

เครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

AUTOMATIC BICYCLE WASHING MACHINE

นายบรูซวิช	เจริญถิ่นพาน
นายสุภณัฐ	มุกดา
นายสุรศักดิ์	พัฒนรัตน์เจริญ

ประดิษฐ์ขึ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

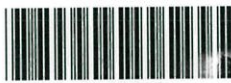
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

AUTOMATIC BICYCLE WASHING MACHINE

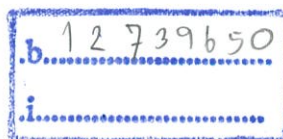


T140808

นายบุลวัชร	เจริญยืนนาน
นายศุภฤกษ์	มุกดา
นายสุรศักดิ์	พัฒนรัตน์เจริญ

zfn
2/658ค

เลขหมู่ 2557
เลขทะเบียน 140808
วัน,เดือน,ปี 23 ก.พ. 2559



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

AUTOMATIC BICYCLE WASHING MACHINE

BURAWAT CHAROENYUENNAN
SUPALERK MOOKDA
SURASAK PATTANARATCHAROEN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2014

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

AUTOMATIC BICYCLE WASHING MACHINE

ผู้จัดทำ

1. นาย บุลวัชร เจริญยืนนาน รหัสประจำตัว 54010738
2. นาย ศุภฤกษ์ มุกดา รหัสประจำตัว 54011294
3. นาย สุรศักดิ์ พัฒนรัตน์เจริญ รหัสประจำตัว 54011430



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.เอกพจน์ ตันตราภิวณิชย์)

เครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

นายบุลวัชร	เจริญยืนนาน	54010738
นายศุภฤกษ์	มุกดา	54011294
นายสุรศักดิ์	พัฒนรัตน์เจริญ	54011430
ดร.เอกพจน์	ตันตราภิวัดน์	อาจารย์ที่ปรึกษา ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติซึ่งทำงานภายใต้การควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงที่ส่งกำลังไปขับเคลื่อนรางหัวฉีดและควบคุมการทำงานของปั๊มแรงดันสูงที่ส่งน้ำไปยังหัวฉีดสเปรย์เพื่อทำความสะอาดจักรยาน จากการสำรวจขนาดของจักรยานชนิดต่างๆทำให้สามารถออกแบบขนาดโครงสร้างที่เหมาะสมคือ กว้าง 0.96 เมตร ยาว 1.91 เมตรและสูง 1.80 เมตรโดยมีลูมิเนียมโปรไฟล์เป็นโครงสร้างหลัก จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างด้วยโปรแกรมทางด้านวิศวกรรม เมื่อเสร็จสิ้นการออกแบบและสร้างเรียบร้อยแล้วจึงทดสอบการทำงานของเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติด้วยเงื่อนไขต่างๆ ผลการทดสอบพบว่า รูปแบบการจัดเรียงหัวฉีดที่ดีที่สุดสามารถจัดคราบโคลนเหนียวได้ถึง 89% ส่วนกรณีคราบฝุ่นนั้นเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติสามารถจัดได้ทั้งหมด

AUTOMATIC BICYCLE WASHING MACHINE

Burawat	Charoenyuennan	54010738
Supalerk	Mookda	54011294
Surasak	Pattana-ratcharoen	54011430
Dr. Akapot	Tantrapiwat	Advisor
		Year 2014

ABSTRACT

The objective of this project is to invent an automatic bicycle washing machine, using PIC micro-controller to control the DC motor in order to drive nozzles which supply high pressure water from a DC pump and spray high pressure water to the bicycle. According to all common bicycle that were surveyed the most suitable size for cleaning chamber should be 0.96 x 1.91 x 1.80 meters and made of Aluminum Profile for corrosion resistant purpose. The structure was designed using CAD and its strength was analyzed using computer aided engineering program. The result of machine testing indicates that the best injection platform can clean 89% of mud and 100% of dust.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับคำแนะนำ ความช่วยเหลือ และการเอาใจใส่เป็นอย่างมากจากบุคลากรในทุกภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พี่พงพันธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา อีกทั้งยังให้คำแนะนำ ระหว่างการดำเนินงาน

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลที่เอื้อเพื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ และขอขอบคุณ พี่เจริญ พี่ปี คุณอภิณัฐ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ทางกลุ่มผู้จัดทำโครงการรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่าน จึงขอขอบพระคุณอย่างสูง ณ โอกาสนี้

เหนือสิ่งอื่นใด ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้จัดทำมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา จนทำให้พวกเราในวันนี้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณอันหาที่เปรียบมิได้ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายบุลวัชร	เจริญยืนนาน
นายศุภฤกษ์	มุกดา
นายสุรศักดิ์	พัฒนรัตน์เจริญ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	1
1.4 วรรณกรรมปริทัศน์	1
1.4.1 เครื่องล้าจกรยานสร้างโดยบริษัท GWD	2
1.4.2 เครื่องล้าจกรยานสร้างโดยบริษัท Q BIKE	2
1.4.3 สรุป	3
บทที่ 2 การหลักการออกแบบเครื่องล้าจกรยานอัตโนมัติ	5
2.1 ขั้นตอนและเงื่อนไขในการออกแบบ	5
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.2.1 ระบบส่งกำลัง	6
2.2.2 การเลือกปั้ม	6
2.2.3 วงจรและโปรแกรมควบคุม	6
2.3 หลักการเลือกอุปกรณ์	7
2.3.1 หลักการเลือกแหล่งจ่ายไฟ	7
2.3.2 หลักการเลือกมอเตอร์	8
2.3.3 หลักการเลือกปั้ม	8
2.3.4 หลักการเลือกวัสดุสำหรับโครงสร้าง	8
2.3.5 หลักการเลือกวงจรควบคุม	8
2.4 ส่วนประกอบของเครื่องล้าจกรยานอัตโนมัติ	8
2.5 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องล้าจกรยานอัตโนมัติ	11
บทที่ 3 การจำลองการทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่อง	12
3.1 การจำลองการทดลองด้วยโปรแกรม SolidWorks	12
3.2 เงื่อนไขในการใช้จำลองการทดลอง	12
3.2.1 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้งาน	12
3.2.2 การกำหนดค่าต่างๆในการจำลองการทดลอง	12

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3 ผลการจำลองการทดลอง	13
3.3.1 ความเค้น (Stress)	13
3.3.2 ความเครียด (Strain)	13
3.3.3 Displacement	13
3.3.4 Safety Factor	13
บทที่ 4 ทฤษฎีการคำนวณ	16
4.1 การทำงานของระบบขับเคลื่อนแผงหัวฉีด	16
4.1.1 การคำนวณความเร็วรอบของแผงหัวฉีด	16
4.1.2 การคำนวณหาแรงดึงในโซ่	17
4.1.3 การคำนวณจำนวนข้อโซ่เพื่อใช้ในการส่งกำลัง	19
4.1.4 การคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลาที่ใช้	19
4.2 การคำนวณหาขนาดของปั๊มในระบบ	22
บทที่ 5 ทดสอบการใช้งาน	24
5.1 รูปแบบการจัดเรียงหัวฉีด	24
5.2 รูปแบบการฉีดน้ำ	24
5.3 การจำลองสถานการณ์ในการล้าง	25
5.3.1 กรณีเลอะโคลนอย่างหนัก	25
5.3.2 กรณีเลอะฝุ่นตามธรรมชาติ	25
5.4. ผลการทดลอง	27
5.4.1 แบ่งตามรูปแบบการจัดเรียงหัวฉีด	27
5.5 รูปแบบการฉีดน้ำและสถานการณ์จำลอง	28
5.6 สรุปผลการทดสอบ	30
บทที่ 6 สรุป	31
6.1 สรุปผลการสร้างเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ	31
6.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง	31
6.3 แนวทางในการพัฒนา	31
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	
ภาคผนวก ข	
ภาคผนวก ค	
ภาคผนวก ง	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 เปรียบเทียบข้อมูลของเครื่องล้างจักรยานระหว่าง Q BIKE และ GWD	4
2.1 แสดงขนาดของข้อมูลในหน่วยต่าง ๆ	6
2.2 แสดงจำนวนตัวเลข ของเลขฐานแต่ละฐาน	7
2.3 บัญชีแสดงปริมาณวัสดุ	10
3.1 ค่าคุณสมบัติของ Aluminum 6063-T6	12
5.1 แสดงน้ำหนักที่เหลือของดินจากกรณีเลอะโคลนอย่างหนัก	27

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงเครื่องล้างจักรยานที่ใช้การยึดล้อแล้วยกจักรยานเข้าเครื่องแบบอัตโนมัติ	2
1.2 แสดงกลไกการทำงานของหัวฉีด ของเครื่องทำความสะอาดจักรยาน GWD	2
1.3 แสดงการนำจักรยานเข้าเครื่องโดยผู้ใช้เป็นผู้ยก	3
1.4 แสดงกลไกการทำงานของหัวฉีด ของเครื่องล้างจักรยาน Q BIKE	3
2.1 ขั้นตอนการทำงาน	5
2.2 ภาพของเครื่องจักรยานอัตโนมัติที่ออกแบบไว้	9
2.3 ภาพของเครื่องจักรยานอัตโนมัติที่สร้างเสร็จแล้ว	9
2.4 แสดงสถานะของไฟขณะที่เครื่องทำงาน	11
3.1 เงื่อนไขการจำลองการทดลอง	13
3.2 แสดงแนวโน้มค่าความเค้นของโครงสร้าง	14
3.3 แสดงแนวโน้มค่าความเครียดของโครงสร้าง	14
3.4 แสดงค่า Displacement ของโครงสร้าง	15
3.5 แสดงค่า Safety Factor ของโครงสร้าง	15
4.1 แสดงการส่งกำลังระหว่างมอเตอร์กับเพลลา	16
5.1 รูปแบบการจัดเรียงหัวฉีดทั้งสอง	24
5.2 ฉีดเป็นฝอยมาก	24
5.3 ฉีดเป็นฝอยปานกลาง	25
5.4 ฉีดเป็นลำน้ำ	25
5.5 ดินโคลน 100 กรัมสำหรับพอก	26
5.6 กรณีเลอะโคลนอย่างหนัก	26
5.7 กรณีเลอะฝุ่นตามธรรมชาติ	26
5.8 ผลการล้างโคลนด้วยหัวฉีดแบบปลาย 45 องศา	27
5.9 ผลการล้างโคลนด้วยหัวฉีดแบบปลาย 90 องศา	27
5.10 ผลการล้างโคลนด้วยการฉีดแบบฝอยมาก	28
5.11 ผลการล้างโคลนด้วยการฉีดแบบฝอยปานกลาง	28
5.12 ผลการล้างโคลนด้วยการฉีดแบบลำน้ำ	28
5.13 ผลการล้างฝุ่นด้วยการฉีดแบบลำน้ำ	29
5.14 ผลการล้างฝุ่นด้วยการฉีดแบบฝอยปานกลาง	29
5.15 ผลการล้างฝุ่นด้วยการฉีดแบบลำน้ำ	29

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการทำความสะอาดจักรยานยังคงเป็นเรื่องยุ่งยาก ประกอบกับมีผู้ใช้จักรยานเพิ่มมากขึ้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงเป็นการออกแบบและสร้างเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้จักรยานโดยใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่าที่มีในท้องตลาด เครื่องล้างจักรยานส่วนใหญ่แล้วมักจะต้องติดตั้งอยู่กับที่ตามร้านขายจักรยานไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ไม่สามารถเข้าถึงสถานที่ที่รวมตัวนักปั่นได้เท่าที่ควร จึงเกิดเป็นแนวคิดที่ว่า การออกแบบเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติในโครงการนี้จะต้องง่ายต่อการเคลื่อนย้าย เพื่อสามารถเข้าถึงจุดที่นักปั่นรวมตัวกันอยู่ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษากลไกการทำงานเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติในหลาย ๆ รูปแบบ
- 1.2.2 ออกแบบโดยใช้ข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาเครื่องล้างจักรยานในแต่ละรูปแบบเพื่อนำมาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น
- 1.2.3 ทำการสร้างเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติตามแบบที่ได้ทำการออกแบบไว้
- 1.2.4 ทดสอบการทำงานเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1.3.1 ค้นคว้าหาข้อมูลของการล้างจักรยานทั้งในและนอกประเทศ
- 1.3.2 กำหนดเงื่อนไขในการออกแบบเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ
- 1.3.3 ออกแบบเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ
- 1.3.4 ทำการสร้างเครื่องตามที่ได้ออกแบบไว้
- 1.3.5 ทำการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

1.4 วรรณกรรมปริทัศน์

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องล้างจักรยานที่เคยมีมาพบว่ามีเครื่องล้างจักรยานที่ถูกสร้างขึ้นมาหลายแบบแต่ที่สามารถเป็นที่รู้จักในวงการจักรยานคือเครื่องล้างจักรยานของบริษัท GWD และของบริษัท Q BIKE โดยเครื่องล้างจักรยานของทั้งสองบริษัทมีลักษณะกระบวนการในการล้างจักรยานที่คล้ายกันคือการใช้น้ำแรงดันสูงฉีดเข้าหาตัวจักรยานโดยตรงเพื่อขจัดคราบออกจากจักรยานแต่มีระบบการทำงานต่างกันดังนี้

1.4.1 เครื่องล้างจักรยานสร้างโดยบริษัท GWD

เครื่องล้างจักรยานสร้างโดยบริษัท GWD ใช้ระบบกลไกในการยึดล้อจักรยานให้แน่นจากนั้นเครื่องจะยกจักรยานเข้าไปในห้องทำความสะอาด ดังรูปที่ 1.1

ในส่วนของระบบการทำความสะอาดจะใช้กลไกในการเคลื่อนแผงหัวฉีด ขึ้นลงในแนวตั้งและเคลื่อนที่แนวราบเพื่อทำความสะอาดรอบตัวจักรยานควบคู่ไปกับการฉีดน้ำแรงดันสูง ดังรูปที่ 1.2 วิธีนี้จะไม่สามารถทำความสะอาดจักรในบริเวณล้อได้เนื่องจากใช้ในการยึดตัวจักรยานให้ในอยู่ในแนวตั้งทำให้ส่วนที่ยึดนั้นไม่ได้รับการทำความสะอาดอีกทั้งยังจำเป็นต้องมีขนาดตัวเครื่องค่อนข้างสูง



รูปที่ 1.1 แสดงเครื่องล้างจักรยานที่ใช้การยึดล้อแล้วยกจักรยานเข้าเครื่องแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 1.2 แสดงกลไกการทำงานของหัวฉีด ของเครื่องทำความสะอาดจักรยาน GWD

1.4.2 เครื่องล้างจักรยานสร้างโดยบริษัท Q BIKE

เครื่องล้างจักรยานสร้างโดยบริษัท Q BIKE ใช้วิธีการยกจักรยานเข้าไปแขวนในเครื่องดังรูปที่ 1.3 จากนั้นปิดประตูเครื่องแล้วกดสวิตซ์เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องซึ่งวิธีนี้จะใช้แรงคนในการยกจักรยานทำให้ไม่มีกลไกในการยกจักรยานจึงมีต้นทุนน้อยกว่าเครื่องล้างจักรยานของ GWD

ในส่วนของระบบการทำความสะอาด แผงหัวฉีดจะทำงานคล้ายที่ปิดน้ำฝรยยนต์ คือ แผงหัวฉีดจะมีการเคลื่อนที่ในแนวรัศมีของวงกลมกลับไปกลับมา ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.3 แสดงการนำจักรยานเข้าเครื่องโดยผู้ใช้งาน



รูปที่ 1.4 แสดงกลไกการทำงานของหัวฉีด ของเครื่องล้างจักรยาน Q BIKE

1.4.3 สรุป

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของเครื่องล้างจักรยานระหว่าง บริษัท GWD และ บริษัท Q BIKE ตามตารางที่ 1.1 พบว่าเครื่องล้างจักรยานของแต่ละบริษัทมีข้อดีข้อแตกต่างกันออกไปเช่น เครื่องล้างจักรยานของ GWD จะมีแรงดันของน้ำที่หัวฉีดมากกว่าทำให้ทำความสะอาดได้ดีกว่าและยังมีกลไกในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องยกจักรยานเองแต่กลับมีน้ำหนักและขนาดที่มากกว่าของบริษัท Q BIKE แต่ในทางกลับกันเครื่องล้างจักรยานของบริษัท Q BIKE ถึงแม้จะมีประสิทธิภาพดีต่อยกกว่าเครื่องล้างจักรยานของ GWD แต่กลับมีน้ำหนักและขนาดของเครื่องที่น้อยกว่าทำให้เคลื่อนย้ายได้สะดวกมากกว่า ซึ่งจากการศึกษาและเปรียบเทียบข้อมูลเหล่านี้จะนำมาพิจารณาเป็นเงื่อนไขในการออกแบบต่อไป

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบข้อมูลของเครื่องล้างจักรยานระหว่าง Q BIKE และ GWD

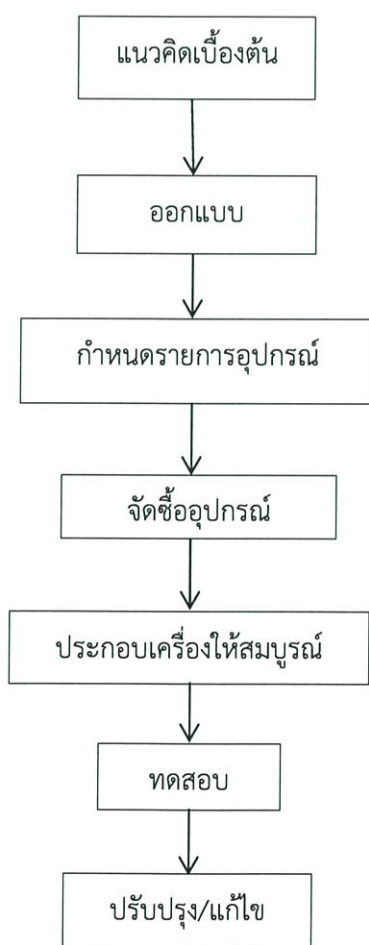
บริษัทที่ผลิต		Q BIKE	GWD
ขนาดของเครื่อง (กว้าง × ยาว × สูง)	(เมตร)	2.3×0.85×2.15	1.55×2.92×2.21
โครงสร้าง		เหล็กกล้าไร้สนิม	เหล็กกล้าไร้สนิม
น้ำหนักเครื่องเปล่า	(กิโลกรัม)	450	790
แรงดันน้ำของน้ำที่หัวฉีด	(bar)	2-4	20-90
เวลาในการทำความสะอาด	(นาที)	5	5
ปริมาณน้ำที่ใช้	(ลิตร)	80	200
แหล่งจ่ายไฟ		220V-50Hz	220V-50Hz

บทที่ 2

การหลักการออกแบบเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

2.1 ขั้นตอนและเงื่อนไขในการออกแบบ

การออกแบบเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัตินั้นมีข้อกำหนดที่ว่า ตัวเครื่องนั้นจะต้องสามารถนำไปใส่ท้ายรถกระบะเพื่อเคลื่อนย้ายไปใช้งานในที่ต่าง ๆ ได้ เช่น สวนสาธารณะ สนามกีฬา หรือตามมหาวิทยาลัย หลังจากได้แนวคิดเบื้องต้นมาแล้ว ทำการออกแบบตามหลักวิศวกรรม เมื่อได้ส่วนประกอบต่าง ๆ แล้วทำการเขียนแบบและทำการวิเคราะห์แบบด้วยโปรแกรม SolidWorks โดยได้ขนาดของเครื่องที่ $0.96 \times 1.91 \times 1.80$ เมตร โดยโครงสร้างมีวัสดุหลักเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์หน้าตัด 30x30 มิลลิเมตร ยึดติดกันด้วยชุดข้อต่อ ในระบบขับเคลื่อนใช้มอเตอร์กระแสตรง เฟืองโซ่ และโซ่ ในการขับเคลื่อนแผงหัวฉีดไปตามแนวเส้นรอบวง ส่วนระบบฉีดน้ำจะใช้ปั๊มไดอะแฟรมเพื่อขับน้ำที่ความดัน 2.8 บาร์ ผ่านหัวฉีดทั้ง 8 หัว เพื่อทำการชะล้างสิ่งสกปรกออกจากตัวจักรยาน โดยมีแผนการดำเนินงานแสดง ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการทำงาน

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ระบบส่งกำลัง

เงื่อนไขในการออกแบบระบบส่งกำลัง คือ ชิ้นส่วนที่ใช้ต้องสามารถส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการได้และสามารถทนแรงที่เกิดขึ้นจากการส่งกำลังได้โดยไม่ได้รับความเสียหาย จึงใช้ค่า yield strength ซึ่งบอกถึงค่าความเค้นวิกฤติก่อนวัสดุจะเสียรูปอย่างถาวร โดยจะนำมาประยุกต์ในการคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลา

2.2.2 การเลือกปั๊ม

Total Dynamic Head คือ ค่าเฮดสุทธิของระบบ ผลรวมของค่าเฮดสถิตยและเฮดสูญเสีย ใช้ในการหาแรงดันที่ต้องใช้ปั๊มเพื่อส่งน้ำจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

เฮดสถิต (Static Head) คือ ค่าความสูงระหว่างผิวน้ำของแหล่งจ่ายไปยังผิวน้ำของแหล่งปล่อย สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ เมเจอร์ลอส และ ไมเนอร์ลอส

เมเจอร์ลอส (Major Loss) คือ ค่าความสูญเสียพลังงานของของไหลในท่อที่เกิดจากความหยาบของผิวด้านในของท่อที่เทียบกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ สามารถหาค่าได้ด้วยสมการของ Hazen Williams หรือ สมการของ Darcy Weisbach

ไมเนอร์ลอส (Minor Loss) คือ ค่าความสูญเสียพลังงานของของไหลที่เกิดขึ้นจากความเร็วและอุปกรณ์ที่ของไหลไหลผ่านในระบบ

ในการคำนวณหาปั๊มน้ำที่จะมาใช้กับระบบนั้น ต้องทำการหาค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อมาประกอบกับอัตราการไหลของระบบแล้วทำการเลือกขนาดปั๊มที่มีค่ามากกว่า

2.2.3 วงจรและโปรแกรมควบคุม

บิต (bit) ย่อมาจาก “Binary Digital” เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของข้อมูล ซึ่งจะมี 2 ค่า คือ 0 หรือ 1 เท่านั้นโดยสามารถเรียงตามขนาดของหน่วยพื้นฐานได้ดังตารางที่ 2.1

ไบต์ (Byte) ย่อมาจาก “Binary Digit Eight” เป็นหน่วยนับของข้อมูลที่ใหญ่ขึ้นจากบิต ที่เกิดขึ้นจากการรวมบิตหลายๆ บิตเข้าด้วยกันกลายเป็นกลุ่มของข้อมูล ซึ่ง 1 ไบต์ จะมีค่าเท่ากับ 8 บิต ซึ่งมีค่าได้ตั้งแต่ 0-255

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดของข้อมูล ในหน่วยต่าง ๆ

1 Byte	8 bit
1 Kbyte	1024 byte
1 Mbyte	1024 Kbyte
1 Gbyte	1024 Mbyte
1 Tbyte	1024 Gbyte

เลขฐาน หมายถึง กลุ่มข้อมูลที่มีจำนวนหลัก ตามชื่อของเลขฐานนั้นๆ ตัวอย่างเช่น เลขฐานสอง(0-1) เลขฐานแปด(0-7),เลขฐานสิบ(0-9) และเลขฐานสิบหก ดังแสดงในตาราง 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงจำนวนตัวเลข ของเลขฐานแต่ละฐาน

เลขฐาน	จำนวนตัวเลขในแต่ละฐาน															
2	0	1														
8	0	1	2	3	4	5	6	7								
10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
16	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

เลขฐานสอง เป็นเลขฐานเดียวที่เข้าได้กับ Hardware ของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง ประโยชน์ของเลขฐานสอง คือ ใช้บอกสถานการณ์ทำงาน เช่น High:1 ทำงาน , Low:0 ไม่ทำงาน ใช้บอกเงื่อนไขในการตัดสินใจเช่น Yes:1 หรือ No:0

เลขฐานแปด เป็นเลขฐานแปดนี้สร้างขึ้นจากเลขฐานสอง โดยจัดกลุ่มเลขฐานสองออกเป็นกลุ่มละสามตัว (เริ่มจากขวา) ตัวอย่างเช่น เลขฐานสองที่แทนเลข 74 ในฐานสิบ คือ 1001010 เมื่อจัดเป็นกลุ่มละสาม จากขวาไปทางซ้าย ก็จะได้ 1 001 010 เลขฐานแปด คือ 112 (1 ฐานสองตัวแรก เท่ากับ 1 ฐานแปด, 001 ฐานสอง เท่ากับ 1 ฐานแปด และ 010 ฐานสอง เท่ากับ 2 ฐานแปด)

เลขฐานสิบหก นิยมใช้ในการเข้ารหัส (encode)คำสั่งควบคุมเครื่อง (control code) ที่อยู่ในระบบเลขฐานสอง (binary) ที่มีจำนวนคำสั่งยาวมากๆ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในตระกูล PIC (Peripheral Interface Controller) เป็นของบริษัท ไมโครชิฟ เทคโนโลยี ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายเบอร์ แต่ละเบอร์ก็มีความสามารถที่แตกต่างกันออกไป ตัวอย่างจำนวนบิต , ความเร็ว เป็นต้น โดยส่วนใหญ่จะมีหน่วยความจำเป็นแบบแฟลช ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มการทำงานแบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer)

ไซเคิลการทำงานใน 1 คำสั่ง แบ่งเป็น 2 ไซเคิล คือ การดึงเอาคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมมายังหน่วยประมวลผลเรียกว่า “Fetch” และ การปฏิบัติตามคำสั่งนั้น ๆ เรียกว่า “Executed” คำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะมีลักษณะการส่งคำสั่งเป็นแบบ pipeline ซึ่งหมายถึง เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ กำลัง Executed คำสั่งหนึ่ง ก็จะทำการ Fetch คำสั่งถัดไปทันที

2.3 หลักการเลือกอุปกรณ์

2.3.1 หลักการเลือกแหล่งจ่ายไฟ

เพื่อให้เครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติสามารถเคลื่อนย้ายไปใช้งานได้หลายๆสถานที่ จึงจำเป็นต้องเลือกใช้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงเพื่อรองรับการใช้งานกับแบตเตอรี่ได้ในอนาคต โดยในปัจจุบันจะเลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เป็นกระแสตรง 12 โวลต์ 30 แอมแปร์

2.3.2 หลักการเลือกมอเตอร์

ในการเลือกมอเตอร์ จำเป็นต้องเลือกใช้มอเตอร์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เนื่องจากการจ่ายไฟของแหล่งจ่ายในระบบเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ และต้องใช้มอเตอร์ที่มีขนาดเล็กเพื่อให้สามารถติดตั้งภายในห้องขับเคลื่อนที่มีพื้นที่จำกัดได้ จึงทำการเลือกใช้มอเตอร์กระแสตรง ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

2.3.3 หลักการเลือกปั๊ม

จากการคำนวณพบว่าในกระบวนการทำความสะอาดจำเป็นต้องใช้อัตราการไหลของน้ำที่ 15 ลิตรต่อนาที และต้องทำการคำนวณค่าแรงดันน้ำของระบบ เมื่อได้ทั้งสองตัวแปรมาแล้ว จึงทำการหาปั๊มที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ ที่มีอัตราการไหลมากกว่า 15 ลิตรต่อนาทีและแรงดันน้ำของระบบเพื่อที่จะทำให้หัวฉีดสเปรย์ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ

2.3.4 หลักการเลือกวัสดุสำหรับโครงสร้าง

เนื่องจากการทำงานของเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติจะมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องกับ โครงสร้างของเครื่อง จึงจำเป็นต้องใช้วัสดุที่ไม่เป็นสนิม มีน้ำหนักเบาเพื่อป้องกันการเคลื่อนย้าย และสามารถประกอบเป็นโครงสร้างได้ง่ายโดยไม่ต้องเชื่อม

2.3.5 หลักการเลือกวงจรควบคุม

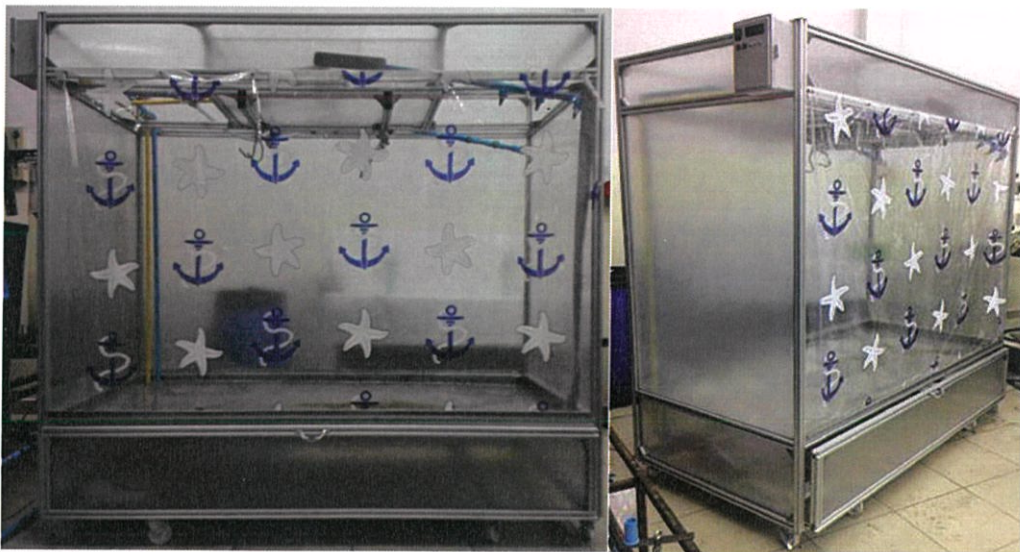
ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้สั่งการวงจรที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน จึงเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ที่มีหน่วยความจำ แฟลช คอนข้างสูง สูง และมีพอร์ตรับข้อมูลเข้า และส่งข้อมูลออกที่เพียงพอต่อการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จึงเลือก PIC16F887 เพราะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ในระบบ 8 บิต ซึ่งมีความซับซ้อนไม่มากในการเขียนโปรแกรม มีฟังก์ชันการทำงานที่เพียงพอสำหรับใช้ในการควบคุมบอร์ดขับเคลื่อนมอเตอร์ กระแสตรง บอร์ดรีเลย์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของปั๊ม กระแสตรง และยังมีราคาถูกที่สุดในกลุ่ม PIC16 พร้อมทั้งหาซื้อได้ง่ายในร้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป

2.4 ส่วนประกอบของเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

หลังจากการผ่านขั้นตอนออกแบบแล้ว ทำการเขียนแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks จะมีชิ้นส่วนต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เครื่องมีขนาด $0.96 \times 1.92 \times 1.80$ เมตร. โดยแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นล่างสุดเป็นส่วนหนึ่งของระบบน้ำ ชั้นกลางจะเป็นส่วนของการปฏิบัติการ และชั้นบนสุดจะเป็นส่วนหนึ่งของระบบขับเคลื่อนซึ่งเมื่อประกอบเสร็จจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.3 โดยมีจำนวนวัสดุที่ใช้ในการประกอบเครื่องแสดงดังตาราง 2.3



รูปที่ 2.2 ภาพของเครื่องจักรยานอัตโนมัติที่ออกแบบไว้



รูปที่ 2.3 ภาพของเครื่องจักรยานอัตโนมัติที่สร้างเสร็จแล้ว

ตารางที่ 2.3 บัญชีแสดงปริมาณวัสดุ

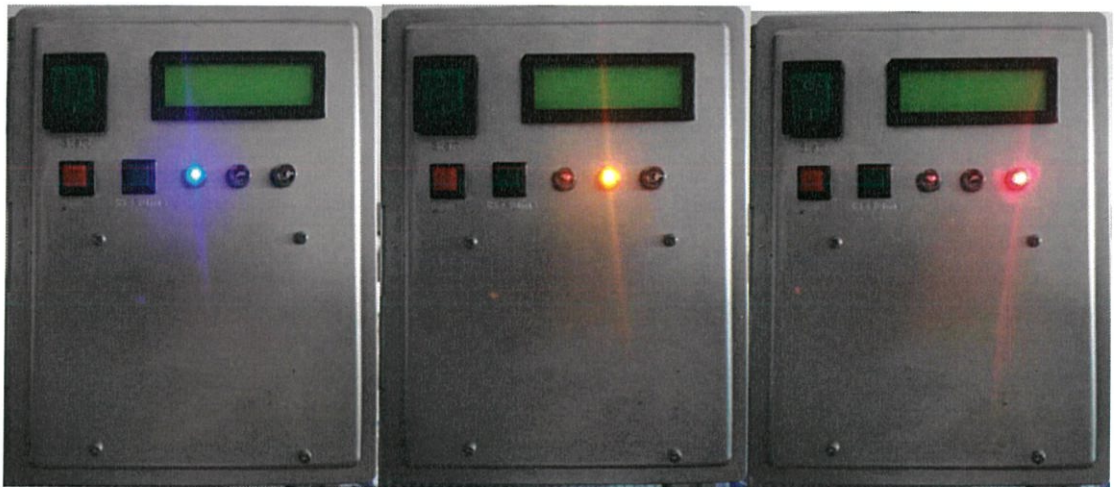
หมวด	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา/หน่วย	รวม
โครงสร้าง	น็อต	208	ชิ้น	3	624
	bracket	104	ชิ้น	16	1664
	แหวนรอง	208	ชิ้น	0.25	52
	T-nut	208	ชิ้น	13	2704
	Free-nut	36	ชิ้น	8	288
	polycarbonate	1	แผ่น	3600	3600
	AL profile	60	เมตร	150	9000
	รวม				17,932
ระบบขับ	แปรง ชนิดตักดา	2	ตัว	80	160
	เพลากลวง	1	เมตร	120	120
	เพลาดัน	1	เมตร	120	120
	น็อตตัวหนอน	4	ชิ้น	3	12
	ชุดเฟืองและโซ่	1	ชุด	700	700
	มอเตอร์	1	ตัว	500	500
	รวม				1,612
ระบบปั๊ม	ปั๊มกระแสนตรง	1	ตัว	2250	2300
	เพาเวอร์ซัพพลาย	1	เครื่อง	1300	1300
	ท่อ PVC	1	ล๊อต	500	500
	สายไฟ	30	เมตร	10	300
	ข้อทองเหลือง	8	ชิ้น	38	304
	หัวฉีด	10	หัว	80	800
	ซิลิโคน	2	หลอด	80	160
	รวม				5,664
Microcontroller	PIC	2	ตัว	80	160
	LCD	1	ตัว	250	250
	other	1	ล๊อต	1000	1000
	รวม				1,410
ราคารวม				26,618	

2.5 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากเปิดประตูเครื่องแล้วดึงถาดแขวนออกมาจากเครื่อง นำจักรยานมาแขวน โดยเริ่มแขวนด้านหน้า ด้านหลัง(บริเวณเบาะนั่ง) ผลักถาดแขวนเข้าไปในเครื่องให้สนิทและปิดประตูเครื่อง เมื่อปิดประตูเสร็จแล้วทำการกดปุ่มเริ่มต้นทำงาน รอจนกระบวนการทำงานเสร็จสิ้น จากนั้นเปิดประตู ดึงถาดแขวนออกมาจากเครื่อง ปลดจักรยานออกจากถาดแขวน โดยเริ่มปลดจากด้านหลัง ปลดด้านหน้า จากนั้นผลักถาดแขวนเข้าไปในเครื่องและปิดประตูให้เรียบร้อย เมื่อปิดประตูเสร็จแล้ว จึงนำจักรยานที่ล้างเสร็จแล้วไปทำการเช็ดให้แห้งต่อไป

หมายเหตุ

ถ้าเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติมีการทำงานผิดปกติ ให้กดปุ่ม Stop(ปุ่มสีแดง) เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องจะสังเกตเห็นว่าไฟสีเขียวจะสว่างขึ้น ซึ่งสามารถเข้าไปทำการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ของเครื่องได้ และเมื่อต้องการให้เครื่องทำงานต่อให้กดปุ่ม Resume (ปุ่มสีเขียว) เครื่องจะสามารถทำงานต่อจนเสร็จสมบูรณ์โดยมีตัวอย่างดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงสถานะของไฟขณะที่เครื่องทำงาน

- ไฟสีฟ้าสว่าง - เครื่องทำงานปกติ
- ไฟสีเขียวสว่าง - เมื่อกด Stop switch(ปุ่มสีแดง) เครื่องจะหยุดการทำงาน และเมื่อกดปุ่ม Resume (ปุ่มสีเขียว) เครื่องจะทำงานปกติ ไฟสีฟ้าจะสว่างตามเดิม
- ไฟสีแดงสว่าง - จบขั้นตอนการทำงาน

บทที่ 3

การจำลองการทดลองความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่อง

3.1 การจำลองการทดลองด้วยโปรแกรม SolidWorks

ในโครงการนี้จะใช้โปรแกรม SolidWorks ทำการหาผลลัพธ์ของโหนดที่กระทำต่อโครงสร้างของเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ เพื่อพิจารณาว่าโครงสร้างที่ออกแบบไว้สามารถรองรับการทำงานได้หรือไม่ โดยจะพิจารณาจากค่าความเค้น, ความเครียด, displacement, และค่าความปลอดภัย

3.2 เงื่อนไขในการใช้จำลองการทดลอง

ในการจำลองการทดลองจะทำการกำหนดค่าต่างๆที่สถานะที่เครื่องทำงานอยู่ โดยจะมีน้ำหนักของโครงสร้าง น้ำหนักของจักรยาน น้ำหนักของอุปกรณ์ต่างๆ โดยทำการเขียนแบบโครงสร้างขึ้นมา

3.2.1 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้งาน

ในการเลือกวัสดุมาทำการจำลองการทดลองนั้น จะใช้เป็น Aluminum เกรด 6063-T6 ซึ่งเป็นเกรดเดียวกับ Aluminum Profile ที่สามารถหาได้ตามท้องตลาด โดยมีคุณสมบัติต่างๆตามตารางที่ 3.1

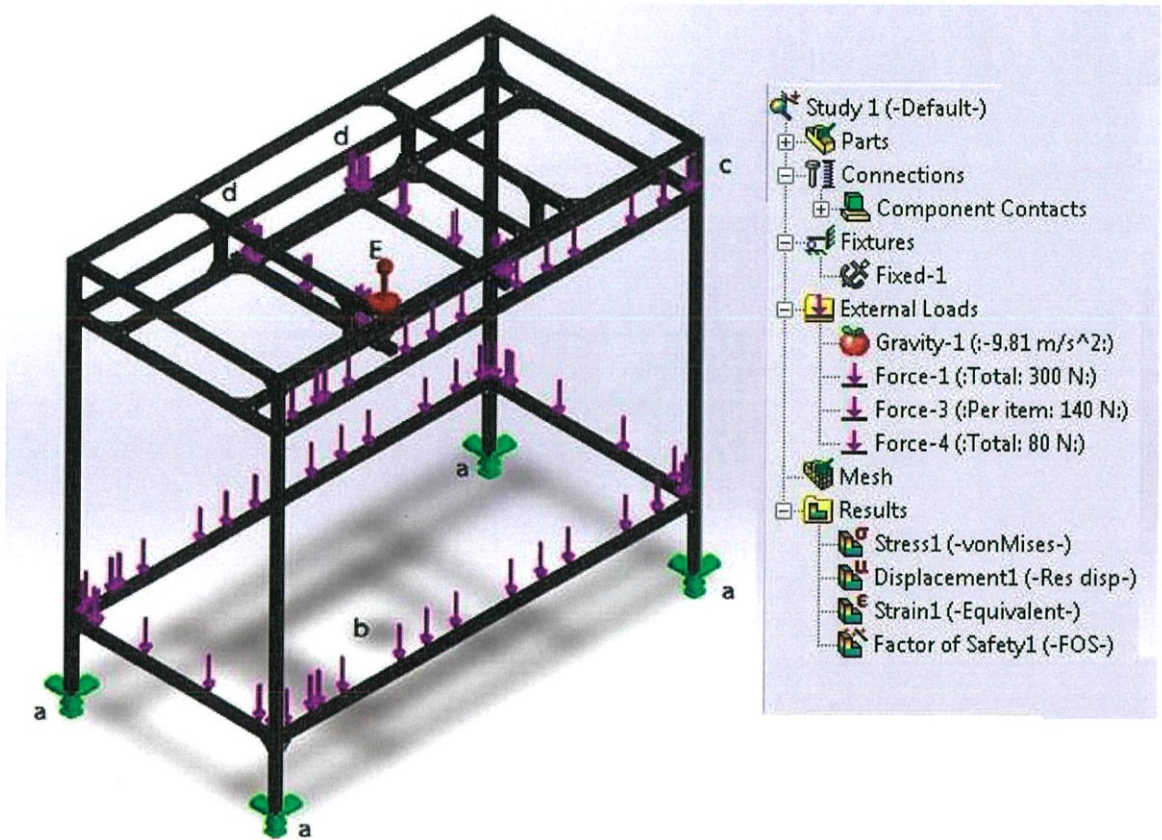
ตารางที่ 3.1 ค่าคุณสมบัติของ Aluminum 6063-T6

Mechanical properties	Value
Elastic Modulus	69 GPa
Poisson's ratio	0.33
Shear Modulus	25.8 GPa
Density	2700 kg/m ³
Ultimate Tensile Strength	240 MPa
Yield Strength	215 MPa

3.2.2 การกำหนดค่าต่างๆในการจำลองการทดลอง

จากรูปที่ 3.1 หลังจากเขียนแบบโครงสร้างของเครื่องขึ้นมาแล้ว

- จุด a ทั้ง 4 จุด ยึดโครงสร้างของเครื่องล้างจักรยานกับพื้น
- จุด b จะเป็นแรงขนาด 80 N เป็นตัวแทนน้ำหนักของถาดรองน้ำที่กระทำต่อโครงสร้าง
- จุด c จะเป็นแรงขนาด 140 N เป็นตัวแทนน้ำหนักของประตูที่กระทำต่อคานด้านหน้า
- จุด d เป็นแรงขนาด 300 N ซึ่งเป็นตัวแทนของน้ำหนักของอุปกรณ์ต่างๆและจักรยานที่แขวนภายในเครื่อง
- จุด E คือตัวแทนของทิศทางแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อโครงสร้าง



รูปที่ 3.1 เงื่อนไขการจำลองการทดลอง

3.3 ผลการจำลองการทดลอง

ผลที่ได้จากการจำลองการทดลองโครงสร้างของเครื่องพบว่า

3.3.1 ความเค้น (Stress)

ค่าความเค้นที่มากที่สุดมีค่าประมาณ 19 MPa เกิดที่บริเวณเครื่องมุดด้านบนของเครื่องซึ่งยังน้อยกว่าค่า Yield Strength ของวัสดุอลูมิเนียม 6063-T6 ที่มีค่าประมาณ 215 MPa อยู่มาก ดังรูปที่ 3.2

3.3.2 ความเครียด (Strain)

ค่าความเครียด ของโครงสร้างนั้นมีค่ามากที่สุดประมาณ 1.876×10^{-4} เกิดบริเวณคานตามแนวยาวด้านบนทั้ง 2 ของเครื่อง ดังรูปที่ 3.3

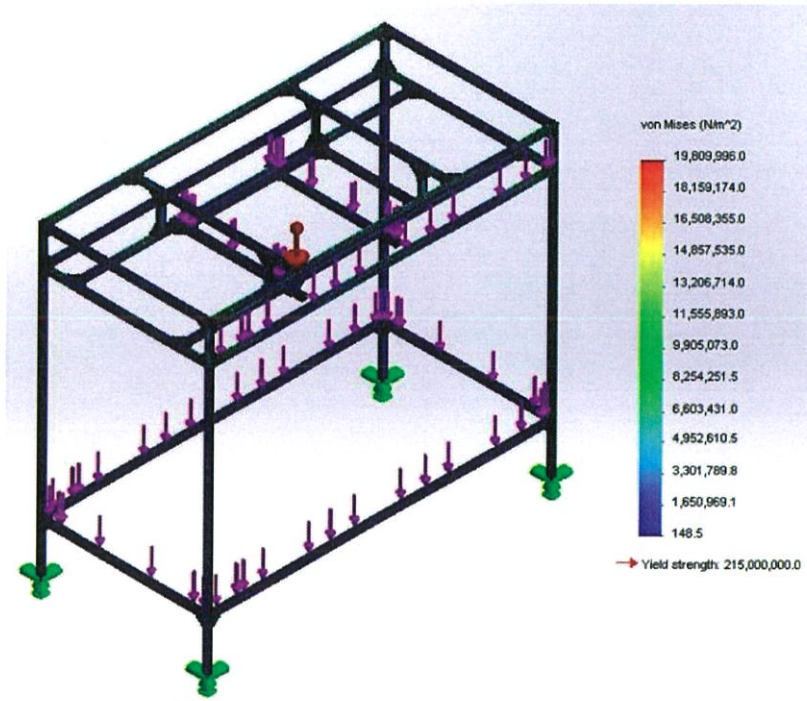
3.3.3 Displacement

ค่า Displacement ของโครงสร้างมีค่ามากที่สุดที่บริเวณกลางเครื่องด้านบนโดยมีค่า อยู่ที่ 1.22 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.4

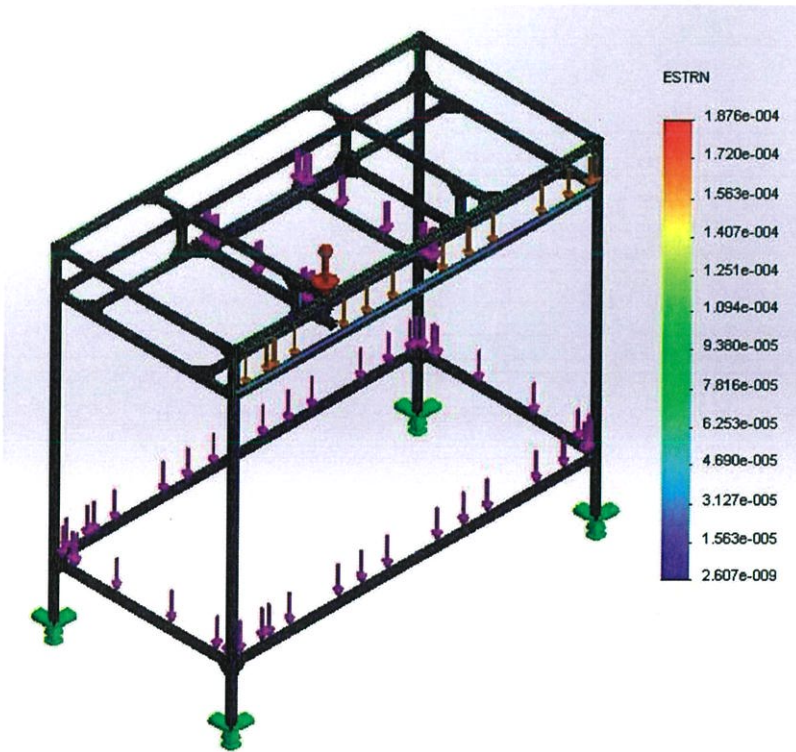
3.3.4 Safety Factor

ค่า Safety Factor ของโครงสร้างนั้นมีค่าประมาณ 10.18 ดังรูปที่ 3.5

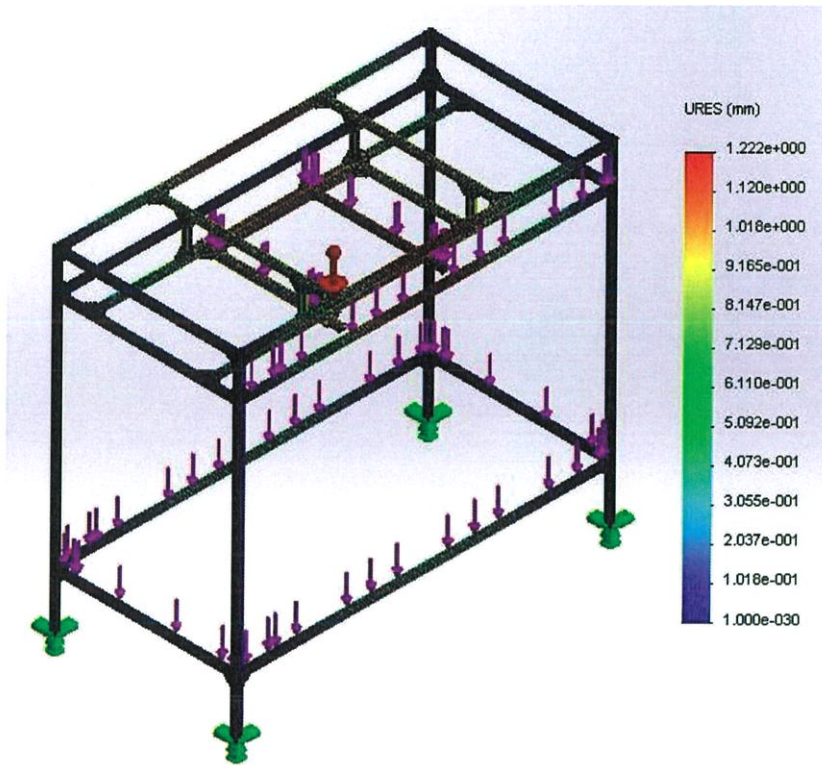
จากผลที่ได้จากการจำลองการทดลองโครงสร้างของเครื่องลำจักรยานอัตโนมัติทำให้ทราบว่า โครงสร้างของเครื่องสามารถรองรับการทำงานภายใต้เงื่อนไขที่วางไว้ได้ โดยมีค่าความปลอดภัยถึง 10.18



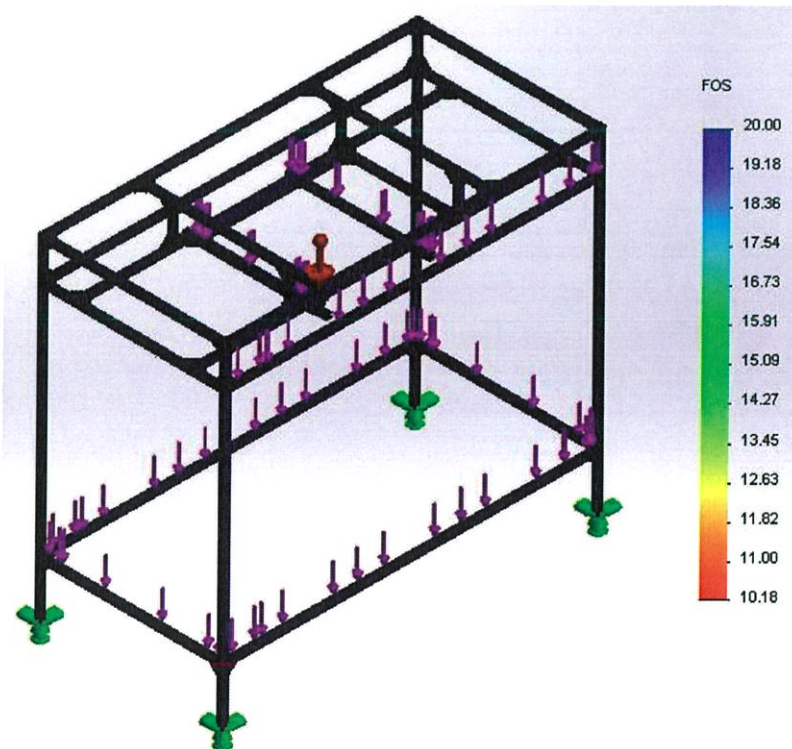
รูปที่ 3.2 แสดงแนวโน้มค่าความเค้นของโครงสร้าง



รูปที่ 3.3 แสดงแนวโน้มค่าความเครียดของโครงสร้าง



รูปที่ 3.4 แสดงค่า Displacement ของโครงสร้าง



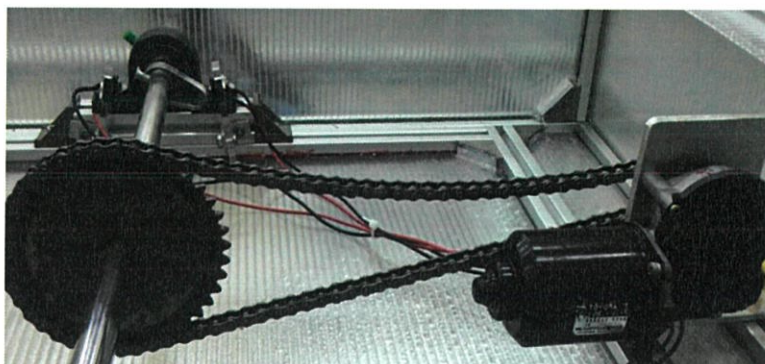
รูปที่ 3.5 แสดงค่า Safety Factor ของโครงสร้าง

บทที่ 4

ทฤษฎีการคำนวณและหลักการทำงานของเครื่อง

4.1 การทำงานของระบบขับเคลื่อนแผงหัวฉีด

ในกระบวนการทำความสะอาดจักรยานของเครื่องทำได้โดยใช้มอเตอร์ในการหมุนเพลลาที่ติดกับแผงหัวฉีดในแนวนอนเพื่อให้หัวฉีดสามารถฉีดน้ำทำความสะอาดจักรยานได้ทั่วทั้งคันดังรูปที่ 4.1 จึงต้องมีการส่งกำลังระหว่างมอเตอร์และเพลลาโดยมีการคำนวณความเร็วรอบ ความสามารถในการรับแรงดึงของโซ่ และเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลา ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงการส่งกำลังระหว่างมอเตอร์กับเพลลา

4.1.1 การคำนวณความเร็วรอบของแผงหัวฉีด

คำนวณหาความเร็วรอบของแผงหัวฉีดเมื่อรู้ ความเร็วของและจำนวนฟันของเฟืองโซ่ที่ใช้

จากสมการ Gear Ratio

$$\frac{\omega_a}{\omega_b} = \frac{N_b}{N_a} \quad (4.1)$$

เมื่อกำหนดให้

ω_a คือความเร็วรอบของเฟืองขับของมอเตอร์ (rpm)

ω_b คือความเร็วรอบของเฟืองตาม (rpm)

N_b คือจำนวนฟันของเฟืองตาม

N_a คือจำนวนฟันของเฟืองขับ

เลือกใช้มอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ 30 วัตต์ โดยความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ 35 รอบต่อนาที และเลือกเฟืองโซ่หลายเลข 35B ขนาด 10 ฟันเป็นเฟืองขับสำหรับมอเตอร์และขนาด 40 ฟันเป็นเฟืองตามสำหรับเพลลา

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แทนค่าในสมการ (4.1) จะได้

$$\frac{35}{\omega_b} = \frac{40}{10}$$

จะได้ $\omega_b = 7.2 \text{ rpm}$

จากผลลัพธ์ความเร็วรอบของเฟืองตามที 7.2 รอบต่อนาทีนั้นมีความเร็วมากกว่าที่ต้องการ จึงใช้ วงจร PIC ในการควบคุมกระแสไฟที่ไหลเข้ามอเตอร์เพื่อให้ได้ความเร็วรอบของมอเตอร์ตามต้องการที่ 15 รอบต่อนาที

แทนค่าใหม่ในสูตร (4.1)

$$\frac{15}{\omega_b} = \frac{40}{10}$$

$\omega_b = 3.75 \text{ rpm}$

จากผลลัพธ์ความเร็วรอบของเฟืองตามนั้นอยู่ที่ 3.75 รอบต่อนาที ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ

4.1.2 การคำนวณหาแรงดึงในโซ่

เนื่องจากเลือกใช้เฟืองโซ่หมายเลข 35B ไปแล้วทำให้ต้องเลือกโซ่ หมายเลข 35 ไปด้วย ในการเลือกโซ่หมายเลข 35B นั้นก่อนอื่นต้องคำนวณหาค่าแรงดึงภายในโซ่ที่เกิดขึ้นจริงเพื่อเปรียบเทียบกับแรงดึงภายในที่โซ่ขนาด 35B สามารถรับได้โดยมีการคำนวณดังนี้

$$F = F_t + F_{ct} \quad (4.2)$$

$$F_t = \frac{W_p}{v} \quad (4.3)$$

$$F_{ct} = wv^2 \quad (4.4)$$

$$V = \frac{pzn}{60} \quad (4.5)$$

$$N = \frac{F_{allow}}{F} \quad (4.6)$$

เมื่อกำหนดให้

- F คือ แรงดึงภายในโซ่ (N)
- F_t คือ แรงตามแนวแกน (N)
- F_{ct} คือ แรงสู่ศูนย์กลาง (N)
- V คือ ความเร็วเชิงเส้นของโซ่ (m/s)
- W_p คือ กำลังของมอเตอร์ (W)
- w คือ น้ำหนักของโซ่ต่อความยาวโซ่ (kg/m)
- p คือ ระยะพิตช์ของโซ่ (m)
- z คือ จำนวนฟันของเฟืองขับ
- n คือ ความเร็วรอบของเฟืองขับ (rps)
- N คือ ค่าความปลอดภัย safety factor

คำนวณหาความเร็วเชิงเส้นของโซ่ V โดยสมการ (4.5)
เมื่อแทนค่าลงในสมการจะได้

$$V = 9.525 \times 10^{-3} \times 10 \times 15 \times \frac{1}{60}$$

$$V = 0.024 \text{ m/s}$$

จะได้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของโซ่คือ 0.024 เมตรต่อวินาที
นำ $V = 0.024 \text{ m/s}$ มาแทนค่าเพื่อหา F_t
จะได้

$$F_t = \frac{30}{0.024}$$

$$F_t = 1.25 \text{ kN}$$

จากนั้นคำนวณหา แรงสู่ศูนย์กลาง

$$F_{ct} = 0.33 \times 0.024^2$$

$$F_{ct} = 1.9 \times 10^{-4} \text{ N}$$

จะเห็นได้ว่า มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับ F_t ดังนั้น จึงให้ $F_{ct} = 0$
จากนั้นนำแรงทั้งสองคือ F_t และ F_{ct} มารวมกันดังสมการ (4.2)
จะได้

$$F = 1.25 + 0 = 1.25 \text{ kN}$$

จากข้อมูลสินค้าโซ่ 35B สามารถทนแรงดึงได้ 2.16 กิโลนิวตันจึงสามารถคำนวณหาค่าความปลอดภัยจากภัยจากสมการ (4.6)

$$N = \frac{F_{allow}}{F} = \frac{2.16}{1.25} = 1.728$$

ผลลัพธ์ที่ได้คือหากใช้โซ่ 35B เป็นตัวส่งกำลังระหว่างเฟืองขับของมอเตอร์กับเฟืองตามของเพลลา
จะมีค่าความปลอดภัยอยู่ที่ 1.728 ซึ่งสามารถยอมรับได้

4.1.3 การคำนวณจำนวนข้อโซ่เพื่อใช้ในการส่งกำลัง

หลังจากเลือกโซ่หมายเลข 35B ในการส่งกำลังแล้วต่อไปจะเป็นการคำนวณหาจำนวนข้อโซ่ที่ใช้โดยจำนวนข้อโซ่ที่ใช้จะแปรผันตามระยะห่างระหว่างของเฟืองขับและเฟืองตามซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

จากสูตร

$$X = \frac{2C}{p} + \frac{Z+z}{2} + \left(\frac{Z-z}{2\pi}\right)^2 \frac{p}{C} \quad (4.7)$$

โดย

- p คือ ระยะพิตช์ของโซ่ (mm)
- Z คือ จำนวนฟันของเฟืองตาม = 40
- z คือ จำนวนฟันของเฟืองขับ = 10
- c คือ ระยะห่างระหว่างเฟือง (mm)

จากนั้นกำหนดให้ ระยะห่างระหว่างเฟืองคือ 340 มิลลิเมตร และระยะพิตช์ของโซ่ของโซ่คือ 9.525 มิลลิเมตร นำไปแทนค่าในสมการ (4.7) จะได้

$$X = \frac{2 \times 340}{9.525} + \frac{40+10}{2} + \left(\frac{40-10}{2\pi}\right)^2 \frac{9.525}{340}$$

จะได้คำตอบคือ 96.57 ข้อ นับเป็น 97 ข้อ ดังนั้นในการส่งกำลังจำเป็นต้องใช้ข้อโซ่จำนวน 97 ข้อมาเชื่อมต่อกันเป็นวงกลมเพื่อนำไปเชื่อมระหว่างเฟืองโซ่ของมอเตอร์และเพลลา

4.1.4 การคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลาที่ใช้

ในการเลือกใช้เพลลามีข้อกำหนดคือ วัสดุต้องไม่เกิดสนิมเมื่อสัมผัสกับน้ำหรืออากาศ มีน้ำหนักไม่มาก และมีความแข็งแรง Stainless steel จึงเป็นวัสดุที่เหมาะสม แต่เนื่องจาก เพลลาต้นที่เป็น stainless steel มีน้ำหนักมาก จึงเปลี่ยนมาใช้ เพลลา stainless steel แบบกลวงเพื่อลดน้ำหนัก กำหนดให้เพลลามีความยาวที่จำเป็นต้องใช้เท่ากับ 0.8 เมตร

คุณสมบัติของ stainless steel

$$\text{Yield Strength } (S_y) = 345 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus Of Rigidity } (G) = 77.2 \text{ GPa}$$

จากทฤษฎี Maximum Shear Stress (τ) จะมีค่าเท่ากับ $0.5S_y$ เมื่อวัสดุรองรับแรงบิดเท่านั้น (pure torsion) ถ้ากำหนดให้ ณ ตำแหน่งสูงสุดที่สุดของแฉงหัวฉิดมีค่าแรงบิดสูงสุด ดังนั้นค่า Maximum Shear Stress คือ

$$\tau = 0.5 S_y \quad (4.8)$$

แทนค่าจะได้

$$\tau = 0.5(345) = 172.5 \text{ MPa}$$

ดังนั้นค่า Maximum Shear Stress ของ Stainless Steel คือ 172.5 เมกะปาสกาล

จากนั้นคำนวณหาเส้นผ่านศูนย์กลางจากสมการดังนี้

$$\text{Torque (T)} = \text{Torque มอเตอร์} - \text{Torque จากอุปกรณ์} \quad (4.9)$$

$$\text{Torque ของมอเตอร์} = \frac{P}{\omega} \quad (4.10)$$

$$\tau_{\text{allowable}} = \frac{T_c}{J} \quad (4.11)$$

$$\phi = \frac{TL}{GJ} \quad (4.12)$$

$$j = \frac{\pi}{32} (d_2^4 - d_1^4) \quad (4.13)$$

$$t = \frac{d_2}{10} \quad (4.14)$$

โดย

- P คือ กำลังของมอเตอร์ (w) = 30 w
- ω คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm) = 35 rpm
- T คือ torque สุทธิ ($N \cdot m$)
- J คือ polar area moment of inertia
- c คือ รัศมีของเพลลา (m)
- L คือ ความยาวของเพลลา (m)
- d_1 คือ inside diameter (m)
- d_2 คือ outside diameter (m)
- t คือ ความหนาของเพลลาที่ใช้ (m)

แทนค่าในสมการ (4.10) จะได้

$$\begin{aligned} \frac{P}{\omega} &= \frac{30}{15 \times \frac{1}{60} \times 2\pi} \\ &= 19.1 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

ดังนั้น torque ของมอเตอร์คือ 19.1 นิวตันเมตร

ให้ torque ของอุปกรณ์ = 4 $N \cdot m$

แทนค่าในสมการ (4.9) จะได้

$$T = 19.1 - 4 = 15.1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

ดังนั้นจะได้ค่า torque สุทธิคือ $T = 15.1 \text{ N} \cdot \text{m}$

จากนั้นคำนวณหา polar area moment of inertia

จากสมการ (4.12) คำนวณหาค่า d_1

$$\begin{aligned} d_1 &= d_2 - 2 \times t \\ d_1 &= 0.8 \times d_2 \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการ (4.13) เพื่อหา polar area moment of inertia

จะได้

$$J = 0.05796 \times d_2^4$$

แทนค่า J ในสมการ (4.11) จะได้

$$\tau_{\text{allowable}} = \frac{Tc}{J}$$

$$172.5 \times 10^6 = \frac{15.1 \times \frac{d_2}{2}}{0.05796 \times d_2^4}$$

แก้สมการหาค่าจะได้ $d_2 = 9.1 \text{ mm}$

แสดงว่าจากมากใช้ความเค้นเฉือนสูงสุดมาแทนค่าในสมการ (4.11) จะทำให้หาค่า d_2 ได้เท่ากับ 9.1 มิลลิเมตร

จากนั้นคำนวณหา d_2 อีกครั้งโดยให้เพลามีมุมบิดไม่เกิน 0.0378 เรเดียน หรือ 2 องศา จากสมการ (4.14)

$$\phi = \frac{TL}{GJ}$$

เมื่อแทนค่าจะได้

$$0.0378 = \frac{15.1 \times 0.8}{77.2 \times 10^9 \times 0.05796 d_2^4}$$

$$d_2 = 16.3 \text{ mm}$$

เมื่อแก้สมการหาค่า d_2 จะได้เท่ากับ 16.3 มิลลิเมตร

เนื่องจาก 16.3 มิลลิเมตร มากกว่า 9.1 มิลลิเมตรจึงต้องเลือกเพลามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุดโดยเลือกเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.3 มิลลิเมตร แต่มีลิเมตรขนาดเพล่า 16.3 มิลลิเมตรนั้นไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด จึงเลือกเพล่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 19 มิลลิเมตรแทน

4.2 การคำนวณหาขนาดของปั๊มในระบบ

ในการเลือกปั๊มนั้นจำเป็นต้องหา Total Dynamic Head ของระบบเพื่อนำมาใช้เลือกปั๊มที่สามารถใช้งานได้ โดยจะคำนวณหา Total Dynamic Head จากสมการ

$$TDH = (Z_2 - Z_1) + H_L \quad (4.15)$$

$$H_L = H_{Lf} + H_{Le} \quad (4.16)$$

$$H_{Lf} = \frac{1.215 \times 10^{10} \times Q^{1.852} \times L}{C^{1.852} \times D^{4.87}} \quad (4.17)$$

$$H_{Le} = K \frac{V^2}{2g} \quad (4.18)$$

โดย TDH	คือ Total Dynamic Head (m)	C คือ ค่าสัมประสิทธิ์ในสมการ Hazen William
$(Z_2 - Z_1)$	คือ Total Static Head (m)	L คือ ความยาวท่อ (m)
H_L	คือ Head Loss (m)	D คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (mm)
H_{Lf}	คือ Head Loss Major (m)	K คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านการไหล
H_{Le}	คือ Head Loss Minor (m)	V คือ ความเร็วของน้ำในท่อ (m/s)
Q	คือ อัตราการไหล (L/s)	g คือ ความเร่งโน้มถ่วงโลก (m/s^2)

ในการคำนวณหาค่า Head Loss มีค่าตัวแปรต่างๆดังนี้

C = 150 (ท่อ PVC)	K = 12.1 ประกอบด้วย
L = 7.1 m	3 Elbows 90° = 4.5
D = 170 mm	7 Line Flow Tees = 6.3,
Total Static Head = 1.6 m	2 elbow 45° = 0.8
	Sharp Edge Entrance = 0.5

คำนวณหาค่า Head Loss Major H_{Lf}

แทนค่าในสมการ (4.17) จะได้

$$H_{Lf} = \frac{1.215 \times 10^{10} \times Q^{1.852} \times 7.1}{150^{1.852} \times 170^{4.87}}$$

$$H_{Lf} = 11.05 \times 10^{-5} \times Q^{1.852} \quad ; Q[L/s]$$

คำนวณหาค่า Head Loss Minor H_{Le}

แทนค่าในสมการ (4.18) จะได้

$$H_{Le} = K \frac{V^2}{2g} ; V=Q/A$$

$$H_{Le} = 12.1 \frac{44^2 \times Q^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{Le} = 1193.94Q^2 ; Q[m^3/s]$$

ดังนั้น

$$H_L = 11 \times 10^{-5} \times Q_1^{1.852} + 1193.94Q_2^2$$

โดย Q_1 คือ อัตราการไหลในหน่วย ลิตรต่อวินาที

Q_2 คือ อัตราการไหลในหน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

เมื่อได้สมการของ Head Loss H_L ที่ขึ้นกับอัตราการไหลมาแล้ว ทำการแทนค่าอัตราการไหล $Q = 0.25$ ลิตรต่อวินาที ที่ใช้ในการล้างจักรยาน จะได้ $H_L = 8.03 \times 10^{-5}$ เมตร

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } TDH &= (Z_2 - Z_1) + H_L \\ TDH &= 1.6 + 15.94 \times 10^{-5} \text{ m} \end{aligned}$$

เมื่อได้ค่า Total Dynamic Head = 1.6 เมตร มาแล้ว ในการเลือกปั๊มนั้น ต้องหาปั๊มกระแสน้ำที่มี Head มากกว่า 1.6 เมตร ที่อัตราการไหล 0.25 ลิตรต่อวินาที

บทที่ 5

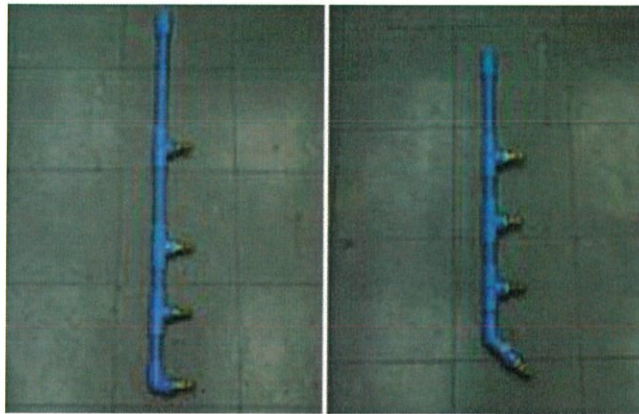
ทดสอบการใช้งาน

ในการทดสอบจะใช้งานเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติด้วยการจัดเรียงหัวฉีดสองรูปแบบ และปรับหัวฉีดให้มีรูปแบบการฉีดออกเป็น 3 แบบ รวมถึงจำลองสถานการณ์ในการใช้งาน 2 สถานการณ์ เพื่อหาว่าที่กรณีใดจะได้จักรยานที่สะอาดที่สุด โดยจะสังเกตการณ์บริเวณกลางตัวจักรยาน

5.1 รูปแบบการจัดเรียงหัวฉีด

5.1.1 หัวฉีดแบบที่ 1 หัวฉีดปลายมุม 90 องศา ตั้งด้านซ้ายรูปที่ 5.1

5.1.2 หัวฉีดแบบที่ 2 หัวฉีดปลายมุม 45 องศา ตั้งด้านขวารูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 รูปแบบการจัดเรียงหัวฉีดทั้งสอง

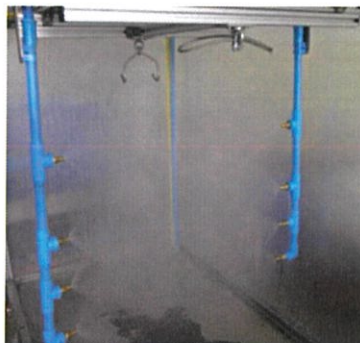
5.2 รูปแบบการฉีดน้ำ

ในการทดลอง สามารถแบ่งรูปแบบการฉีดน้ำได้ดังต่อไปนี้

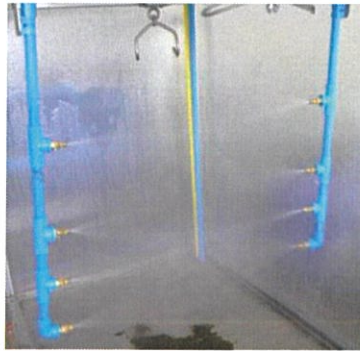
5.2.1 การฉีดแบบเป็นฝอยมากดังรูปที่ 5.2

5.2.2 การฉีดแบบเป็นฝอยปานกลางดังรูปที่ 5.3

5.2.3 การฉีดแบบเป็นลำน้ำดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.2 ฉีดเป็นฝอยมาก



รูปที่ 5.3 ฉีดเป็นฝอยปานกลาง



รูปที่ 5.4 ฉีดเป็นลำน้ำ

5.3 การจำลองสถานการณ์ในการล้าง

5.3.1 กรณีเลอะโคลนอย่างหนักดัง

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพสูงสุดในการล้าง จึงได้จำลองสถานการณ์นี้ขึ้น ด้วยการพอกดินโคลนอย่างหนา 100 กรัม ดังรูปที่ 5.5 ในบริเวณที่สุ่มเสี่ยงในการเลอะตัวจักรยานดังรูปที่ 5.6 จากนั้นทำการล้างจักรยาน แล้วเก็บดินโคลนที่หลงเหลือไปชั่งน้ำหนักเพื่อหา เปอร์เซ็นต์โคลนที่หลุดออกไป

5.3.2 กรณีเลอะฝุ่นตามธรรมชาติ

เพื่อทำการทดลองในสภาพการจริงที่ต้องเจอในการล้างจักรยานส่วนใหญ่ ด้วยการนำผงฝุ่นตามธรรมชาติมาพอกที่ตัวจักรยานดังรูป 5.7 ทำการล้างและสังเกตผลลัพธ์ที่ได้



รูปที่ 5.5 ดินโคลน 100 กรัมสำหรับพอก



รูปที่ 5.6 กรณีเลอะโคลนอย่างหนัก



รูปที่ 5.7 กรณีเลอะฝุ่นตามธรรมชาติ

5.4. ผลการทดลอง

5.4.1 แบ่งตามรูปแบบการจัดเรียงหัวฉีด

การล้างของหัวฉีดแบบปลาย 90 องศา ดังรูปที่ 5.8 และการล้างของหัวฉีดแบบปลาย 45 องศา ดังรูปที่ 5.8 โดยสามารถเปรียบเทียบได้โดยน้ำหนักของดินโคลนที่ค้างอยู่ที่ตัวจักรยาน โดยปลาย 90 องศา นั้นเหลือเพียง 11 กรัม และ 45 องศา เหลือถึง 19 กรัม ซึ่งหมายความว่า หัวฉีดปลาย 90 องศา นั้นมีประสิทธิภาพการชะล้างสูงกว่าหัวฉีดปลาย 45 องศา ดังในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงน้ำหนักที่เหลือของดินจากกรณีเลอะโคลนอย่างหนัก

มุมหัวฉีด	45 องศา (กรัม)	90 องศา (กรัม)
ฉีดเป็นฝอยมาก	22	27
ฉีดเป็นปานกลาง	19	11
ฉีดเป็นลำน้ำ	36	17



รูปที่ 5.8 ผลการล้างโคลนด้วยหัวฉีดแบบปลาย 45 องศา



รูปที่ 5.9 ผลการล้างโคลนด้วยหัวฉีดแบบปลาย 90 องศา

5.5 รูปแบบการฉีดน้ำและสถานการณ์จำลอง

จากการทดลองพิจารณาจากการจัดเรียงหัวฉีดแบบ 90 องศา พบว่าในกรณีเลอะโคลนหนา หัวฉีดแบบฟอยปานกลางทำหน้าที่ได้ดีที่สุดดังรูปที่ 5.11 เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฉีดแบบฟอยมากดังรูปที่ 5.10 และการฉีดแบบลำน้ำ ดังรูปที่ 5.12 แต่ยังมีโคลนติดอยู่บางส่วน ส่วนในกรณีเลอะฝุ่นตามธรรมชาติ หัวฉีดทั้ง 3 แบบทำงานได้ดีโดยไม่มีคราบฝุ่นเกาะอยู่เลยดังรูปที่ 5.13 , 5.14 และ 5.15



รูปที่ 5.10 ผลการล้างโคลนด้วยการฉีดแบบฟอยมาก



รูปที่ 5.11 ผลการล้างโคลนด้วยการฉีดแบบฟอยปานกลาง



รูปที่ 5.12 ผลการล้างโคลนด้วยการฉีดแบบลำน้ำ



รูปที่ 5.13 ผลการล้างฝุ่นด้วยการฉีดแบบลำน้ำ



รูปที่ 5.14 ผลการล้างฝุ่นด้วยการฉีดแบบฟอยปานกลาง



รูปที่ 5.15 ผลการล้างฝุ่นด้วยการฉีดแบบลำน้ำ

5.6 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบนั้นในกรณีล้างด้วยหัวฉีดสองรูปแบบจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของดินที่หลงเหลืออยู่ของรูปแบบการฉีดแบบต่าง ๆ นั้น ในการเรียงหัวฉีดแบบปลาย 90 องศา นั้นมีแนวโน้มที่จะทำความสะอาดได้ดีกว่าแบบ 45 องศา โดยเฉพาะในกรณีการฉีดแบบเป็นฝอยปานกลาง ปลาย 90 องศา นั้นเหลือคราบดินเพียง 11% ขณะที่ปลาย 45 องศา นั้นเหลือคราบดินถึง 19% ทำให้สรุปได้ว่าหัวฉีดแบบ 90 องศา มีประสิทธิภาพสูงกว่า 45 องศา และในกรณีการจำลองสถานการณ์การล้างถัง 2 นั้น ในกรณีเลอะโคลนอย่างหนักนั้น เครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติไม่สามารถล้างคราบโคลนเหนียวได้ออกหมด โดยในกรณีที่ล้างได้สะอาดที่สุดเหลือคราบดินอยู่ 11% ส่วนในกรณีคราบฝุ่นหัวฉีดที่มีความฟุ้งระดับต่าง ๆ นั้นสามารถขจัดคราบฝุ่นบนตัวจักรยานได้หมดเลยในทุกรูปแบบการฉีด

บทที่ 6

สรุป

6.1 สรุปผลการสร้างเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

โครงการนี้สามารถออกแบบและสร้างเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติที่สามารถใช้งานได้จริงตามที่คาดการณ์ไว้เหมาะกับการใช้ล้างจักรยานที่มีลักษณะการใช้งานทั่วไป โดยการใช้งานเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัตินั้นมีความสะดวกสบายและประหยัดเวลามากกว่าการล้างทั่วไปหลายเท่าตัว จากการล้างทั่วไปใช้เวลาประมาณ 5 นาที แต่การทำงานของเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนั้นใช้เวลาในการทำความสะอาดเสร็จสิ้นภายในเวลา 2 นาที

6.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองนั้นทำให้วิเคราะห์ได้ว่าการล้างจักรยานด้วยเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัตินั้นสามารถใช้งานได้จริง โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการจัดเรียงหัวฉีดสองแบบ จะพบว่าแบบปลาย 90 องศา นั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบปลาย 45 องศา เนื่องจากที่กรณีฉีดแบบเป็นฝอยปานกลางด้วยน้ำหนักของดินโคลนที่ค้างอยู่ที่ตัวจักรยาน โดยปลาย 90 องศา นั้นเหลือเพียง 11 กรัม และ 45 องศา เหลือถึง 19 กรัม รวมถึงที่กรณีซึ่งหมายความว่า หัวฉีดปลาย 90 องศา นั้นมีประสิทธิภาพการชะล้างสูงกว่าหัวฉีดปลาย 45 องศา

และจากการทดลองพิจารณาที่การจัดเรียงหัวฉีดแบบ 90 องศา พบว่าในกรณีเลอะโคลนหนา หัวฉีดแบบฝอยปานกลางทำหน้าที่ได้ดีที่สุด แต่ยังมีโคลนติดอยู่บางส่วน ส่วนในกรณีเลอะฝุ่นตามธรรมชาติ หัวฉีดทั้ง 3 แบบทำงานได้ดีโดยไม่มีคราบฝุ่นเกาะอยู่เลย ดังนั้นเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติที่ได้ทำการออกแบบและสร้างไว้ นั้น สามารถใช้งานได้จริงในกรณีที่จักรยานไม่เลอะโคลนหนักมาก เหมาะกับการล้างจักรยานที่มีลักษณะการใช้งานโดยทั่วไป

6.3 แนวทางในการพัฒนา

6.3.1. การติดปั้มน้ำไฟฟ้ากระแสตรงเพิ่มขึ้นอีก 1 ตัว โดยการนำปั้มน้ำทั้งสองตัวมาต่อกันแบบขนาน จะช่วยทำให้หัวฉีดสามารถที่จะฉีดน้ำทำความสะอาดคราบได้มากยิ่งขึ้น เพราะแรงดันน้ำมีมากขึ้น

6.3.2. สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานกับแบตเตอรี่ได้ในการจ่ายไฟฟ้า หรือใช้กับพลังงานทางเลือกอื่น ๆ ที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรง เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ หรือใช้อุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงได้เช่น ไดนาโม

6.3.3 ตัวเครื่องถูกออกแบบมาให้มีขนาดรองรับกับการเพิ่มระบบหมุนเวียนน้ำ ซึ่งหมายถึง นำน้ำที่ใช้แล้วมาทำการบำบัดให้สะอาดแล้วนำกลับไปใช้ใหม่ ทำให้เกิดเป็นระบบปิด ซึ่งถือเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง

6.3.4 สามารถติดตั้งชุดหยอดเหรียญเพื่อเป็นการสร้างรายได้อีกทางหนึ่ง

บรรณานุกรม

เว็บไซต์

- [1] 2008 “Automatic bicycle washing machines by GWD Bike wash.”
URL: <http://www.corona-customerservice.com>, access on 20/08/2014.
- [2] 2013 “Automatic bicycle washing machine by QBike ”
URL: <http://www.qbike.it> access on 20/08/2014.
- [3] “Diaphragm pump”
URL: http://www.seaflo.com/en/productDetail_232.html
- [4] 2006 “ET-OPTO DC MOTOR DRIVER 6-24V”
URL: http://www.ett.co.th/download/12INTERFACE/12A35/ET_OptoDCMotor.pdf
- [5] 2006 “ET-MINI POWER RELAY”
URL: http://www.ett.co.th/prod2014/ET-MINI_POWER_RELAY/ET-MINI%20POWER%20RELAY-th.pdf

หนังสือ

- [6] ทีมงานสมาร์ทเลนร์นนิ่ง (2554), “PIC Microcontroller IN C+CD-ROM ฉบับรวมอุปกรณ์”
- [7] ประจัน พลังสันติกุล (2553), “PIC C Programming กับ CCS C คอมไพเลอร์”
- [8] บริษัท มิซูมิ (ไทยแลนด์) จำกัด, “MIZUMI catalog 2014”
- [9] Robert L.Norton,(2011). “Machine Design AN INTEGRATED APPROACH Fourth Edition”
PEARSON.
- [10] Munson,Young,Okiishi,Huebsch “Fundamentals of FLUID MECHANICS SIXTH EDITION”
WILEY

ภาคผนวก

Top View



Front View



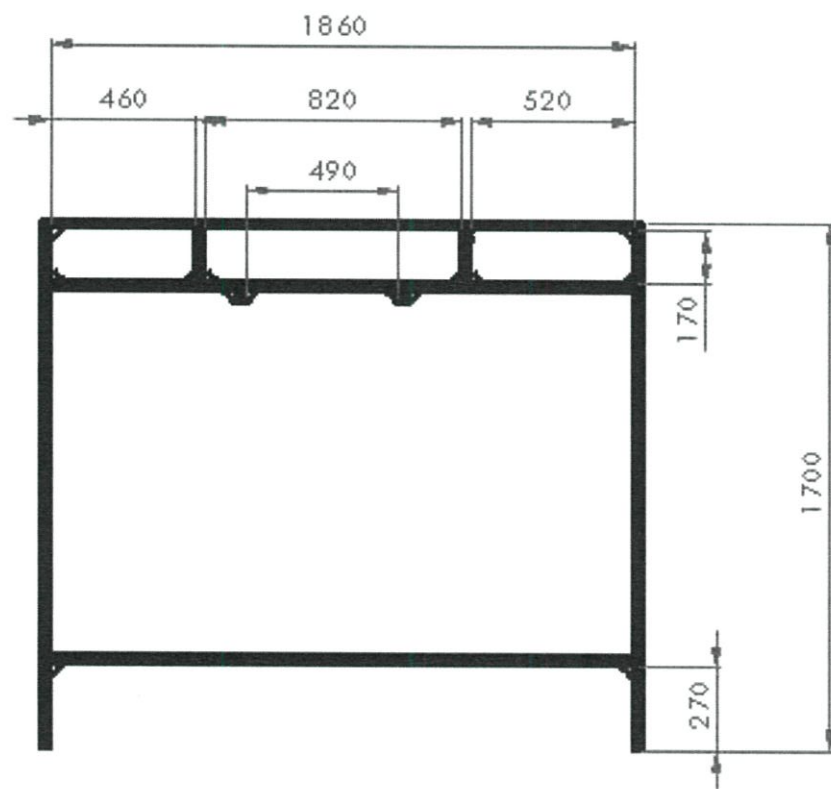
Side View



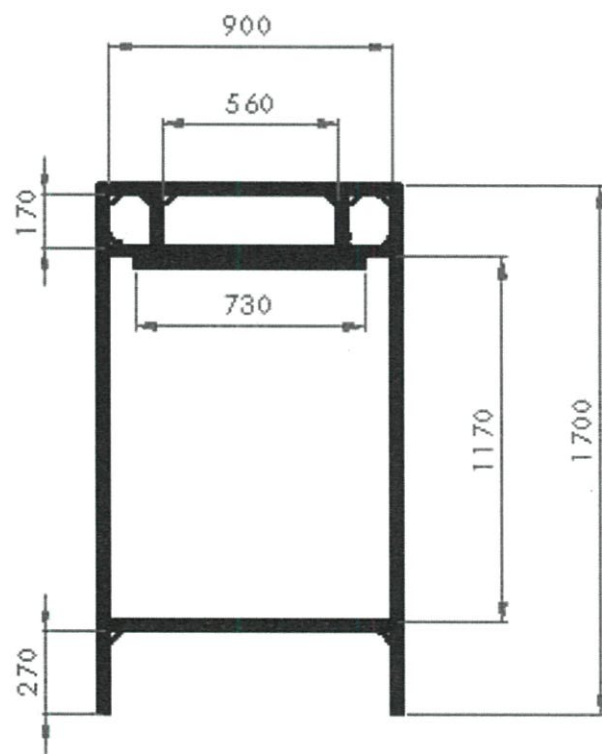
Isometric



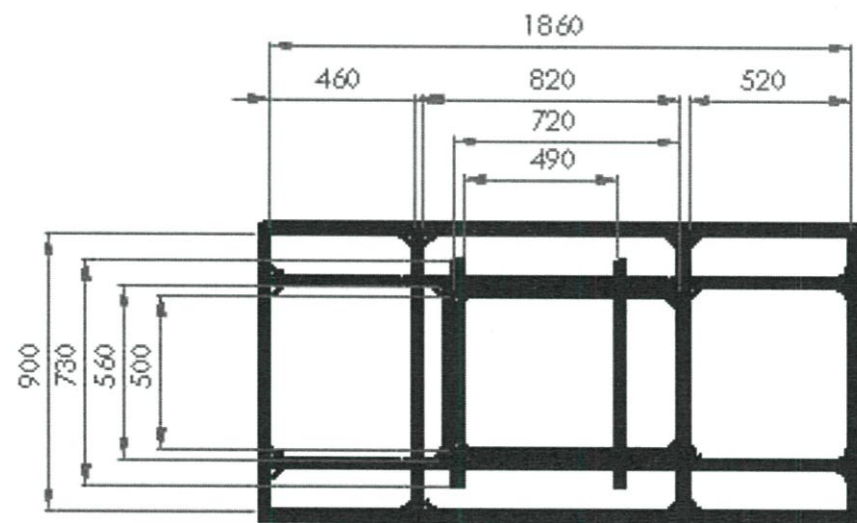
TITLE:	Isometric	unit mm
DWG NO.	Structure	A4
SCALE:1:50	SHEET 1 OF 4	



TITLE:	Front View	unit
DWG NO.	Structure	mm
SCALE:1:20	SHEET 2 OF 4	A4



TITLE:	Side View	unit
		mm
DWG NO.	Structure	A4
SCALE:1:20	SHEET 3 OF 4	



TITLE:	Top View	unit
		mm
DWG NO.	Structure	A4
SCALE:1:20	SHEET 4 OF 4	

Top View



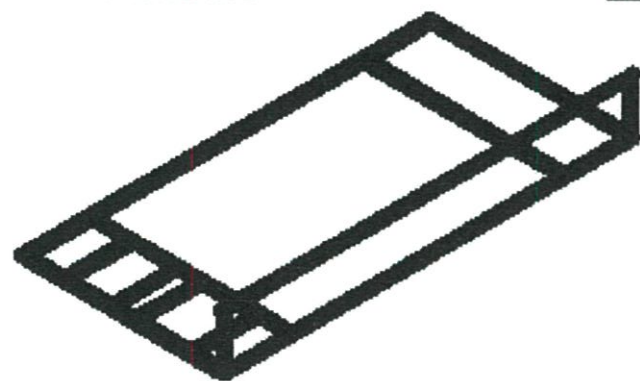
Front View



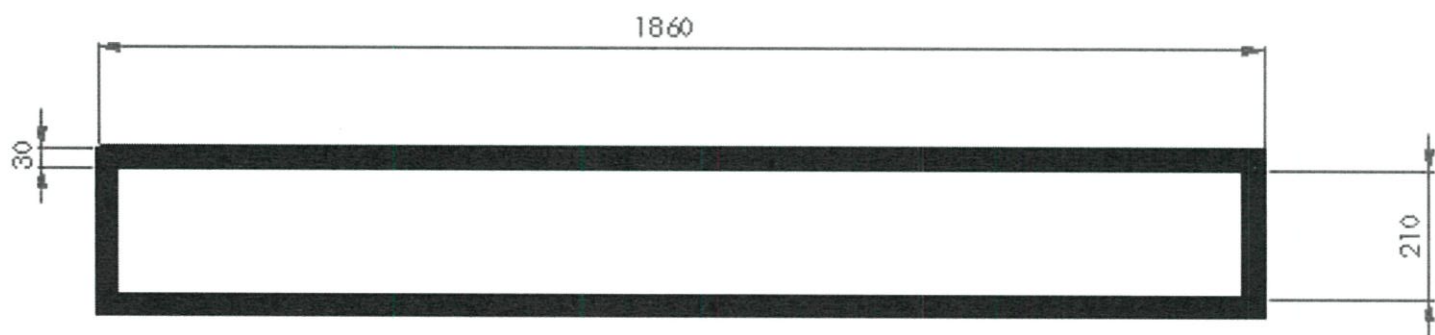
Side View



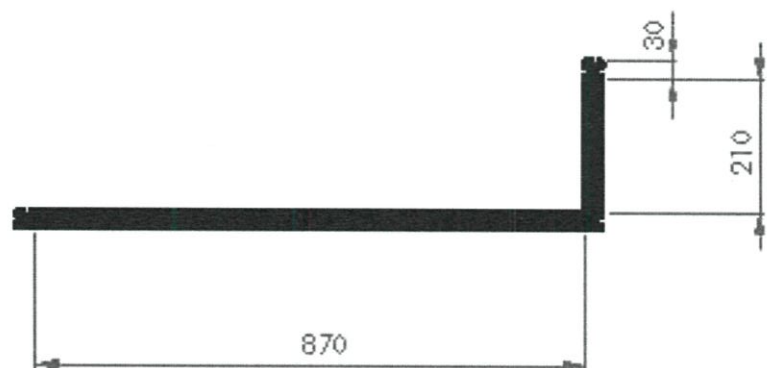
Isometric



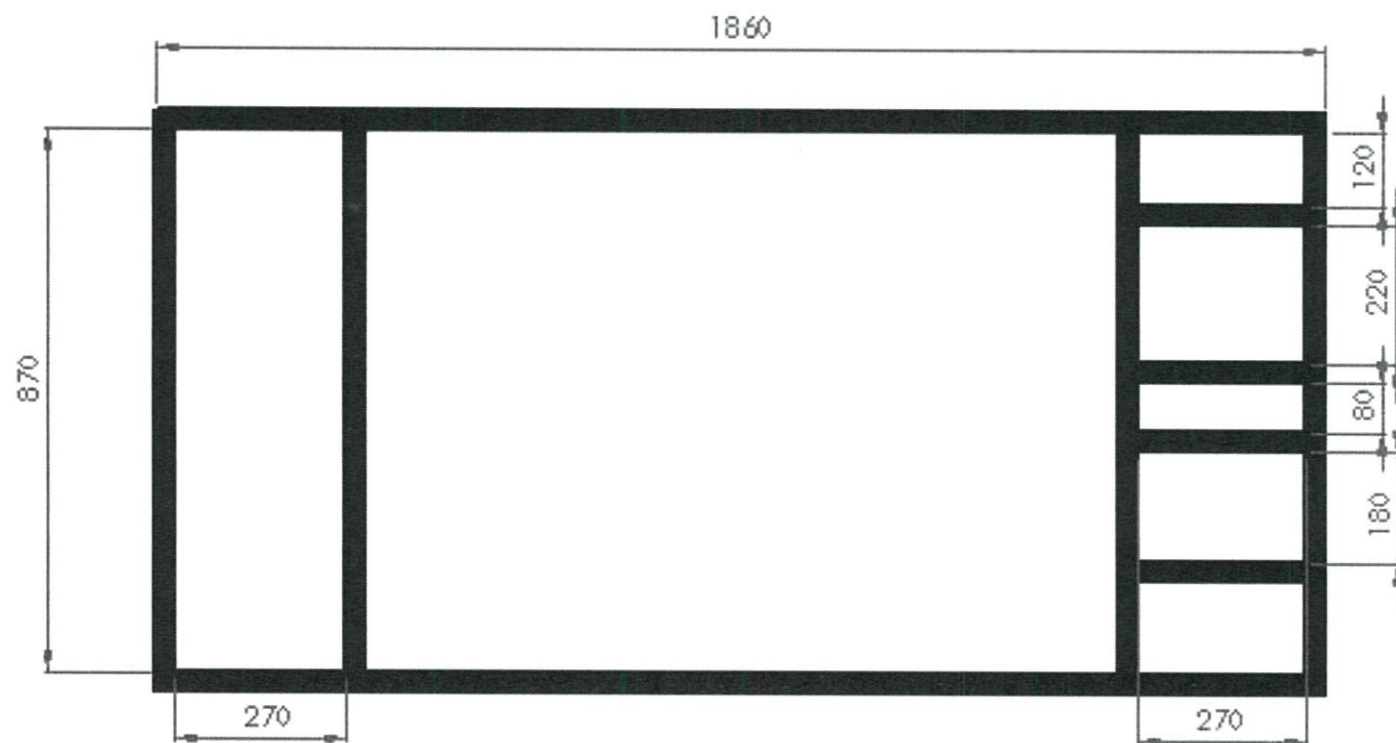
TITLE:	Isometric	unit
		mm
DWG NO.		
	Water Tank Tray	A4
SCALE:1:20		
	SHEET 1 OF 4	



TITLE:	Front View	unit
DWG NO.	Water Tank Tray	mm
SCALE:1:10	SHEET 2 OF 4	A4



TITLE:	Side View	unit
		mm
DWG NO.		
	Water Tank Tray	A4
SCALE:1:10		SHEET 3 OF 4

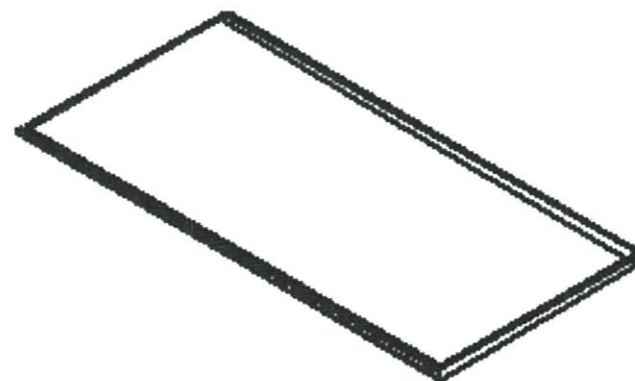


TITLE:	Top View	unit
		mm
DWG NO.		
	Water Tank Tray	A4
SCALE:1:10	SHEET 4 OF 4	

Top View



Isometric



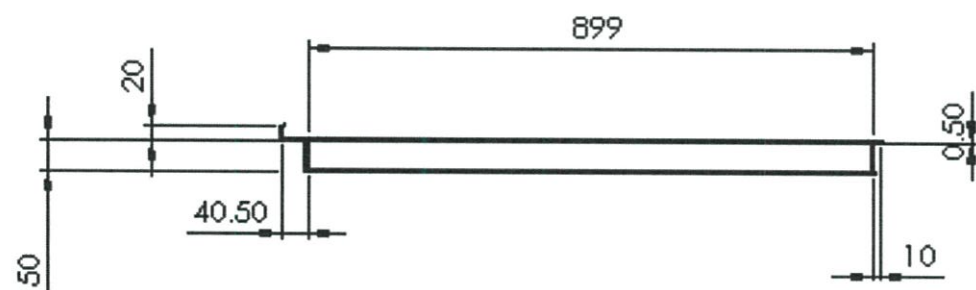
Front View



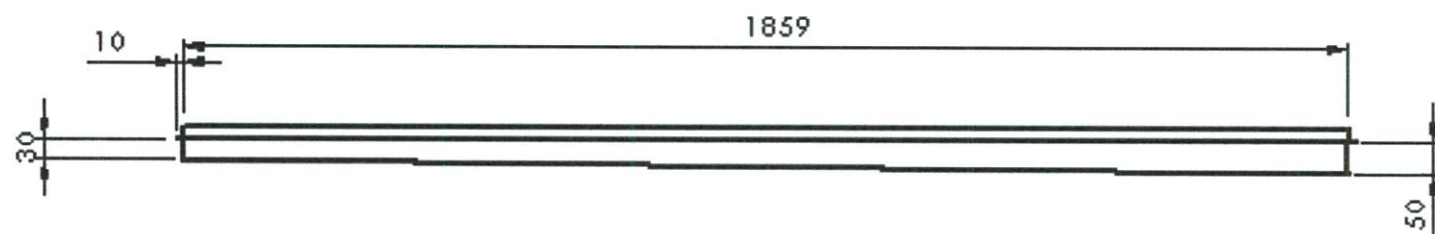
Side View



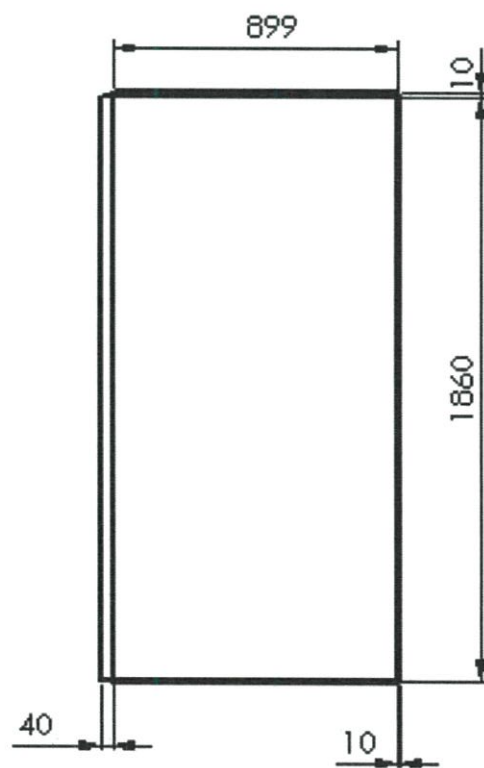
TITLE: Isometric	unit mm
DWG NO.	
waste water tray	A4
SCALE:1:20	SHEET 1 OF 4



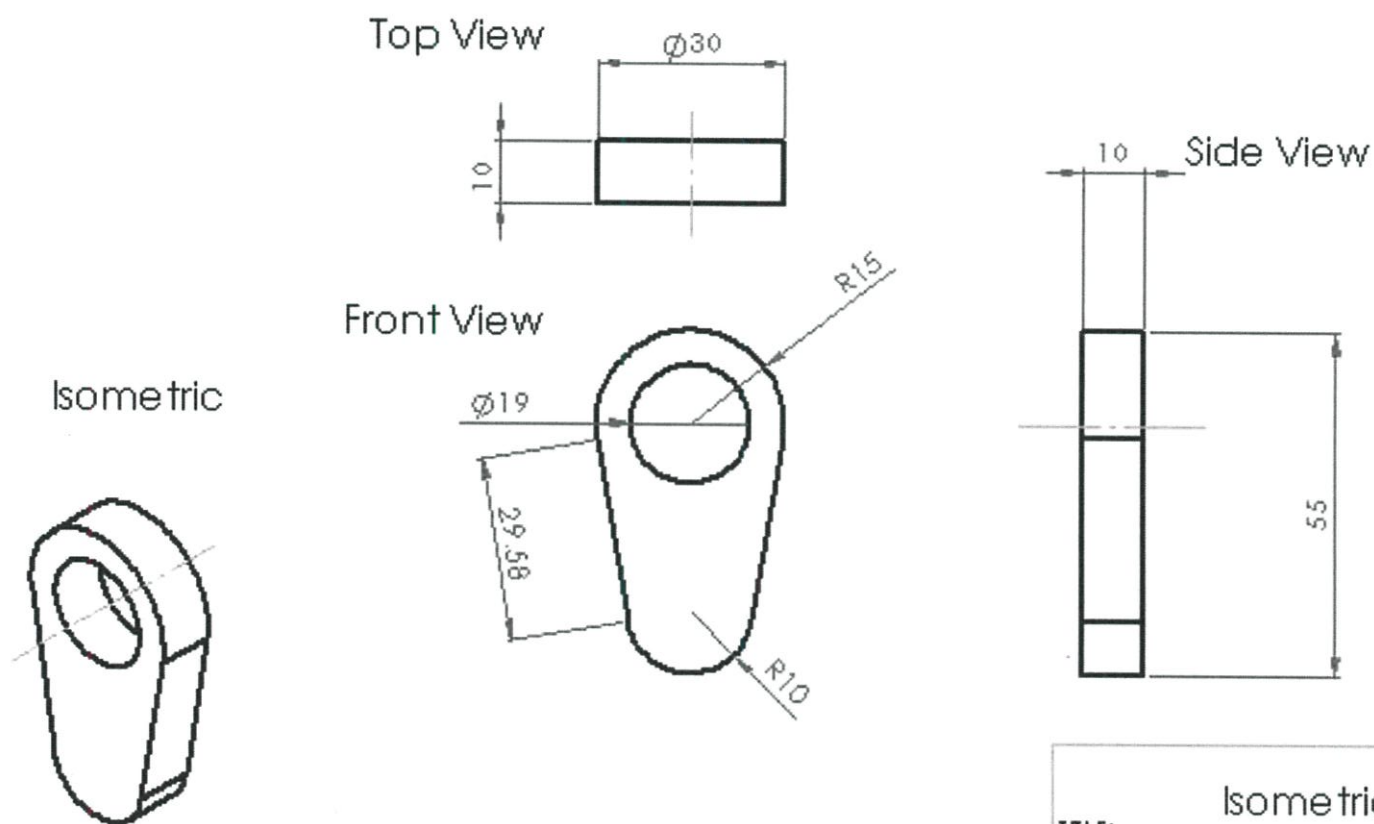
TITLE: Front View	unit mm
DWG NO. waste water tray	A4
SCALE:1:10	SHEET 2 OF 4



TITLE:	Side View	unit
		mm
DWG NO.	waste water tray	A4
SCALE:1: 10	SHEET 4 OF 4	



TITLE:	Top View	unit
		mm
DWG NO.		
waste water tray		A4
SCALE:1:20		
	SHEET 3 OF 4	



TITLE:	Isometric	unit
		mm
DWG NO.	CAM	A4
SCALE:1:1	SHEET 1 OF 1	

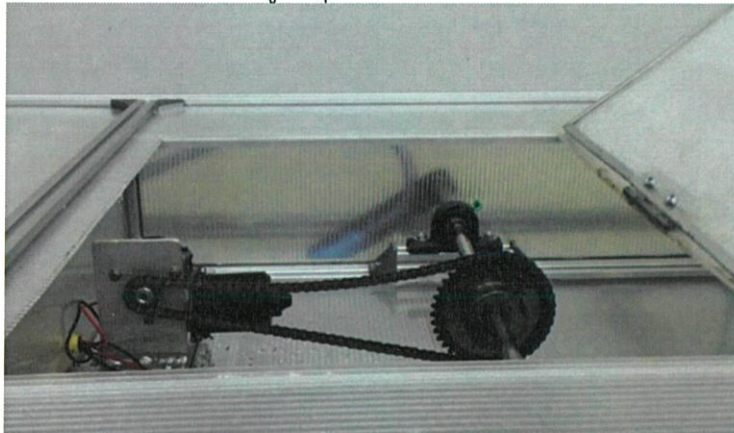
ข.วิธีการซ่อมบำรุงเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติ

ปั้มน้ำ – สามารถดึงรางเลื่อนด้านล่างเครื่องล้างจักรยานอัตโนมัติออกมาเพื่อทำการซ่อมหรือเปลี่ยนได้



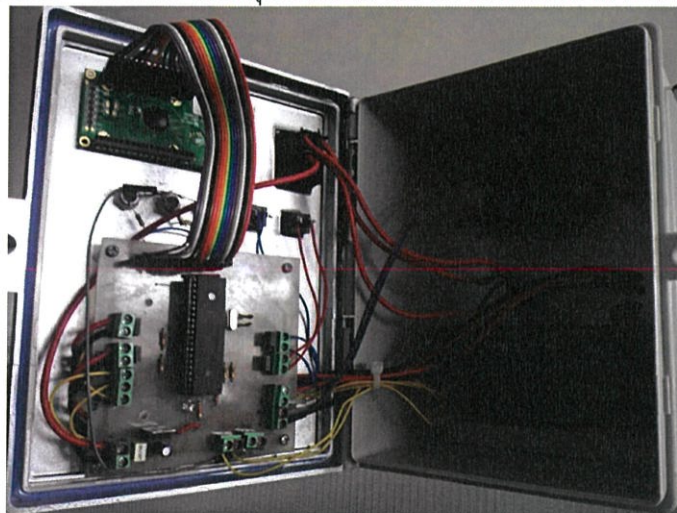
รูปที่ ข.1 แสดงตำแหน่งของปั้มน้ำที่อยู่ใต้บริเวณรางเลื่อน

ระบบขับเคลื่อน – สามารถเปิดประตูที่อยู่บนหลังคาเพื่อที่จะทำการซ่อมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนกลไก



รูปที่ ข.2 แสดงตำแหน่งจุดซ่อมบำรุงของระบบขับเคลื่อน

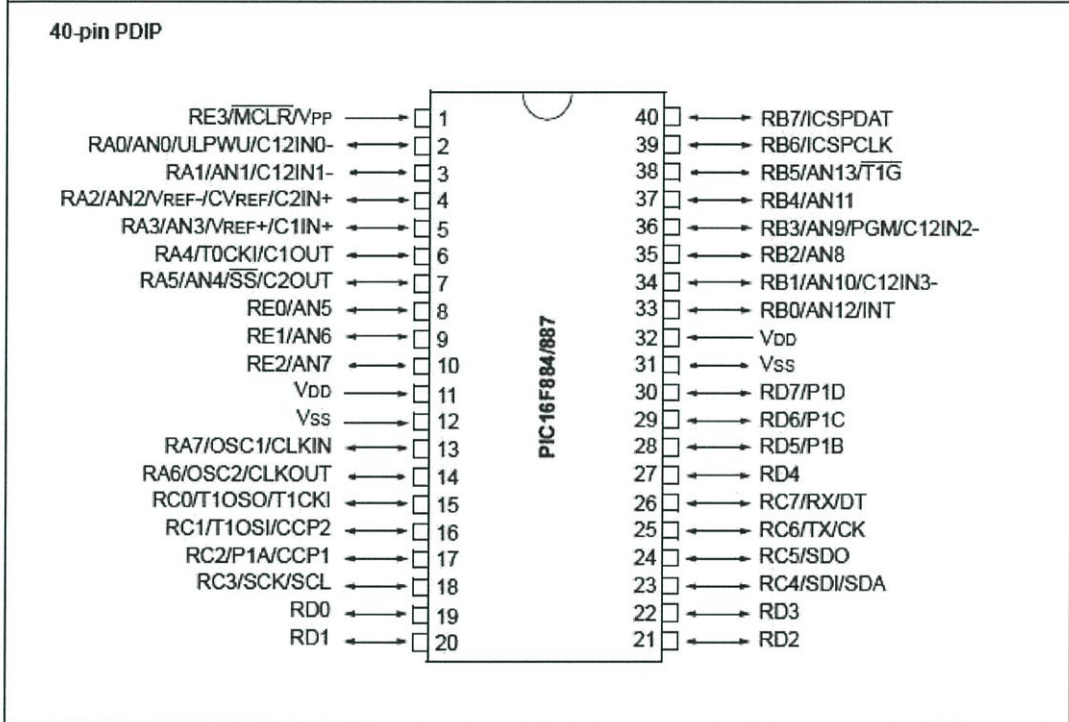
วงจรถอนอิเล็กทรอนิกส์ – เปิดกล่องควบคุมบริเวณด้านข้างเคลื่อนเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขได้



รูปที่ ข.3 แสดงตำแหน่งจุดซ่อมบำรุงของระบบวงจรถอนอิเล็กทรอนิกส์

PIC16F882/883/884/886/887

Pin Diagrams – PIC16F884/887, 40-Pin PDIP



รูปที่ ค.1 แสดงรายละเอียดขาของ microcontroller PIC16F887

ตารางที่ ค.1 แสดงการใช้งานแต่ละขาของ microcontroller PIC 16F887

ลำดับขา	PIN	ประเภทการทำงาน	ใช้ควบคุมการทำงาน
1.	MCLR		
2.	RA0		
3.	RA1	output	Pump
4.	RA2	input	Stop Switch
5.	RA3	input	Continue Switch
6.	RA4		
7.	RA5		
8.	RE0		
9.	RE1		
10.	RE2		
11.	VDD	input	ไฟเข้า + 5V
12.	VSS	input	GND
13.	RA7	input	Crystal 8 MHz
14.	RA6	input	Crystal 8 MHz
15.	RC0		

16.	RC1	output	LED สีฟ้า
17.	RC2	output	LED สีแดง
18.	RC3	output	LED สีเหลือง
19.	RD0		
20.	RD1	output	LCD
21.	RD2	output	LCD
22.	RD3	output	LCD
23.	RC4		
24.	RC5		
25.	RC6		
26.	RC7		
27.	RD4	output	LCD
28.	RD5	output	LCD
29.	RD6	output	LCD
30.	RD7	output	LCD
31.	VSS	input	GND
32.	VDD	input	ไฟเข้า + 5V
33.	RB0	input	Limit Switch 1
34.	RB1	input	Limit Switch 2
35.	RB2	output	DIR2
36.	RB3	output	DIR1
37.	RB4	output	ENA
38.	RB5		
39.	RB6		
40.	RB7		

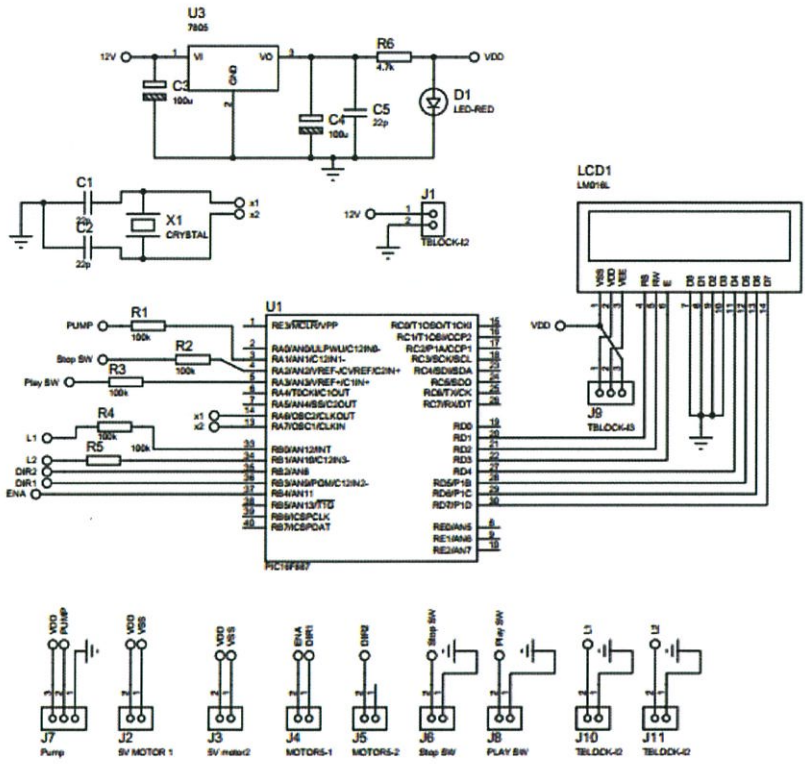

```
38.         if(input(pin_a2)==0)
39.             {
40.                 working=0;
41.                 output_high(pin_c1); // blue
42.                 output_low(pin_c3); //yellow
43.             }
44.
45.         while(working==0)
46.             {
47.                 output_low(pin_a1); // pump off
48.                 output_low(pin_b2);
49.                 output_low(pin_b3);
50.                 output_low(pin_b4);
51.                 output_high(pin_c3); //yellow
52.                 output_low(pin_c1);
53.                 if(input(pin_a3)==0)
54.                     {
55.                         working=1;
56.                         output_high(pin_c1); // blue
57.                         output_low(pin_c3); //yellow
58.                     }
59.             }
60.     }
61.
62.     count=count-1;
63.     working=1;
64.
65.     while(forward==0)
66.         {
67.             output_high(pin_a1);
68.             output_low(pin_b2);
69.             output_high(pin_b3);
70.             output_high(pin_b4);
71.
72.             if(input(pin_b0)==0 && input(pin_b1)==1)
73.                 {
74.                     forward=1;
75.                 }
```

```
76.         if(input(pin_a2)==0)
77.         {
78.             working=0;
79.             output_high(pin_c1); // blue
80.             output_low(pin_c3); //yellow
81.         }
82.
83.         while(working==0)
84.         {
85.             output_low(pin_a1);
86.             output_low(pin_b2);
87.             output_low(pin_b3);
88.             output_low(pin_b4);
89.             output_high(pin_c3); //yellow
90.             output_low(pin_c1);
91.
92.             if(input(pin_a3)==0)
93.             {
94.                 working=1;
95.                 output_high(pin_c1); // blue
96.                 output_low(pin_c3); //yellow
97.             }
98.         }
99.     }
100.
101.     count=count-1;
102.     working=1;
103. }
104.
105. output_low(pin_a1);
106. output_low(pin_b2);
107. output_low(pin_b3);
108. output_low(pin_b4);
109. output_high(pin_c2); //red
110. output_low(pin_c3); //blue
111. output_low(pin_c1); //yellow
112. }
113. }
```

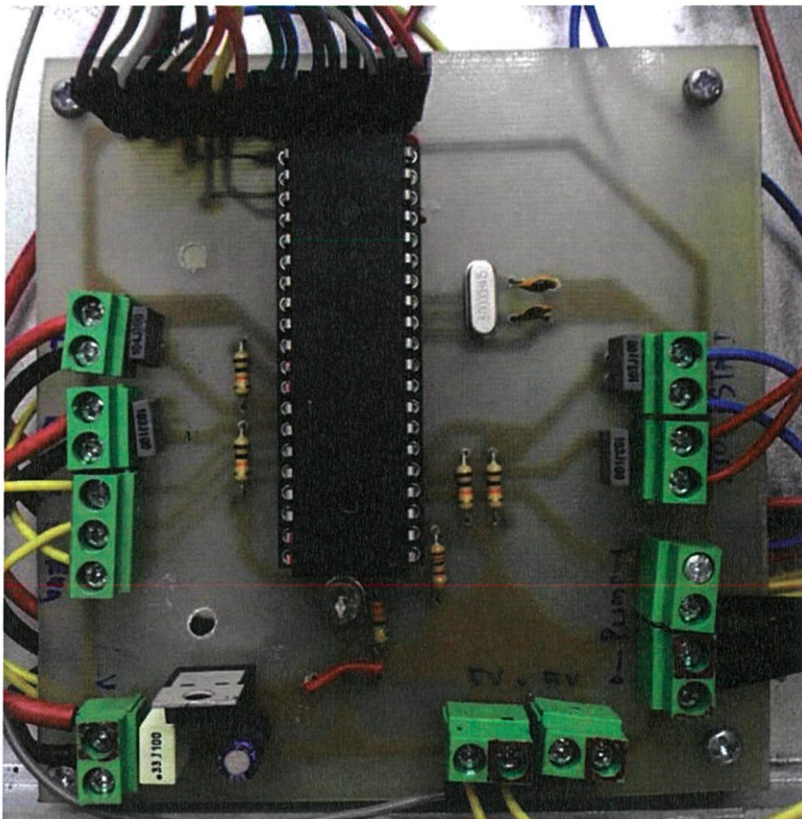
อธิบายคำสั่งแต่ละบรรทัดของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงาน

บรรทัดที่ 1	กำหนดให้ compiler เรียกใช้ไฟล์ 16f887.h ซึ่งเก็บ library ต่าง ๆ ของ microcontroller16f887
บรรทัดที่ 2	เป็นการกำหนดค่า configuration ให้กับ microcontroller
บรรทัดที่ 3	เป็นการกำหนดเรียกใช้ฟังก์ชันของเวลา
บรรทัดที่ 4	กำหนดให้ port A ให้สามารถใช้ input และ output
บรรทัดที่ 5	กำหนดให้ port B ให้สามารถใช้ input และ output
บรรทัดที่ 7	กำหนดให้ตัวแปร forward และ working สามารถมีค่าเป็น 0 หรือ 1
บรรทัดที่ 8	กำหนดให้ตัวแปร count มีค่าอยู่ในช่วง 0-255
บรรทัดที่ 10	เป็นฟังก์ชันเริ่มการทำงานของโปรแกรม
บรรทัดที่ 13	กำหนดให้ Pin A RA2 และ RA3 เป็น input และ port RA0,RA1,RA4-RA7 เป็น output
บรรทัดที่ 14	กำหนดให้ Pin B RB0 และ RB1 เป็น input และ port RB2-RB7 เป็น output
บรรทัดที่ 16	กำหนดให้ ตัวแปร forward และ working มีค่าเริ่มต้นเป็น 1
บรรทัดที่ 17	กำหนดให้ count มีค่าเริ่มต้นเป็น 14 ตัวแปรนี้จะเป็นตัวเก็บค่าจำนวนครั้งในการกด Limit switch
บรรทัดที่ 18	กำหนดให้ ตัวแปร working มีค่าเริ่มต้นเป็น 1
บรรทัดที่ 19	กำหนดให้ Pin RA1 ทำงาน(pump ทำงาน)
บรรทัดที่ 20	กำหนดให้ Pin RC1 ทำงาน(LED สีฟ้า สว่าง)
บรรทัดที่ 22	loop while ที่กำหนดให้มอเตอร์ทำงาน
บรรทัดที่ 24	loop while สร้างเงื่อนไขในการหยุดหมุนของมอเตอร์ถ้า count >1 จะทำงานปกติ
บรรทัดที่ 26-31	loop while ที่ใช้กำหนดการทำงานถ้า forward เมื่อ forward มีค่าเท่ากับ 1 แล้วจะเข้าสู่ loop จะได้ผลลัพธ์คือ RA1 (ปั๊มทำงาน),RB2(DIR2),RB4(ENA) จะมีค่าเป็น 1 ,RA3(DIR1) จะมีค่าเป็น 0 มอเตอร์จะหมุนไปทางทิศทวนเข็มนาฬิกา
บรรทัดที่ 33-36	ถ้า Pin RB1(Limit Switch 2) มีค่าเท่ากับ 0 (ลูกเบี้ยวกด limit switch) และ Pin RB0 (Limit Switch 1) มีค่าเท่ากับ 1จะทำให้ค่า forward มีค่าเท่ากับ 0
บรรทัดที่ 38-43	ถ้า Port RA2 (Stop Switch) มีค่าเท่ากับ 0 (กด สวิตซ์) จะทำให้ ค่า working มีค่าเท่ากับ 0 ,RC1(LED สีฟ้า) มีค่าเท่ากับ 1 (LED สีฟ้าสว่าง) และ RC3(LED สีเหลือง) มีค่าเท่ากับ 0 (LED สีเหลืองจะดับ)
บรรทัดที่ 45-52	คำสั่งจะเข้ามาใน loop นี้เมื่อ working มีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ RA1(pump) RB2 (DIR 2), RB3 (DIR1), RB4 (ENA), RC1 (LED สีฟ้า) มีค่าเป็น 0 คือไม่ทำงาน และ RC3(LED สีเหลือง) มีค่าเท่ากับ 1 (LED สีเหลืองจะสว่าง)
บรรทัดที่ 53-58	ถ้า RA3(Continue switch) =0 (กด สวิตซ์) จะทำให้ค่า working มีค่าเท่ากับ 1 RC1 (LED สีฟ้า) มีค่าเท่ากับ 1 (LED สีฟ้าสว่าง) และRC3 (LED สีเหลือง) มีค่าเท่ากับ 0 (LED สีเหลืองจะดับ)
บรรทัดที่ 62-63	count จะมีค่าลดลงทีละ 1 เมื่อมีการกด limit switch 1 ครั้ง แล้วค่า working จะมีค่าเท่ากับ 1

- บรรทัดที่ 65-70 loop นี้จะทำงานก็ต่อเมื่อ forward มีค่าเท่ากับ 0 จะสั่งให้ RA1 มีค่าเท่ากับ 1 (ปั๊มทำงาน), RB2 (DIR2) มีค่าเท่ากับ 0, RB3 (DIR1) มีค่าเท่ากับ 1, RB4 (ENA) มีค่าเท่ากับ 1 จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางทิศตามเข็มนาฬิกา
- บรรทัดที่ 72-74 ถ้า Port RB1(Limit2) มีค่าเท่ากับ 1 และ Port RB0(Limit1) มีค่าเท่ากับ 0 (ลูกเบี่ยงกด limit switch) จะทำให้ค่า forward มีค่าเท่ากับ 1
- บรรทัดที่ 76-81 ถ้า RA2(Stop Switch) มีค่าเท่ากับ 0 (กด สวิตช์) จะทำให้ working มีค่าเท่ากับ 0 RC1 (LED สีฟ้า) =1 (LED สีฟ้าจะสว่าง) และ RC3 (LED สีเหลือง) มีค่าเท่ากับ 0 (LED สีเหลืองจะดับ)
- บรรทัดที่ 83-90 คำสั่งจะเข้ามาใน loop นี้เมื่อ working = 0 จะทำให้ RA1(pump) , RB2(limit Switch 2), RB3 (DIR1), RB4 (ENA), RC1 (Blue) มีค่าเป็น 0 คือไม่ทำงาน และ RC3 (LED สีเหลือง) มีค่าเท่ากับ 1 (LED สีเหลืองจะสว่าง)
- บรรทัดที่ 92-97 ถ้า RA3(Continue switch) มีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่า working มีค่าเท่ากับ 1 RC1 (LED สีฟ้า) มีค่าเท่ากับ 1 (LED สีฟ้าสว่าง) และ RC3 (LED สีเหลือง) มีค่าเท่ากับ 0 (LED สีเหลืองจะดับ)
- บรรทัดที่ 101-102 count จะมีค่าลดลงทีละ 1 เมื่อมีการกด limit switch 1 ครั้ง ค่า count ที่ลดค่าลงแล้วจะเข้าไปแทนในบรรทัดที่ 24 เพื่อเช็คเงื่อนไขต่อไป
- บรรทัดที่ 102 กำหนด working จะมีค่าเป็น 1
- บรรทัดที่ 105 RA1 (pump) มีค่าเท่ากับ 0 ปั๊มจะหยุดการทำงาน
- บรรทัดที่ 106-108 RB2 (DIR 2) , RB3 (DIR1) , RB4 (ENA) มีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน
- บรรทัดที่ 109 RC2 (red) มีค่าเท่ากับ 0 ไฟ LED สีแดงจะสว่าง
- บรรทัดที่ 110 RC3 (yellow) มีค่าเท่ากับ 1 ไฟ LED สีเหลืองจะดับ
- บรรทัดที่ 111 RC1 (blue) มีค่าเท่ากับ 0 ไฟ LED สีฟ้าจะดับ

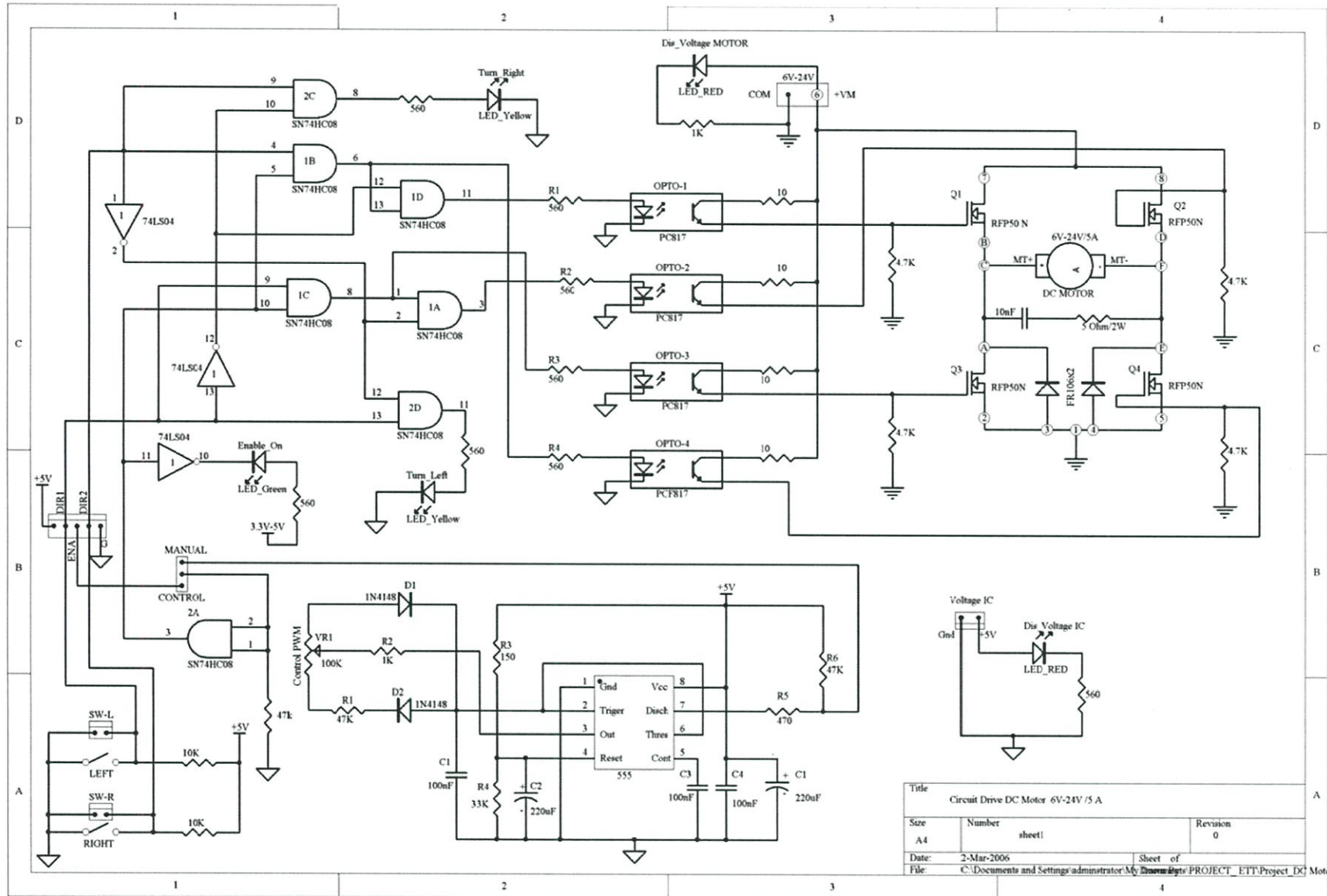


รูปที่ ค.2 Schematic chart ของวงจรมain board ที่ใช้ในการควบคุม motor drive board และ relay board



รูปที่ ค.3 PCB ของ main board ที่ใช้ในการควบคุม motor drive board และ relay board

รูปที่ ๓.5 วงจร ควบคุมมอเตอร์ 12V/10A



Title		
Circuit Drive DC Motor 6V-24V / 5 A		
Size	Number	Revision
A4	sheet1	0
Date:	2-Mar-2006	Sheet of
File: C:\Documents and Settings\administrator\My Documents\PROJECT_ETT\Project_DC Motor		