดสูงจนทำให้ผู้ป่วยที่มีน้ำหนักสูงพลิกตะแคงได้

รูปที่ 3.5.8 Motor Worm Gear

3.5.9 Application

แอพพลิเคชั่นในรูปจะเป็นหน้า Home Page ที่จะเป็นเมนูแรกที่ใช้ในการสั่งงานอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) โดยจะมีระบบการปรับความเร็วของการหมุนตามความเหมาะสมของผู้ป่วยและมีการสั่งการถ่ายรูปผู้ป่วยจากระยะไกล

รูปที่ 3.5.9 Application (Home Page)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.6.1 การทดสอบการพลิกตะแคงของที่นอน

ขั้นตอน ทดสอบการพลิกตะแคงตัวโดยการทดสอบว่าเมื่อทำการจ่ายไฟเข้าสู่ระบบฮาร์ดแวร์แล้วนั้นจะสามารถทำให้ที่นอนนั้นพลิกตะแคงขึ้นและลงได้อย่างเหมาะสมกับน้ำหนักของผู้ป่วยและองศาการยกตามหลักทางการแพทย์แล้วหรือไม่แล้วบันทึกผล

3.6.2 ทดสอบ PWM ในการปรับความเร็วและทิศทาง

ขั้นตอน ทดสอบการปรับความเร็วจากการปรับค่า Duty Cycle ของเพื่อเปรียบเทียบกับค่า RPM ของมอเตอร์ Worm Gear และปรับทิศทางการหมุนด้วย Pulse Width Modulation (PWM) แล้วบันทึกหาค่าความสัมพันธ์ของ Duty Cycle และ RPM เพื่อนำไปใช้กับการเลือกปรับความเร็วในการหมุนที่นอนบน Application ตามเหมาะสมของผู้ป่วย

3.6.3 ทดสอบ Reed Switch ในการตรวจจับค่าแม่เหล็กเมื่อพลิกตะแคง

ขั้นตอน ทดสอบตรวจค่าใน Serial Monitor ว่าค่าที่ส่งมาจาก Reed Switch นั้นส่งมาตอนพลิกตะแคงได้องศาสูงสุดแล้วหรือไม่ เพื่อใช้ในระบบการพลิกตะแคงตัวอัตโนมัติทำงานอย่างเป็นระบบตามโฟล์วชาร์ตที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นในหัวข้อที่ 3.3

3.6.4 ทดสอบที่นอนโดยใช้ค่าน้ำหนักเป็นตัวทดสอบ

ขั้นตอน ทดสอบการพลิกตะแคงตัวอัตโนมัติของที่นอนโดยเปรียบเทียบจากค่าน้ำหนักของผู้ป่วยโดยใช้ค่าน้ำหนักหลายๆ ค่าเพื่อตรวจสอบการทำงานของที่นอนพลิกตะแคงอัตโนมัติแล้วบันทึกผล

3.6.5 ทดสอบการใช้งาน Application โดยรวม

ขั้นตอน ทดสอบใช้งาน Application ผ่าน Web Server ว่าสามารถเข้าใช้งานได้หรือไม่และทางการใช้งานของ Application นั้น User Friendly เหมาะกับใช้งานกับผู้ดูแลผู้ป่วยและสามารถสั่งงานการทำงานของที่นอนได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.6 ทดสอบการถ่ายรูปผู้ป่วยระยะไกลมาแสดงบน Application

ขั้นตอน ทดสอบถ่ายรูปผู้ป่วยขึ้นมาแสดงบน Application ทันทีและตรวจสอบความแม่นยำการทำงานในหลังบ้านของ Application ว่ามีความผิดพลาดหรือล่าช้ามากน้อยเพียงใดแล้วบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

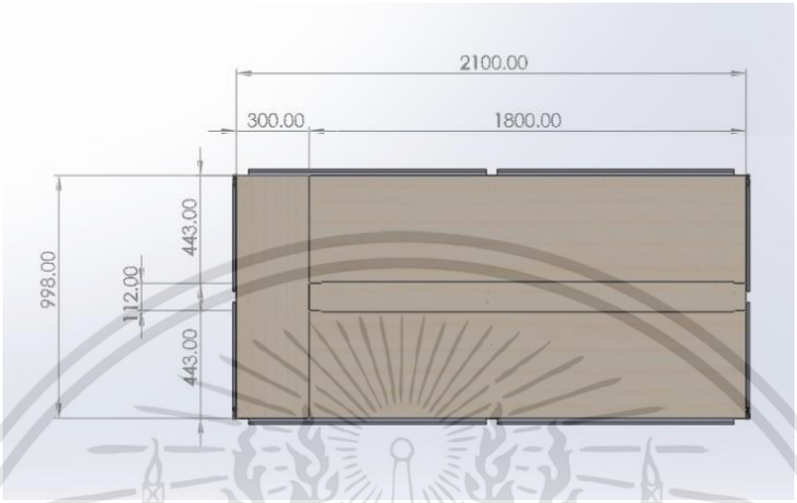
ในบทนี้เป็นการนำเสนอผลจากการทดลองเพื่อยืนยันผลการออกแบบในบทที่ 3 โดยการแบ่งหัวข้อเพื่อนำเสนอเป็นสองส่วนหลัก คือ ผลของการออกแบบที่นอนให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามหลักการของผู้ป่วยนอนติดเตียงและการออกแบบการควบคุมมอเตอร์ด้วย Pulse Width Modulation(PWM) เพื่อให้เห็นถึงการทำงานของมอเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการยกตัวของตัวที่นอนผู้ป่วย

4.1 การทำที่นอนและเปรียบเทียบกับที่ออกแบบใน Solid Work

การสร้างตัวที่นอนของจริงโดยเริ่มจากทำโครงสร้างเหล็กทีละส่วนเพื่อให้สามารถถอดประกอบได้เพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและประกอบตัวที่นอนโดยแต่ละส่วนจะออกแบบให้ใกล้เคียงกับที่ออกแบบในโปรแกรมมากที่สุดเพราะจำเป็นต้องใช้การคำนวณเรื่องของการยกอีกต่อมาการพัฒนาที่นอนให้เป็นรูปแบบที่เหมาะกับการใช้งานขึ้นจากคำแนะนำและติชมจากหลายๆท่านโดยเริ่มจากการแก้แผ่นรองรับน้ำหนักจากโดยการแบ่งเป็น 3 ส่วนให้เป็น 4 ส่วนโดยส่วนหัวสำหรับวางหมอนนั้นจะไม่พลิกตะแคงตามส่วนซ้ายและขวาของที่นอนและได้มีการเพิ่ม Senser แม่เหล็กที่ใช้ช่วยตรวจสอบการยกของที่นอนนั้นว่าเมื่อไหร่ที่มีความสูงที่สุดแล้ว Senser แม่เหล็กจะส่งค่ามาเพื่อหยุดการทำงานของ PWM ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์และอีกทั้งยังมีการพัฒนาตัวแขนที่ใช้พลิกตะแคงนั้นจากเดิมจะมีการเสียดทานในการดันให้เอียงจึงอาจส่งเสียงรบกวนหรือมีผลต่อแรงในการยกจึงมีการติดล้อเลื่อนแบบตายเพื่อลดแรงเสียดทานนั้นออกสุดท้ายนี้ได้มีการพัฒนาตัวของการถ่ายรูปผู้ป่วยจากเดิมรูปภาพจะส่งผ่านเข้าไปใน Line Notify ทางผู้ออกแบบมองเห็นว่าการใช้งานนั้นไม่สะดวกเท่าการที่ทำให้รูปผ่านนั้นส่งมาแสดงบนหน้า Web Mobile เพื่อทำให้ตัว Mobile Web ทำให้ User Friendly มากที่สุดเพื่อทั้งหมดนี้สามารถนำไปใช้ได้ดีจริงๆ

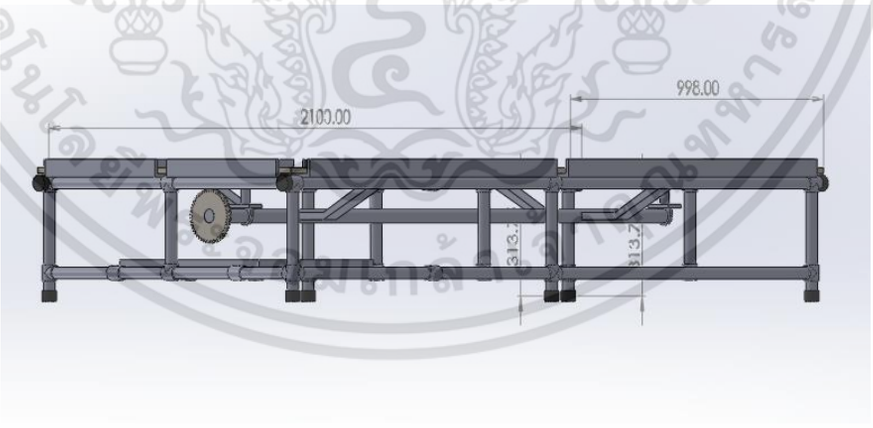
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การออกแบบและคำนวณในโปรแกรม Solid Work



รูปที่ 4.1.1.1 ภาพรวมของที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำโดยใช้ solid work

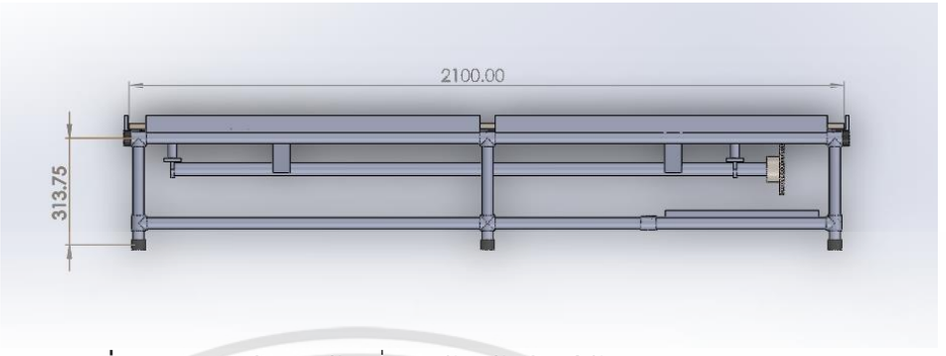
จากรูปที่ 4.1.1.1 ถ่ายให้เห็นการแบ่งฐานรองฟูกเป็นสัดส่วนโดยแต่ละส่วนจะทำหน้าที่แตกต่างกันโดยไม้ส่วนด้านข้างทำหน้าที่ในการยกตัวผู้ป่วยขึ้นมาให้มีการกายภาพบำบัดและไม้ในในส่วนกลางจะทำหน้าที่ในการรับน้ำหนักผู้ป่วย



รูปที่ 4.1.1.2 รูปโครงสร้างที่นอนด้านใต้ที่ติดตั้งเพลาและเฟืองโดยใช้ solid work

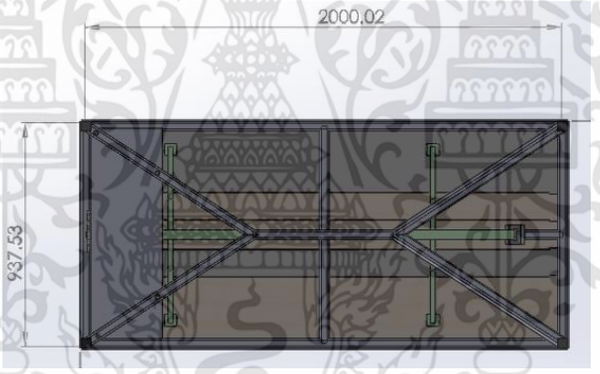
จากรูปที่ 4.1.1.2 เป็นการแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างที่นอนจากด้านใต้ของที่นอนโดยจากรูปจะเห็นเพลาและเฟืองที่ใช้ในการหมุนที่สามารถหมุนได้ทั้ง 2 ข้างเพื่อพลิกตะแคงซ้ายและขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.1.3 รูปโครงสร้างที่นอนด้านข้างโดยใช้ solid work

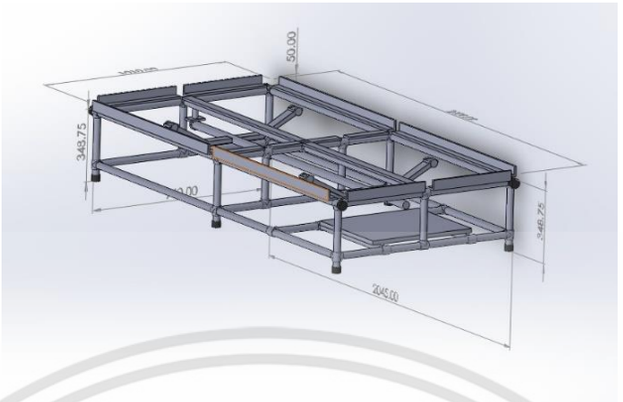
รูปที่ 4.1.1.3 รูปโครงสร้างที่นอนพร้อมแผ่นรองที่ทำด้วยไม้จากมุมด้านข้าง โดยใช้ solid work เป็นการแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างที่นอนจากมุมด้านข้าง โดยจากรูปจะเห็นถึงความยาวของเพลา



รูปที่ 4.1.1.4 รูปโครงสร้างที่นอนด้านใต้ที่นอนโดยใช้ solid work

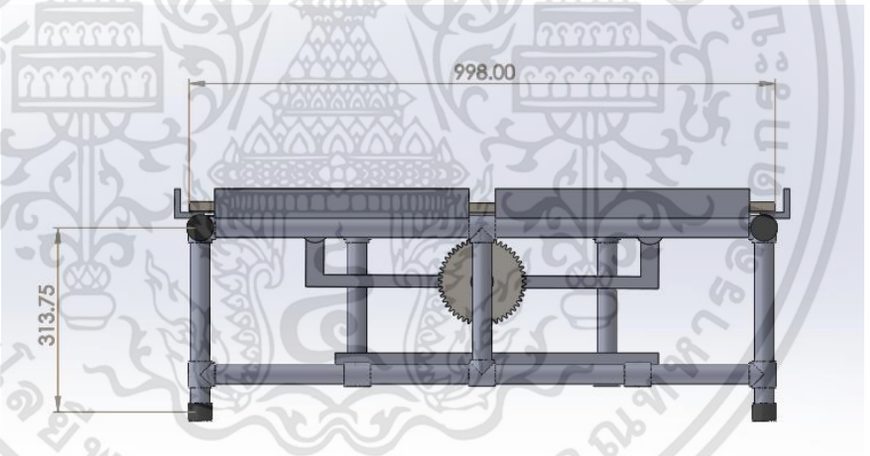
รูปที่ 4.1.1.4 รูปโครงสร้างที่นอนพร้อมแผ่นรองที่ทำด้วยไม้จากมุมด้านล่าง โดยใช้ solid work เป็นการแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างที่นอนจากมุมด้านล่างโดยมีแผ่นรองที่ทำจากไม้อยู่ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.1.5 รูปโครงสร้างที่นอนโดยแสดงแกนโครงสร้างเหล็กโดยใช้ solid work

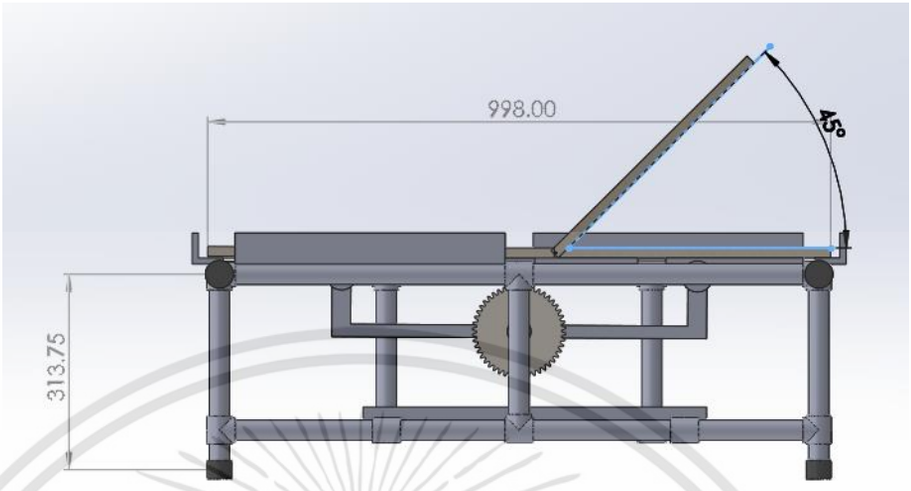
รูปที่ 4.1.1.5 แสดงโครงสร้างที่นอนเฉพาะตัวโครงเหล็กที่สามารถประกอบเข้าและถอดออกได้และยังเห็นแขนที่ใช้ในการยกผู้ป่วยให้เอียงด้านซ้ายและด้านขวา



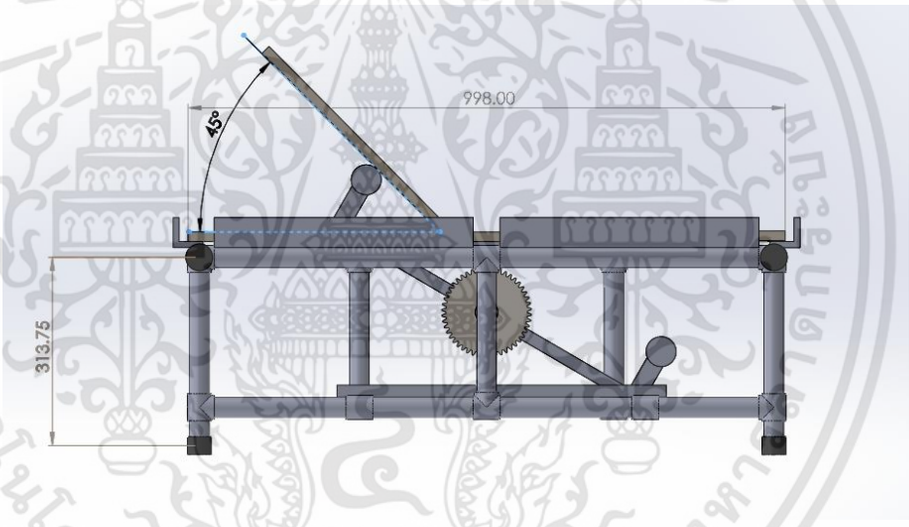
รูปที่ 4.1.1.6 รูปฟันเฟืองพร้อมมอเตอร์ในโครงสร้าง โดยใช้ solid work

จากรูปที่ 4.1.1.6 จะเห็นมอเตอร์ที่ใช้เชื่อมกับเฟืองโดยใช้โซ่ที่ทำให้เพลาและแขนของเตียงหมุนขึ้นมาโดยจะสามารถมองได้จากด้านหัวของที่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ออกแบบการพลิกตะแคงด้านขวา



(ข) ออกแบบการพลิกตะแคงด้านซ้าย

รูปที่ 4.1.1.7 รูปโครงสร้างที่นอนเมื่อติดฟันเฟืองและคำนวณการยกโดยใช้ solid work

รูปที่ 4.1.1.7 รูปฟันเฟืองและมอเตอร์ พร้อมแผ่นรองที่ทำด้วยไม้ ที่สามารถเอียงได้ โดยใช้ solid work เป็นการทดลองการยกไม้เพื่อให้เห็นความสูงในการเอียงของที่นอนโดยการเอียงจะยึดหลักการอ้างอิงตามความสูงของหลักการแพทย์ที่ใช้ในการกายภาพบำบัดผู้ป่วยติดเตียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การสร้างที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ

โครงสร้างที่นอนที่ใช้ในการทดลองนี้ถูกออกแบบมาจากโปรแกรม Solid Work และถูกออกแบบและพัฒนามาเรื่อยๆ จนมาถึงแบบล่าสุดดังรูป โดยถูกออกแบบหน้าไม้มาเป็น 4 ส่วนเพื่อแบ่งส่วนของการรับน้ำหนักและมุมองศาของการพลิกตะแคงตัว

รูปที่ 4.2.1 ภาพรวมของที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำ

จากรูปที่ 4.2.1 จะทำให้เห็นโครงสร้างด้านบนทั้งหมดของที่นอนและตัวกล้อง ESP32-CAM ที่คอยทำหน้าที่ถ่ายรูปผู้ป่วยจากระยะไกลและถ้ามองที่ตัวไม้ตรงกลางจะเห็นได้ว่าได้ทำการเหลาไม้ให้มีการเอียงเพื่อรับมุมซึ่งกันละกันเพื่อเพิ่มความสูงในการยกไม้จะเห็นได้ว่าสามารถเอียงสูงสุดได้ถึง 90 องศาเมื่อยังไม่มีน้ำหนักของผู้ป่วย

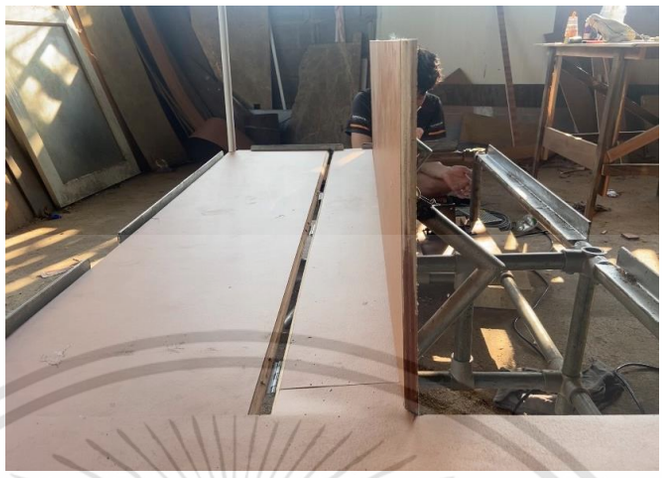
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ทำการทดสอบการพลิกตะแคงด้านซ้ายโดยยังไม่มีน้ำหนักของผู้ป่วย (มองจากด้านท้าย)

(ข) ทำการทดสอบการพลิกตะแคงด้านขวาโดยยังไม่มีน้ำหนักของผู้ป่วย (มองจากด้านท้าย)

(ค) ทำการทดสอบการพลิกตะแคงด้านขวาโดยยังไม่มีน้ำหนักของผู้ป่วย(มองจากด้านหัว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



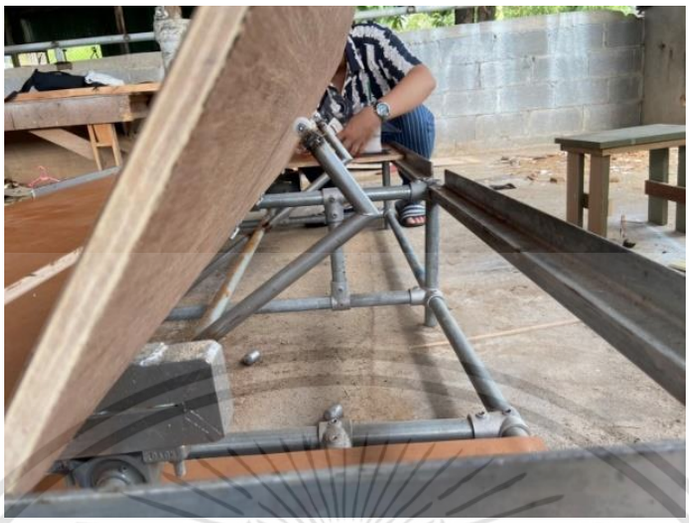
(ง) ทำการทดสอบการพลิกตะแคงด้านขวาโดยยังไม่มีน้ำหนักของผู้ป่วย(มองจากด้านหัว)

รูปที่ 4.2.2 โครงสร้างที่นอนทั้ง 4 รูปที่ใช้ในการทดลองในการพลิกตะแคง

จากรูปที่ 4.2.2 จะเห็นรูปฟันเฟืองและมอเตอร์ Worm Gear พร้อมแผ่นรองที่ทำด้วยไม้ ที่สามารถเอียงได้สูงสุด 90 องศาเป็นการทดลองการยกไม้เพื่อให้เห็นความสูงในการเอียงของที่นอนโดยการเอียงจะยึดหลักการอ้างอิงตามความสูงของหลักการแพทย์ที่ใช้ในการกายภาพบำบัดผู้ป่วยติดเตียง

(ก)

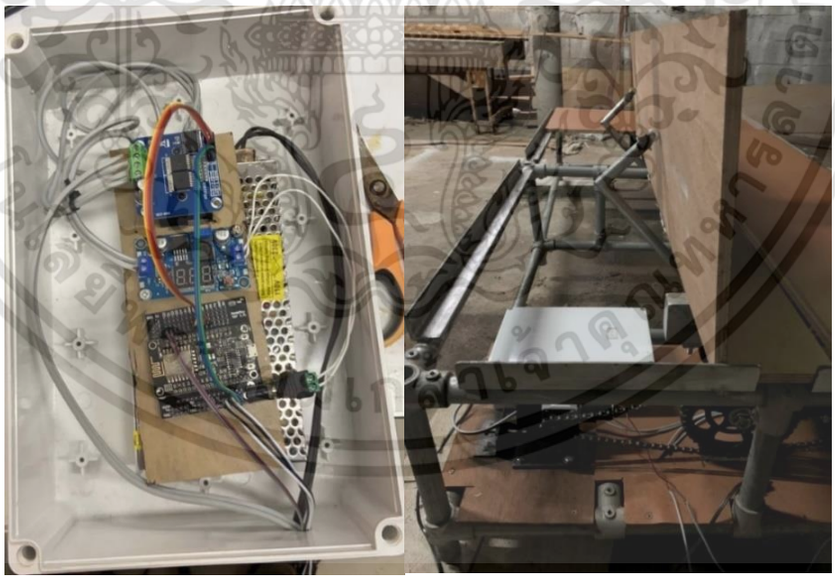
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

รูปที่ 4.2.3 แขนที่ใช้ในการพลิกตะแคงตัวที่ถูกพัฒนามาให้ลดแรงเสียดทาน

รูปที่ 4.2.3 พัฒนาแขนไม้ที่ใช้ยกที่นอนเพื่อให้เกิดการพลิกตะแคงของผู้ป่วยโดยปรับเปลี่ยนเป็นล้อเลื่อนแบบตายจะสามารถลดการเสียดสีระหว่างเหล็กธรรมดากับไม้จะสามารถเพิ่มแรงในการยกและลดความเสียหายของเนื้อไม้ได้



รูปที่ 4.2.4 อุปกรณ์ควบคุมระบบการทำงานของที่นอนพลิกตะแคงตัวอัตโนมัติ

รูปที่ 4.2.4 เมื่อยกไม้ด้านซ้ายขึ้นจะเห็นได้ถึงกล่องควบคุมระบบการทำงานของที่นอนซึ่งถูกจัดเก็บเพื่อนำไปใช้งานได้จริงเพียงเสียบปลั๊กไฟและสั่งงานผ่าน Wi-Fi ก็จะทำงานได้อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2.5 ที่นอนสำหรับการทดลองในการพลิกตัวผู้ป่วยอัมพาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

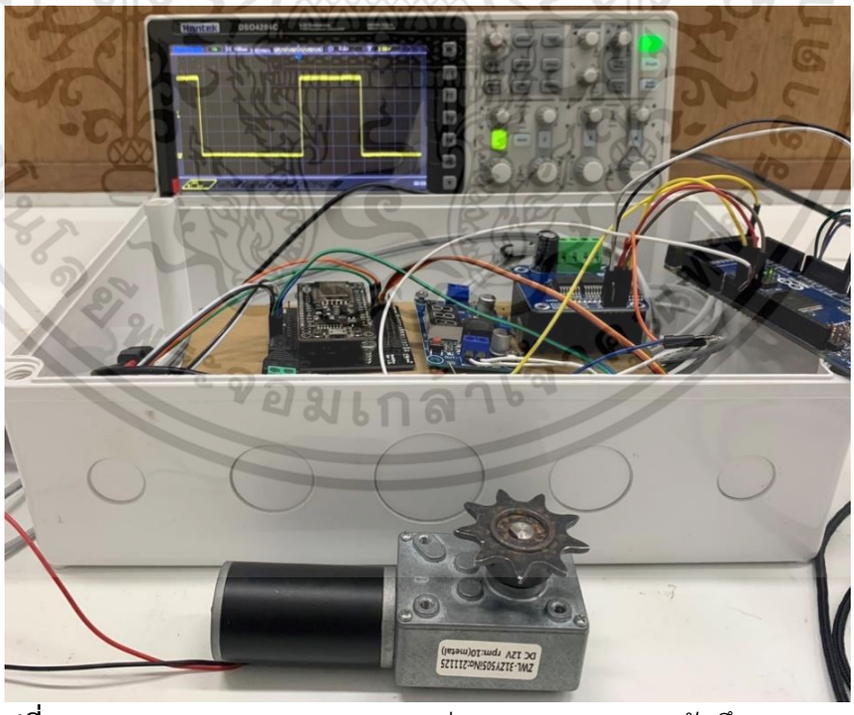
4.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

4.3.1 ทดสอบ PWM ในการปรับความเร็วและทิศทาง

ขั้นตอน โดยหัวข้อต่อไปนี้จะเป็นผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่าง RPM ที่คำนวณจากการหมุนรอบต่อนาทีและการปรับ Pulse-width modulation (PWM) ด้วยซอฟท์แวร์จากตัวโปรแกรม Arduino โดยที่จำเป็นต้องหาความสัมพันธ์ของทั้ง 2 อย่างนี้เพราะจำเป็นต้องใช้ในการคำนวณหาความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการยกที่นอนของผู้ป่วยให้อียงจนได้มาตฐานตามหลักของแพทย์เพื่อนำไปใช้กับการเลือกปรับความเร็วในการหมุนที่นอนบน Application ตามเหมาะสมของผู้ป่วย

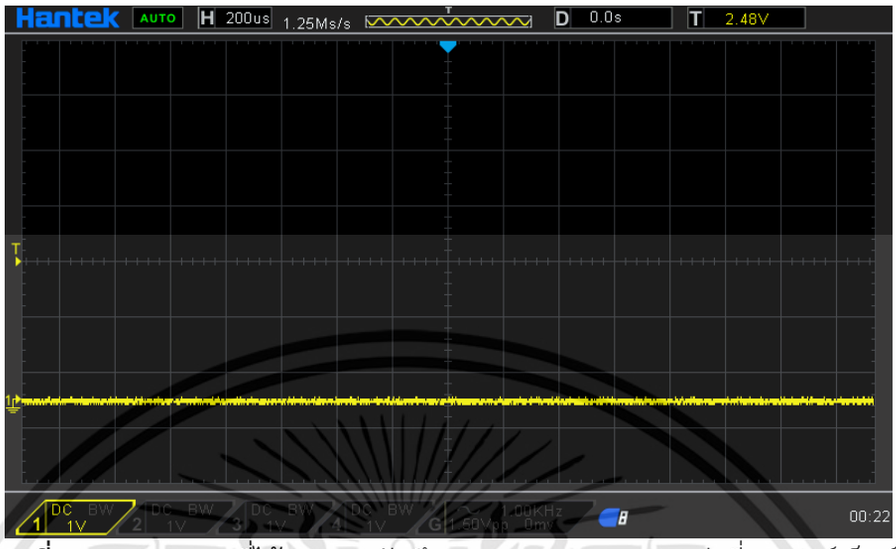
4.3.1.1 การทดสอบ Duty cycle ของ PWM

การทำงานของมอเตอร์จะขึ้นอยู่กับ PWM ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทดสอบตัวค่าที่ออกจากบอร์ดที่สั่งนั้นเป็นค่า PWM ตามที่กล่าวไว้ดังทฤษฎีโดยแบ่งการทดสอบเป็นค่า Duty cycle จำนวน 0 20 40 60 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

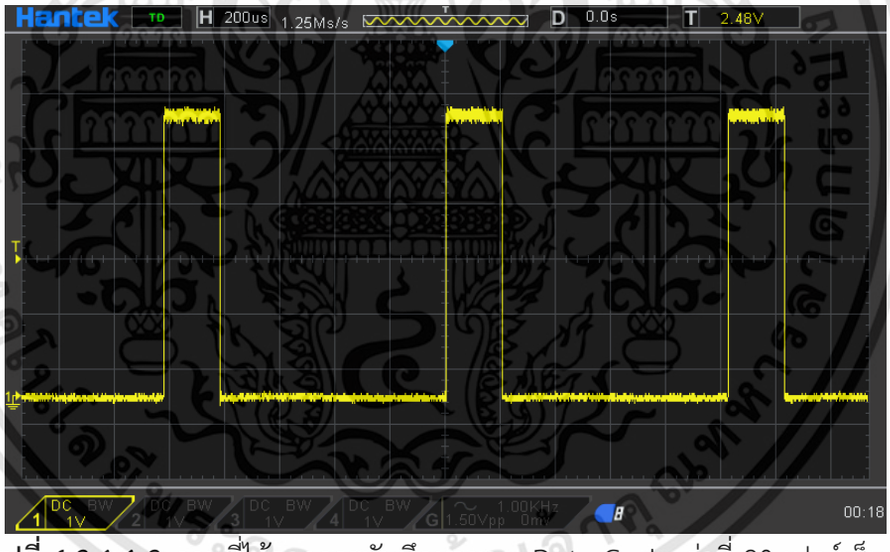


รูปที่ 4.3.1.1 ภาพรวมวงจรการทดสอบค่า Duty Cycle และบันทึกผลออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

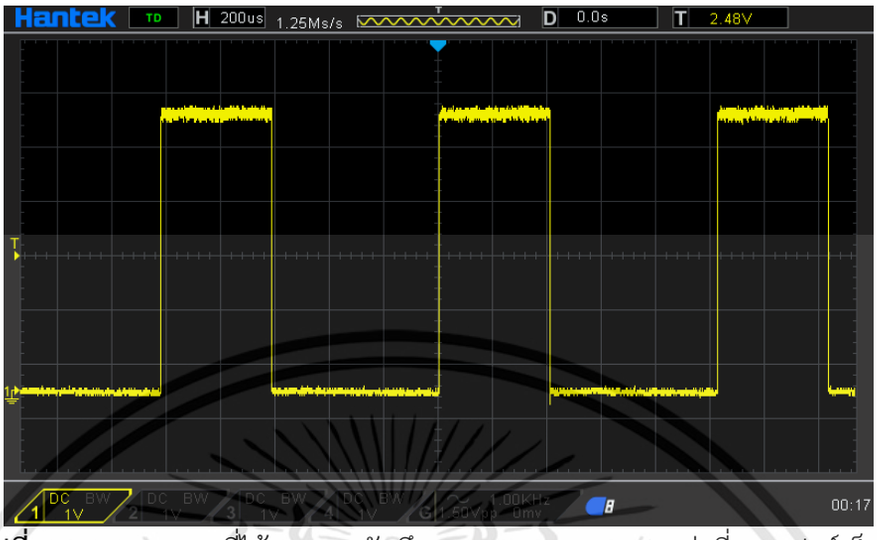


รูปที่ 4.3.1.1.2 ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 0 เปอร์เซ็นต์

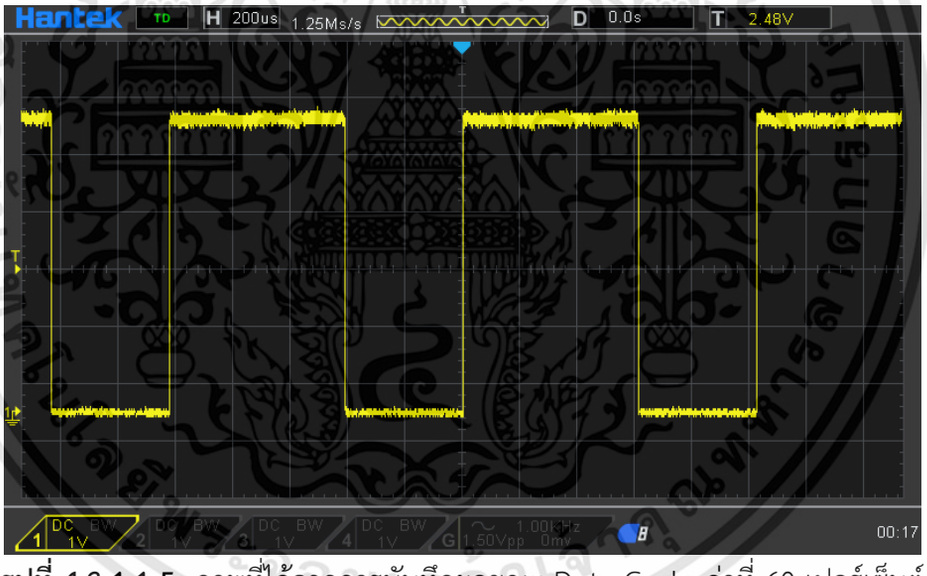


รูปที่ 4.3.1.1.3 ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 20 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

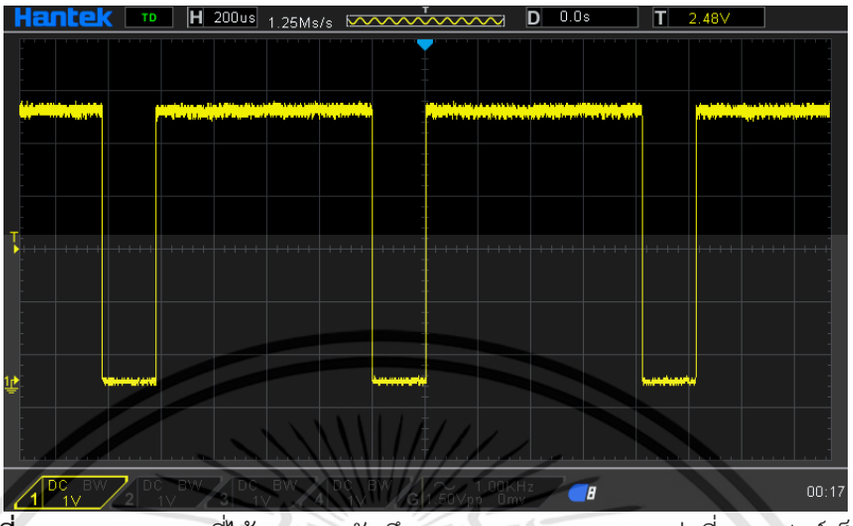


รูปที่ 4.3.1.1.4 ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 40 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.3.1.1.5 ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 60 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



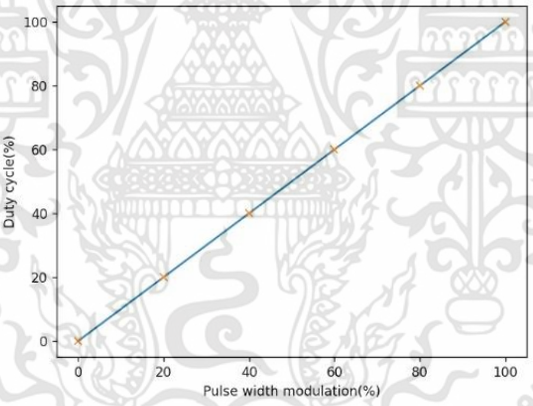
รูปที่ 4.3.1.1.6 ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 80 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 4.3.1.1.7 ภาพที่ได้จากการบันทึกผลขณะ Duty Cycle ค่าที่ 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง Duty Cycle (PWM) และ RPM

Duty Cycle (PWM)	Revolutions per minute (RPM)
0 %	0
20 %	2
40 %	4
60 %	6
80 %	8
100 %	10



รูปที่ 4.3.1.1.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง PWM และ RPM ในรูป Duty Cycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2 การสั่งงานทำงานอัตโนมัติโดยมีความเร็วให้เลือก 3 โหมดการทำงาน

โดยการทำงานของทุกโหมดจะทำงานในรูปแบบเดียวกันแต่การนำข้อดีของ PWM มาใช้ก็คือสามารถให้ผู้ใช้งานนั้นสามารถเลือกความเร็วในการทำงานได้อย่างเหมาะสมกับผู้ป่วยนั้นเอง

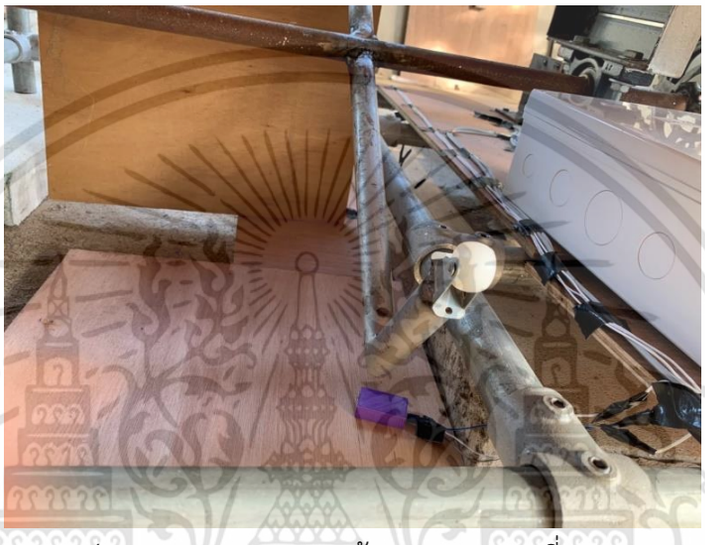
ตารางที่ 2 อธิบายความเร็วในการทำงานอัตโนมัติทั้ง 3 ความเร็วให้ผู้ใช้เลือกใช้งาน

RPM (Revolutions per minute)	Duty Cycle	โหมดความเร็ว
6	60 %	LOW
8	80 %	MID
10	100 %	HIGH

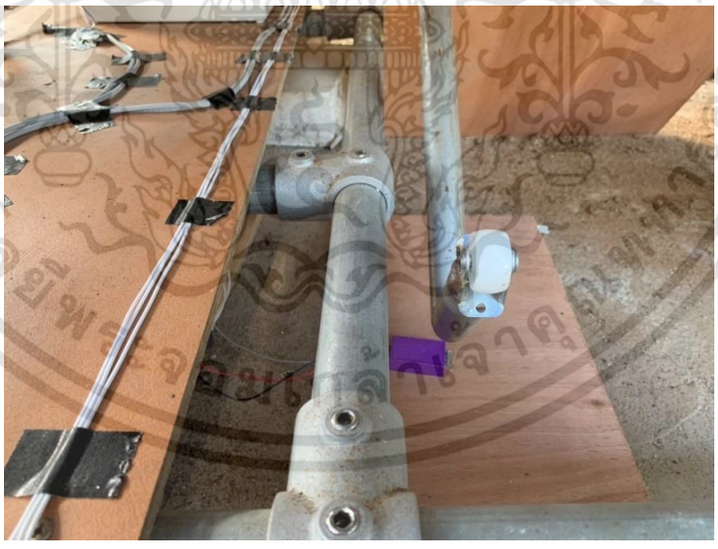
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ทดสอบ Reed Switch ในการตรวจจับค่าแม่เหล็กเมื่อพลิกตะแคง

ในการใช้ Reed Switch นั้นเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในขณะพลิกตะแคงผู้ป่วยว่าเมื่อถึงยกได้ถึงจุดสูงสุดแล้วจะหยุดทำงานแล้วค่อยทำการหมุนกลับลงมาตามระบบอัตโนมัติโดยการทำงานของเซนเซอร์นั้นจะอ้างอิงตามหัวข้อที่ 3.3 โฟล์วชาตการทำงานของระบบอัตโนมัติ



(ก) Reed Switch ทางด้านแขนขวาของที่นอน



(ข) Reed Switch ทางด้านแขนซ้ายของที่นอน

รูปที่ 4.3.2 Reed Switch ที่ติดตั้งอยู่บนที่นอนทั้ง 2 ข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3.2 การทำงานของที่นอนจะหมุนทำงานอัตโนมัติภายใต้เงื่อนไขในการรับและส่งค่าของ Reed Switch จะทำให้หยุดหมุนทันทีเพราะว่าพลิกตะแคงสูงสุดแล้วแล้วจะหมุนไปยังอีกฝั่งของที่นอนและสุดท้ายเมื่อ Reed Switch ทำงานครบแล้วจะทำให้ที่นอนกลับมาสมดุล

4.3.3 ทดสอบที่นอนโดยใช้ค่าน้ำหนักเป็นตัวทดสอบ

ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์หมุนช้าและใช้เฟืองหมุนทดความเร็วให้ต่ำลงซึ่งที่นอนนี้จะค่อย ๆ เอียงกลับไปมาด้วยความเร็วที่ต่ำมาก โครงสร้างของที่นอนทำด้วยโลหะที่แข็งแรง ตัวแผ่นไม้จะคล้ายกับระนาดเมื่อโดนยกจะดึงแผ่นอื่นขึ้นด้วยทำให้เกิดการยกตัวผู้ป่วยติดเตียงได้โดยหลักการยกตัวต้องอ้างอิงตามหลักการของแพทย์ที่ใช้ในการกายภาพบำบัด

(ก)

(ข)

รูปที่ 4.3.3 ผู้ป่วยน้ำหนักช่วง 80 กิโลกรัมกำลังอยู่ในระบบทดสอบการพลิกตะแคงตัวอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3.3 จะทำให้ทราบได้ว่าที่นอนพลิกตะแคงตัวอัตโนมัตินั้นสามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า 80 กิโลกรัมและอีกทั้งระบบการทำอัตโนมัติยังทำงานได้อย่างเป็นระบบโดยการทำทีละขั้นตอนอย่างที่กล่าวในไว้ในหัวข้อที่ 3.3 เรื่องของโฟล์วชาตการทำงานของระบบ

4.3.4 ผลการทดสอบการใช้งาน Application โดยรวม

ในการออกแบบหน้าแอพลิเคชันการใช้งานเขียนโดยใช้ภาษา CSS HTML JavaScript โดยในหน้าเว็บจะมีปุ่มให้กดต่างๆ เช่น Home Services About Doctors Book Review และ Blogs โดยจะสามารถควบคุมการหมุนของมอเตอร์ ผ่านคู่มือการใช้งานเตียงในปุ่ม Home และยังสามารถดูภาพผู้ป่วยผ่านหน้าเว็บของผู้ใช้งานได้อีกด้วยในการออกแบบหน้าเว็บสำหรับผู้ใช้งานในหน้าต่างๆในส่วนของ Mobile Web นั้นได้พัฒนามาเพื่อให้สามารถใช้ได้จริงโดยคำนึงถึงผู้ใช้เป็นหลักโดยหน้าหนักผู้ใช้งานจะมีเพียงคำสั่งหลักๆของโปรแกรมคือ ควบคุมการทำงานของที่นอนและถ่ายรูปผู้ป่วยโดยจะสามารถแสดงรูปผู้ป่วยผ่าน Mobile Web ได้ทันทีและอีกทั้งสมควรมีวิธีแนะนำวิธีการใช้งานที่นอนสำหรับผู้ใช้งานครั้งแรกอีกด้วย

4.3.4.1 การสั่งงานทำงานอัตโนมัติโดยมีความเร็วให้เลือก 3 โหมดการทำงาน

โดยการทำงานของทุกโหมดจะทำงานในรูปแบบเดียวกันแต่การนำข้อดีของ PWM มาใช้ก็คือสามารถให้ผู้ใช้งานนั้นสามารถเลือกความเร็วในการทำงานได้อย่างเหมาะสมกับผู้ป่วยนั้นเอง

รูปที่ 4.3.4.1 รูปแบบโหมดการทำงานอัตโนมัติทั้ง 3 ความเร็วบน Applicationสามารถเปรียบเทียบความเร็วได้จากตารางที่ 3 เพื่อดูความสัมพันธ์ของการหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 อธิบายความเร็วและเวลาในการทำงานอัตโนมัติทั้ง 3 ความเร็วให้ผู้ใช้เลือกใช้งาน

เวลาในการทำให้พลิกตะแคงผู้ป่วยได้องศาสูงสุด	Duty Cycle	โหมดความเร็ว
15-16 sec	60 %	LOW
11-12 sec	80 %	MID
7-8 sec	100 %	HIGH

4.3.4.2 การพัฒนา Application ให้เหมาะสมกับผู้ใช้งาน

ขั้นตอนการใช้งาน Application เบื้องต้นในหน้าหลักคือโดยจะมีปุ่มการทำงานอยู่ 4 ปุ่ม โดย ปุ่มแรกจะเป็นปุ่มสำหรับการถ่ายรูปผู้ป่วยจากระยะไกลโดยเมื่อกดและรีเฟรชหน้าจอรูปภาพของผู้ป่วยจะมาแสดงบนหน้า Application ปุ่มที่สองจะเป็นการทำงานของมอเตอร์ด้วยความเร็วสูงสุด ปุ่มที่สามจะเป็นการทำงานของมอเตอร์ด้วยความเร็วปานกลางและปุ่มที่สี่จะเป็นการทำงานของมอเตอร์ด้วยความเร็วต่ำรองลงมา

รูปที่ 4.3.4.2.1 หน้าหลักผู้ใช้งาน (Home Page)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3.4.2.2 หน้าแสดงจุดประสงค์และที่มาของที่นอน (About Us Page)

ขั้นตอนการพัฒนาการจัดเก็บข้อมูลของผู้ป่วยเอาไว้ในอนาคตถ้ามีการพัฒนาสามารถนำข้อมูลผู้ป่วยไปใช้ในเรื่องของ ข้อมูลส่วนบุคลกรณีจำเป็นต้องรักษาแบบฉุกเฉินและในอนาคตหากมีการเพิ่มตำแหน่งของผู้ป่วยจะทำให้ลดเวลาในการที่โรงพยาบาลต้องการเข้ามารับไปรักษาเผื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

รูปที่ 4.3.4.2.3 หน้าสำหรับกรณีที่ต้องการเพิ่มระบบการบันทึกข้อมูลของผู้ป่วย (Services Page)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 ทดลองระบบการถ่ายรูปผู้ป่วยแบบผ่านโทรศัพท์ด้วยบอร์ด ESP32-CAM

ระบบนี้ถูกออกแบบมาให้สามารถตรวจสอบสถานะของผู้ป่วยได้ในช่วงที่ผู้ดูแลผู้ป่วยนั้นไม่สามารถเข้าไปตรวจสอบได้หรืออาจต้องการเวลาที่ผู้ดูแลจำเป็นต้องพักผ่อนเพื่อลดโอกาสที่จะทำให้ผู้ป่วยติดเตียงนั้นต้องอยู่ในห้องเพียงลำพัง

รูปที่ 4.3.5 ESP32-CAM ที่ใช้ในการถ่ายรูปผู้ป่วยขณะติดตั้งอยู่บนที่นอน

จากระบบการทำงานของ ESP32-CAM นั้นจำเป็นต้องมีการเก็บรูปและแสดงจึงจำเป็นต้องมีการรับและโอนไฟล์โดยใช้ SPIFFS เป็นความรู้พื้นฐานในการคำนวณระบบหลังบ้าน

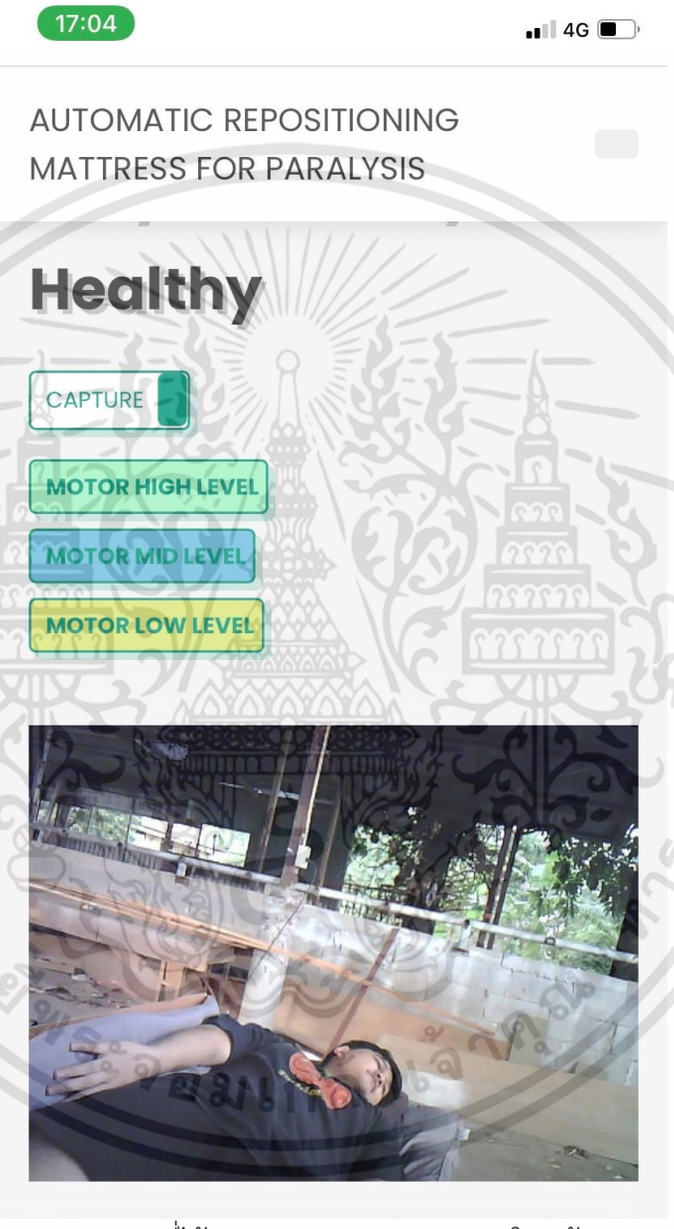
```
16:25:34.138 -> Connecting to WiFi..
16:25:34.138 -> 172.20.10.4
16:25:59.495 -> Taking a photo...
16:25:59.542 -> Picture file name: /photo.jpg
16:26:00.935 -> The picture has been saved in /photo.jpg - Size: 25216 bytes
```

รูปที่ 4.3.5.1 ระบบทำงานหลังบ้านของ ESP32 ในการเก็บรูปภาพที่ถ่ายไว้ใน SPIFFS

จากรูปที่ 4.3.5.1 จะทำให้เห็นอีกด้วยว่าคำสั่งในการ Capture ตอนเวลา 59.495 รูปภาพจะถูกเก็บไว้ใน SPIFFS ในตอน 00.935 เราจึงทราบได้ว่าในการสั่งคำสั่งให้ถ่ายรูปนั้นจะมีความล่าช้าที่น้อยมาก(น้อยกว่า 2 วินาที) ในการถ่ายรูปและเก็บค่าไว้ในการแสดงบน Application และจากเดิมที่รูปภาพจะแสดงการแจ้งเตือนเข้ามาใน LINE NOTIFY ทางผู้พัฒนาระบบได้มองเห็นว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบนี้ค่อนข้างไม่ USER FRINDELY ถ้าหากจะนำไปใช้จริงจึงนำรูปภาพนั้นสามารถมาแสดงใน Application ทันที



รูปที่ 4.3.5.2 รูปภาพที่ได้จาก ESP32-CAM จะแสดงในหน้า Home Page

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้แสดงให้เห็นความสำคัญของปัญหาของผู้สูงอายุโดยจากข้อมูลอ้างอิงทางการแพทย์ในประเทศไทยจะทราบถึงจำนวนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและปริญญานิพนธ์นี้จะช่วยลดอัตราการเกิดปัญหาด้านสุขภาพที่ตามมาจากผู้สูงอายุที่นอนติดเตียงทำให้เกิดแผลกดทับโดยการจัดทำทั้งหมดนี้ยังออกแบบให้ราคาของที่นอนนั้นจะสามารถเพิ่มอัตราการเข้าถึงอุปกรณ์ช่วยเหลือผู้ป่วยได้มากขึ้นเพราะผู้ป่วยที่อาจไม่ได้มีเงินมากพอสำหรับที่นอนไฟฟ้าสำหรับผู้ป่วยโดยเฉพาะเพราะมีราคาสูงมากในปัจจุบันและอีกทั้งยังเป็นผลดีกับผู้ดูแลที่อาจต้องการเวลาพักผ่อนและไม่สามารถพลิกตะแคงผู้ป่วยได้ทุกๆ 2 ชั่วโมงและการทำงานทั้งหมดนี้ยังสามารถควบคุมได้ผ่านอุปกรณ์ที่เชื่อม Wi-Fi ทุกชนิดอีกด้วยเป็นการประยุกต์เข้ากับ Internet of thing (IoT) ผ่านบอร์ด Microcontroller และส่วนที่ใช้ ESP32-CAM นั้นยังทำให้ลดโอกาสที่ผู้ป่วยต้องอยู่คนเดียวเป็นเวลานานเพราะผู้ดูแลต้องพักผ่อนอีกด้วยโดยการทดลองและจากผลลัพธ์จากที่กล่าวมาทั้งหมดจึงทำให้เห็นว่าที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำนั้นสามารถใช้งานได้จริงโดยมีการทดสอบการยกน้ำหนักของผู้ป่วยตั้งแต่ 20 กิโลกรัมถึง 80 กิโลกรัมทำให้ทราบถึงความปลอดภัยในเรื่องของน้ำหนักและการทดสอบการปรับความเร็วและทิศทางและ Reed Switch ทำให้สรุปในตอนท้ายได้ว่าการทำงานอัตโนมัตินั้นทำงานได้อย่างปลอดภัยสุดท้ายแล้วตัว Application นั้นทำงานได้ดีแต่ยังสามารถพัฒนาต่อไปได้อีกในเรื่องของข้อมูลผู้ป่วยหรือตำแหน่งผู้ป่วยที่สามารถเก็บไว้ในกรณีฉุกเฉินขึ้นอยู่กับผู้นำไปต่อยอด

5.2 ข้อเสนอแนะ

ทั้งนี้นอกจากที่นอนแล้วการลดอัตราการเกิดแผลกดทับในผู้ป่วยติดเตียงนั้นยังมีการเพิ่มฟูกสำหรับผู้ป่วยเพื่อลดการเสียดสีและอัตราการถ่ายเทของอากาศบริเวณผิวหนังผู้ป่วยและพื้นผิวที่นอนได้ดีมากยิ่งขึ้นและอีกส่วนหนึ่งของการแนะนำคือการพัฒนาต่อจากตัวการทำงานของซอฟท์แวร์เกี่ยวกับแอพพลิเคชั่นคือการเพิ่มตำแหน่งที่อยู่ของผู้ป่วยในกรณีฉุกเฉินในการที่ต้องการให้รถพยาบาลมารับได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ศึกษาเรียนรู้และมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นเกี่ยวกับการทำงานของการทำงานของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เพื่อนำมาประยุกต์เข้ากับที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติต้นทุนต่ำได้

2. ได้รู้หลักการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และ คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่นำมาใช้

3. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมในการควบคุมและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ซึ่งในปริญญานิพนธ์ได้ใช้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของที่นอนพลิกตะแคงอัตโนมัติและนำไปประยุกต์ต่อในการทำ Web Server Application

4. ได้ศึกษาการทำ Web Server Application และส่งและรับค่าจากอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เพื่อทำให้เกิดการทำงานผ่านสมาร์ทโฟนเพื่อควบคุมที่นอนได้

5. ได้ทำปริญญานิพนธ์ซึ่งอาจเป็นต้นแบบในการพัฒนาเพื่อให้ที่นอนของผู้ป่วยนั้นมีความสะดวกและราคาต้นทุนต่ำลงซึ่งเพิ่มโอกาสให้ผู้ป่วยนั้นมีลดโอกาสในการเกิดแผลกดทับได้หรือทำให้อาการไม่เลวร้ายมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] “Arduino คืออะไร ?”
http://www.ioxhop.com/article/1/arduino%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88-1-arduino-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3
[สืบค้นวันที่ (10/08/2564)]

[2] “ESP32-CAM คืออะไร”
https://www.hwlibre.com/th/esp32%E0%B8%9A%E0%B9%81%E0%B8%84%E0%B8%A1/
[สืบค้นวันที่ (12/08/2564)]

[3] “การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นกับ Arduino C++ (โครงสร้างโปรแกรมของ Arduino)”
www.cybertice.com/article/5/การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นกับ-arduino-c-โครงสร้างโปรแกรมของ-arduino
[สืบค้นวันที่ (12/08/2564)]

[4] “การกลับทิศทางการหมุน และปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วย PWM” [online].
https://makerasia.com/dc-motor-control-speed-kit-1
[สืบค้นวันที่ (24/09/2564)]

[5] “หลักการของ BTS7960”
https://www.arduino4.com/product/844/btn7960-bts7960-43a-current-limiting-high-power-h-bridge-dc-motor-drive-module-%E0%B9%82%E0%B8%A1%E0%B8%94%E0%B8%B9%E0%B8%A5%E0%B8%82%E0%B8%B1%E0%B8%9A-motor-dc
[สืบค้นวันที่ (24/10/2564)]

[6] “วิธีดูแลผู้สูงอายุ”
https://www.paramountbed.co.th/news/contents
[สืบค้นวันที่ (8/12/2564)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[7] “7วิธีดูแลผู้ป่วยติดเตียง”
https://www.pptvhd36.com/news/%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%82%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E/16148
[สืบค้นวันที่ (8/12/2564)]

[8] “Solid work การออกแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรม”
SolidWorks การออกแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรม (witty.co.th)
[สืบค้นวันที่ (8/12/2564)]

[9] “การสร้าง Web server”
https://www.ppontime.co.th/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%94/Web_Und_Server_Und__Und_%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3
[สืบค้นวันที่ (15/3/2565)]

[10] “การสร้าง Application”
http://apirawut.sirin.ac.th/home.php?page=Webapp/Start/Start_basic
[สืบค้นวันที่ (15/3/2565)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

Coding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coding for Esp8266

```
#define RPWM 14
#define LPWM 12
#define REN 13
#define LEN 15

int sensor = 4;
int state = LOW;
int val = 0;
int pot;
int out1;
int out2;
int Speed;
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <FS.h> //Include File System Headers
const char* imagefile = "/ams.jpg";
const char* htmlfile = "/index.html";
//ESP AP Mode configuration
#define ssid "aekanun" // WiFi SSID
#define password "00000000" // WiFi password
ESP8266WebServer server(80);
void handleRoot(){
 server.sendHeader("Location", "/index.html",true); //Redirect to our
html web page
 server.send(302, "text/plane","");
}
void handleWebRequests(){
 if(loadFromSpiffs(server.uri())) return;
 String message = "File Not Detected\n\n";
 message += "URI: ";
 message += server.uri();
 message += "\nMethod: ";
 message += (server.method() == HTTP_GET)?"GET":"POST";
 message += "\nArguments: ";
 message += server.args();
 message += "\n";
 for (uint8_t i=0; i<server.args(); i++){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 message += " NAME:"+server.argName(i) + "\n VALUE:" + server.arg(i)
+ "\n";
 }
 server.send(404, "text/plain", message);
 Serial.println(message);
}
void setup() {
  {

  pinMode(RPWM,OUTPUT);
  pinMode(LPWM,OUTPUT);
  pinMode(LEN,OUTPUT);
  pinMode(REN,OUTPUT);
  pinMode(sensor,INPUT);
  digitalWrite(REN,HIGH);
  digitalWrite(LEN,HIGH);
  }
 delay(1000);
 Serial.begin(115200);
 WiFi.begin (ssid, password);
 while ( WiFi.status() != WL_CONNECTED ) {
 delay ( 500 ); Serial.print ( "." );
 }
 // WiFi connecton is OK
 Serial.println ( "" );
 Serial.print ( "Connected to " ); Serial.println ( ssid );
 Serial.print ( "IP address: " ); Serial.println ( WiFi.localIP() );

 //Initialize File System
 SPIFFS.begin();
 Serial.println("File System Initialized");
 //Initialize Webserver
 server.on("/",handleRoot);
 server.on("/motorON", HTTP_GET, relayControl);
 server.on("/motorON2", HTTP_GET, relayControl2);
 server.on("/motorON3", HTTP_GET, relayControl3);
 server.onNotFound(handleWebRequests); //Set setver all paths are not
found so we can handle as per URI
 server.begin();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
void loop() {
server.handleClient();

}
bool loadFromSpiffs(String path){
 String dataType = "text/plain";
 if(path.endsWith("/")) path += "index.htm";
 if(path.endsWith(".src")) path = path.substring(0,
path.lastIndexOf("."));
 else if(path.endsWith(".html")) dataType = "text/html";
 else if(path.endsWith(".htm")) dataType = "text/html";
 else if(path.endsWith(".css")) dataType = "text/css";
 else if(path.endsWith(".js")) dataType = "application/javascript";
 else if(path.endsWith(".png")) dataType = "image/png";
 else if(path.endsWith(".gif")) dataType = "image/gif";
 else if(path.endsWith(".jpg")) dataType = "image/jpeg";
 else if(path.endsWith(".ico")) dataType = "image/x-icon";
 else if(path.endsWith(".svg")) dataType = "image/svg+xml";
 else if(path.endsWith(".xml")) dataType = "text/xml";
 else if(path.endsWith(".pdf")) dataType = "application/pdf";
 else if(path.endsWith(".zip")) dataType = "application/zip";
 File dataFile = SPIFFS.open(path.c_str(), "r");
 if (server.hasArg("download")) dataType = "application/octet-
stream";
 if (server.streamFile(dataFile, dataType) != dataFile.size()) {
 }
 dataFile.close();
 return true;
}
//*****************************************************************
**********************************
//
void relayControl() {
  val= digitalRead(sensor);
  val2= digitalRead(sensor2);
      if(val == LOW && val2 == LOW){
      Serial.print("STEP..1");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        analogWrite(RPWM,255);
        analogWrite(LPWM,0);
        }
        else if(val == LOW && val2 == HIGH){
        analogWrite(RPWM,0);
        analogWrite(LPWM,0);
        Serial.print("stop..1");
        delay(30000);
            state = HIGH;}
            else if(val == HIGH && val2 == HIGH){
            analogWrite(RPWM,0);
            analogWrite(LPWM,255);
            Serial.print("STEP..3");
             }

                else if(val == HIGH && val2 == LOW){
                analogWrite(RPWM,0);
                analogWrite(LPWM,0);
                Serial.print("stop......2");
                delay(30000);
                analogWrite(RPWM,100);
                analogWrite(LPWM,0);
                delay(5000);
                Serial.print("STEP...4");
                }
                          Serial.print("อีก2ชมทำงานใหม่");
                          delay(600000);
        }
     }
  handleRoot();
}
void relayControl2() {
  val= digitalRead(sensor);
  val2= digitalRead(sensor2);
      if(val == LOW && val2 == LOW){
      Serial.print("STEP..1");
      analogWrite(RPWM,200);
      analogWrite(LPWM,0);
      }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else if(val == LOW && val2 == HIGH){
        analogWrite(RPWM,0);
        analogWrite(LPWM,0);
        Serial.print("stop..1");
        delay(30000);
            state = HIGH;}
            else if(val == HIGH && val2 == HIGH){
            analogWrite(RPWM,0);
            analogWrite(LPWM,200);
            Serial.print("STEP..3");
             }

                else if(val == HIGH && val2 == LOW){
                analogWrite(RPWM,0);
                analogWrite(LPWM,0);
                Serial.print("stop......2");
                delay(30000);
                analogWrite(RPWM,100);
                analogWrite(LPWM,0);
                delay(5000);
                Serial.print("STEP...4");
                }
                          Serial.print("อีก2ชมทำงานใหม่");
                         delay(600000);
        }
            }
       }
     }
  handleRoot();
}
void relayControl3() {
 val= digitalRead(sensor);
  val2= digitalRead(sensor2);
       if(val == LOW && val2 == LOW){
       Serial.print("STEP..1");
       analogWrite(RPWM,150);
       analogWrite(LPWM,0);
       }
       else if(val == LOW && val2 == HIGH){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        analogWrite(RPWM,0);
        analogWrite(LPWM,0);
        Serial.print("stop..1");
        delay(30000);
            state = HIGH;}
            else if(val == HIGH && val2 == HIGH){
            analogWrite(RPWM,0);
            analogWrite(LPWM,150);
            Serial.print("STEP..3");
             }

                else if(val == HIGH && val2 == LOW){
                analogWrite(RPWM,0);
                analogWrite(LPWM,0);
                Serial.print("stop......2");
                delay(30000);
                analogWrite(RPWM,100);
                analogWrite(LPWM,0);
                delay(5000);
                Serial.print("STEP...4");
                }
                        Serial.print("อีก2ชมทำงานใหม่");
                        delay(600000);
      }
    }
  handleRoot();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coding for html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
    <title>ที่นอนพลิกตะแคงผู้ป่วยอัมพาตอัตโนมัติ</title>

    <!-- font awesome cdn link  -->
    <link rel="stylesheet"
href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-
awesome/5.15.4/css/all.min.css">

    <!-- custom css file link  -->
    <link rel="stylesheet" href="css/style.css">

</head>
<body>

<!-- header section starts  -->

<header class="header">

    <a href="#" class="logo"> <i class="fas fa-heartbeat"></i>
AUTOMATIC REPOSITIONING MATTRESS FOR PARALYSIS </a>

    <nav class="navbar">
        <a href="#home">home</a>
        <a href="#services">services</a>
        <a href="#about">about</a>
        <a href="#doctors">doctors</a>
        <a href="#book">book</a>
        <a href="#review">review</a>
        <a href="#blogs">blogs</a>
    </nav>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    <div id="menu-btn" class="fas fa-bars"></div>

</header>

<!-- header section ends -->

<!-- home section starts  -->

<section class="home" id="home">

    <div class="image">
        <img src="image/home-img.svg" alt="">
    </div>

    <div class="content">
        <h3>stay safe, stay healthy</h3>

        <p><a href="capture" class="btn"> CAPTURE  <span class="fas
fa-chevron-right"></span> </a></p>
        <h2><a class="btn" style="background-color:#a9f5c9"
href="/motorON">MOTOR HIGH LEVEL</a></h2>
        <h2><a class="btn" style="background-color:#7ac6e4"
href="/motorON2">MOTOR MID LEVEL</a></h2>
        <h2><a class="btn" style="background-color:#dfe982"
href="/motorON3">MOTOR LOW LEVEL</a></h2>


    </div>


</section>

<!-- home section ends -->

<!-- icons section starts  -->

<section class="icons-container">

    <div class="icons">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <i class="fas fa-user-md"></i>
            <h3>140+</h3>
            <p>doctors at work</p>
        </div>

        <div class="icons">
            <i class="fas fa-users"></i>
            <h3>1040+</h3>
            <p>satisfied patients</p>
        </div>

        <div class="icons">
            <i class="fas fa-procedures"></i>
            <h3>500+</h3>
            <p>bed facility</p>
        </div>

        <div class="icons">
            <i class="fas fa-hospital"></i>
            <h3>80+</h3>
            <p>available hospitals</p>
        </div>

    </section>

    <!-- icons section ends -->

    <!-- services section starts  -->

    <section class="services" id="services">

        <h1 class="heading"> our <span>services</span> </h1>

        <div class="box-container">

            <div class="box">
                <i class="fas fa-notes-medical"></i>
                <h3>free checkups</h3>
                <p>ตรวจฟรี</p>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <a href="#" class="btn"> learn more <span class="fas fa-
chevron-right"></span> </a>
        </div>

        <div class="box">
            <i class="fas fa-ambulance"></i>
            <h3>24/7 ambulance</h3>
            <p>มีรถไปรับ</p>
            <a href="#" class="btn"> learn more <span class="fas fa-
chevron-right"></span> </a>
        </div>

        <div class="box">
            <i class="fas fa-user-md"></i>
            <h3>expert doctors</h3>
            <p>หมอเก่ง</p>
            <a href="#" class="btn"> learn more <span class="fas fa-
chevron-right"></span> </a>
        </div>

        <div class="box">
            <i class="fas fa-pills"></i>
            <h3>medicines</h3>
            <p>ยาไม่แพง</p>
            <a href="#" class="btn"> learn more <span class="fas fa-
chevron-right"></span> </a>
        </div>

        <div class="box">
            <i class="fas fa-procedures"></i>
            <h3>bed facility</h3>
            <p>เตียงนุ่ม</p>
            <a href="#" class="btn"> learn more <span class="fas fa-
chevron-right"></span> </a>
        </div>

        <div class="box">
            <i class="fas fa-heartbeat"></i>
            <h3>total care</h3>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <p>เอาใจใส่.</p>
            <a href="#" class="btn"> learn more <span class="fas fa-
chevron-right"></span> </a>
        </div>

    </div>

</section>

<!-- services section ends -->

<!-- about section starts  -->

<section class="about" id="about">

    <h1 class="heading"> <span>about</span> us </h1>

    <div class="row">

        <div class="image">
            <img src="image/about-img.svg" alt="">
        </div>

        <div class="content">
            <h3>we take care of your healthy life</h3>
            <p>เนื่องจากในโลกปัจจุบันมีอัตราของผู้ป่วยอัมพาตและผู้สูงอายุที่ต้องนอนติดเตียงมากขึ้นเรื่อยๆโดยการนอนติดเตียงนั้น
สามารถส่งผลทำให้มีอาการเจ็บป่วยตามมาในรูปแบบต่างๆเช่น แผลกดทับ เป็นต้น จึงเป็นปัญหาทำให้อาการของผู้ป่วยนั้นแย่ลงผู้ทำโครงงานจึงได้
เห็นถึงปัญหาจึงคิดวิธีพัฒนาที่นอนที่ทำให้ผู้ป่วยที่ต้องนอนเตียงเป็นเวลานานมีการขยับตัวเพื่อลดอาการแผลกดทับด้วยการทำให้ที่นอนมีการเอียงและยัง
ทำให้ผู้ดูแลผู้ป่วยนั้นสามารถพักผ่อนได้อีกด้วยเนื่องจากสามารถควบคุมผ่านโทรศัพท์ได้อีกด้วยเพื่อความสะดวกและทั้งหมดของโครงงานนี้ยังถูกแบบมา
ให้ต้นทุนถูกกว่าการซื้อตามตลาดทั่วไปเพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าถึงราคาของที่นอนได้</p>

            <a href="#" class="btn"> จุดประสงค์และการทำงานภายในของที่นอน <span
class="fas fa-chevron-right"></span> </a>
        </div>

    </div>

</section>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้