

อุปกรณ์ช่วยเด็กจมน้ำแบบพองลมโดยเซ็นเซอร์วัดความดัน

Pressure detection flotation device for kid



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

อุปกรณ์ช่วยเด็กจมน้ำแบบพองลมโดยเซ็นเซอร์วัดความดัน

Pressure detection flotation device for kid



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

Pressure detection flotation device for kid



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

2019

อุปกรณ์ช่วยเด็กจมน้ำแบบพองลมโดยเซ็นเซอร์วัดความดัน

นาย สุขวิทย์ กายทะวิมล	59011421
นาย อัครเกรียงไกร มุลดี	59011534
นาย อาชวิต พุณธนาทรัพย์	59011558
ผศ.ดร. เอกพจน์ ตันตราภิวัดน์	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2562	

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์เล่มนี้นำเสนอเรื่อง อุปกรณ์ช่วยเหลือน้ำเด็กจมน้ำแบบอัตโนมัติ กลไกการทำงานของอุปกรณ์นี้เริ่มจากการที่เซ็นเซอร์วัดความดันและส่งสัญญาณไฟฟ้าไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงสัญญาณเป็นความดันและความลึก จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะถูกเขียนคำสั่งให้ส่งสัญญาณควบคุมการทำงานไปที่เซอร์โวมอเตอร์ เมื่อสถานะของอุปกรณ์ตรงตาม 1 ใน 2 เงื่อนไขการทำงานที่ถูกตั้งค่าไว้ คือระยะเวลาที่ตั้งค่าให้เครื่องเริ่มทำงาน หรือระดับความลึกของน้ำ มอเตอร์จะหมุนทำให้หัวเจาะหมุนและเคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามเกลียวและเจาะถึงก๊าซทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไหลเข้าสู่ถุงลมและพองตัวขึ้น หลักการในการออกแบบอุปกรณ์เป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบอุปกรณ์พองลมอัตโนมัติ (ISO 12402-3) ซึ่งเหมาะสำหรับการช่วยชีวิตเด็กที่หมดสติซึ่ง 2 ทฤษฎีหลักที่ใช้ในการออกแบบอุปกรณ์นี้คือ แรงลอยตัว และแรงต้านของของไหล เพื่อช่วยในการคำนวณระยะที่ตั้งค่าให้เครื่องเริ่มทำงานและระดับความลึกของน้ำ วัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูปนั้นคือใช้เหล็กในส่วนที่ต้องทนทานต่อแรงบิด และเส้นใยพลาสติก PLA ขึ้นรูปโดย 3D Printer เพื่อขึ้นรูปส่วนโครงสร้างที่มีความซับซ้อนภายใน และเพื่อลดน้ำหนักของอุปกรณ์

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าถุงลมเริ่มพองตัวที่วินาทีที่ 42 และระยะเวลาการลอยขึ้นสู่วิว น้ำแตกต่างกันตามความลึกที่เริ่มทดลอง ส่วนที่การทดลองระดับความลึกมากกว่าสองเมตรจะเริ่มทำงานทันที และผู้ทดลองจะลอยขึ้นมาในลักษณะหงายหน้าเสมอไม่ว่าจะจมแบบคว่ำหน้าหรือหงายหน้า

Pressure detection flotation device for kid

Sukkawit Guaytawimon 59011421

Akarakriangkrai Moondee 59011534

Archawit Poontanasap 59011558

Asst.Prof.Dr.Akapot Tantrapiwat Advisor

Year 2562

Abstract

This project presents an automatic flotation device for drowning victims. The mechanism of this device starts from the pressure sensor to detect pressure and send a signal to Arduino to convert the signal to water depth. An Arduino was programmed to send a signal to the motor when it reaches one of two conditions which are set up time or specified depth. A motor will rotate and make a drill head move forward and drill the gas tank. CO₂ gas will flow into an airbag. This device was designed base on personal flotation devices standard (ISO 12402-3) which suitable for the unconscious child victim. Two main theories to support this device's invention is buoyancy force and drag force to calculate set up time and depth. Instead of using whole steel for the material, PLA plastic formed by 3D printer with steel thread was chosen to form a complex inside structure and to reduce weight.

Experimental results show that the airbag began to inflate at 42 seconds and the float up time varied according to the depth at which the experiment was started. The airbag began to inflate immediately when the device reaches 2 meters in. The user floated in a face-up position no matter how the user sank in the face-up or face-down position.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงโดยสมบูรณ์เพราะได้รับคำแนะนำและคำปรึกษาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เอกพจน์ ตันตราภิวณิช ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำโครงการและปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณเพื่อนในภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ที่ให้คำแนะนำในเรื่องอิเล็กทรอนิกส์

ขอขอบคุณเพื่อนในสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ให้ความร่วมมือมาทดลอง

ขอขอบคุณผู้ที่ให้ใช้สระน้ำเป็นสถานที่ในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจในการทำงานตลอดมา

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงาน

และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณญาติพี่น้องที่ช่วยเหลือสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ด้วยดีตลอดมา จึงทำให้สามารถแก้ปัญหาและทำให้เกิดชิ้นงานชิ้นนี้ได้ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ของทุกท่าน จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ผู้เขียนขอมอบเป็นกตัญญูตเวทีแก่ บิดามารดา และอาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกท่าน

นาย สุวิทย์ กวยทะวิมล

นาย อัครเกรียงไกร มูลดี

นาย อาชวิต พุณนาทรัพย์

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
รายการสัญลักษณ์.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้.....	2
1.5 การทำงานของตัวเครื่อง.....	2
1.6 ขั้นตอนการทำงาน.....	2
1.7 ประโยชน์ของการศึกษา.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 หลักการออกแบบอุปกรณ์ช่วยชีวิตในน้ำ.....	4
2.1.1 ISO 12402-2 Lifejackets, performance level 275.....	4
2.1.2 ISO 12402-3 Lifejackets, performance level 150.....	5
2.1.3 ISO 12402-4 Lifejackets, performance level 100.....	6
2.1.4 ISO 12402-5 Buoyancy aids performance level 50.....	6
2.2 ทฤษฎีแรงลอยตัว.....	7
2.3 แรงต้าน.....	10
2.4 ความเร็วปลาย.....	10
2.5 กฎของก๊าซ.....	11
2.6 สภาพการลอยตัวของคน.....	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
2.7 ระบบควบคุม	13
2.7.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	13
2.7.2 เซ็นเซอร์วัดความดัน	14
2.7.3 มอเตอร์	15
2.8 ชนิดของชูชีพที่มีขายในท้องตลาด	17
2.8.1 offshore Life Jackets	17
2.8.2 Near-shore Vests	17
2.8.3 Flotation Aids	17
2.8.4 Throwable Devices	17
2.8.5 Throwable Devices	17
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
2.9.1 งานวิจัย เรื่อง “Squib Inflator adaptor”	19
2.9.2 งานวิจัยเรื่อง “Computer simulation of the performance of lifejackets”	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน.....	21
3.1 การเลือกมาตรฐานความปลอดภัย	21
3.2 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้ง	21
3.3 สภาพการลอยตัวตามสรีระของเด็กไทย	22
3.4 ลำดับการทำงานของอุปกรณ์	23
3.5 การออกแบบแผนผังวงจรและกลไกการทำงาน	25
3.5.1 แผนผังวงจรควบคุม	25
3.5.2 ส่วนกลไก	25
3.6 การเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ	26
3.6.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	26
3.6.2 แหล่งจ่ายไฟ	26
3.6.3 มอเตอร์	27
3.6.4 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ	27
3.6.5 การออกแบบตัวเครื่องและวัสดุ	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
3.6.6 ถังลม	29
3.6.7 ครอบกักคาร์บอนไดออกไซด์	31
3.7 การคำนวณหาตัวแปรเวลาและความลึก	33
3.8 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์	35
3.8.1 รายละเอียดในการสร้าง	35
3.8.2 การขึ้นรูปส่วน Inflater ด้วย 3D Printer	35
3.8.3 ขั้นตอนการทำงานโดยการกลิ้ง	37
3.8.4 การเชื่อมวงจรและติดตั้ง	38
บทที่ 4 ผลการทดลอง	39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	41
5.1 สรุปผลการทดลอง	41
5.2 ปัญหาที่พบและการแก้ไข	42
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก	44
ภาคผนวก ก	45
ภาคผนวก ข	48
ภาคผนวก ค	49
ภาคผนวก ง	50
ภาคผนวก จ	51
ภาคผนวก ฉ	52
ภาคผนวก ช	61

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
2.1 ตารางแสดงแรงที่ต้องใช้ในการลอยตัวตามน้ำหนักของผู้ใช้งานจากมาตรฐาน ISO 12402-2....	5
2.2 ตารางแสดงแรงที่ต้องใช้ในการลอยตัวตามน้ำหนักของผู้ใช้งานจากมาตรฐาน ISO 12402-3....	5
2.3 ตารางแสดงแรงที่ต้องใช้ในการลอยตัวตามน้ำหนักของผู้ใช้งานจากมาตรฐาน ISO 12402-4....	6
2.4 ตารางแสดงแรงที่ต้องใช้ในการลอยตัวตามน้ำหนักของผู้ใช้งานจากมาตรฐาน ISO 12402-5....	7
3.1 ตารางสถิติของเด็กช่วงอายุ 11 ปีจากสถิติ.....	22
3.2 ตารางแสดงคุณสมบัติของเส้นใย 3D printer.....	29
3.3 ตารางคู่มืออ้างอิงของกระบอกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผู้ผลิต.....	32
4.1 ตารางบันทึกผลลักษณะการลอยตัว.....	39
4.2 ตารางบันทึกเวลาการทำงานของอุปกรณ์.....	40

สารบัญรูป

รูปที่	หน้าที่
2.1 สัญลักษณ์ ISO 12402-2.....	4
2.2 สัญลักษณ์ ISO 12402-3.....	5
2.3 สัญลักษณ์ ISO 12402-4.....	6
2.4 สัญลักษณ์ ISO 12402-5.....	7
2.5 แผนภาพวัตถุอิสระของวัตถุที่จมน้ำ.....	7
2.6 แผนภาพวัตถุอิสระของวัตถุที่จมน้ำ ณ ตำแหน่งสมดุล.....	9
2.7 แผนภาพวัตถุอิสระของมนุษย์ที่จมน้ำ.....	12
2.8 Piezoelectric pressure sensor.....	14
2.9 Piezoresistive pressure sensor.....	15
2.10 สเต็ปมอเตอร์.....	16
2.11 เซอร์โวมอเตอร์.....	16
2.12 Hybrid Inflation.....	18
2.13 งานวิจัยเรื่อง Squib Inflator adaptor.....	19
2.14 งานวิจัยเรื่อง Computer simulation of the performance of lifejackets.....	19
3.1 แสดงการทดสอบตำแหน่งของถุงลมที่ตำแหน่งต่างๆของร่างกาย.....	21
3.2 ลำดับการทำงานของอุปกรณ์.....	24
3.3 แผนผังวงจรควบคุม.....	25
3.4 ภาพตัด inflator ที่ออกแบบ.....	25
3.5 Arduino nano.....	26
3.6 แบตเตอรี่ 9V.....	26
3.7 มอเตอร์ SH5010 360 Standard Servo.....	27
3.8 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ SEN0257.....	27
3.9 การออกแบบตัวเครื่องโดยโปรแกรม Solidworks.....	28
3.10 การออกแบบถุงลมโดยโปรแกรม Solidworks.....	29
3.11 แผนภาพวัตถุอิสระของผู้ใช้งานเมื่อใช้งานอุปกรณ์.....	30
3.12 กระบอกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	31

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
3.13 ไดอะแกรมการเคลื่อนที่ขึ้นและลง	33
3.14 จำลองการติดตั้งอุปกรณ์ลงในกล่องควบคุม	35
3.15 การออกแบบ Inflater.....	36
3.16 ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงานโดยเครื่อง 3D printer.....	36
3.17 การขึ้นรูป Inflater โดยเครื่อง 3D printer	37
3.18 การกลึงหัวเจาะกระบอกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....	37
3.19 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ลงในกล่องควบคุม.....	38
4.1 การทดลองทำทางการลอยตัว.....	39
4.2 การทดลองระยะเวลาที่เครื่องเริ่มทำงาน และระยะเวลาที่ผู้ใช้งานถึงผิวน้ำ.....	40
5.1 กราฟเปรียบเทียบระยะเวลาที่อุปกรณ์อยู่ใต้น้ำรวมทางทฤษฎีและการทดลอง	41
5.2 การปรับค่า offset ของเซ็นเซอร์.....	42

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ชื่อ (ภาษาไทย)	ชื่อ (ภาษาอังกฤษ)	หน่วย
P_1	ความดันที่ผิวบน	Pressure at top	kPa
P_2	ความดันที่ผิวล่าง	Pressure at bottom	kPa
γ	น้ำหนักจำเพาะ	Specific weight	N/m^3
F_B	แรงลอยตัว	Buoyant force	N
h	ระดับความลึก	Water depth	m
A	พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ	Section area	m^2
V	ปริมาตรของวัตถุ	Volume	m^3
W	น้ำหนักของวัตถุ	weight	N
F_D	แรงต้านของของไหล	Drag force	N
ρ	ความหนาแน่นของน้ำ	Density	Kg/ m^3
u	ความเร็วของวัตถุที่สัมพัทธ์กับน้ำ	Velocity of object	m/s
C_D	ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้าน	Drag coefficient	-
m	มวลของวัตถุ	mass	kg
g	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก	Gravitational acceleration	m/s^2
n	จำนวนโมลของก๊าซ	mole	-
R	ค่าคงตัวแก๊สอุดมคติ	Gas constant	L atm/K mol
T	อุณหภูมิอุณหพลวัต	Temperature	Kelvin
M	มวลต่อ 1 โมล	Molar mass	g
t_1	ระยะเวลาในการจมลง	Drown time	s
t_2	ระยะเวลาในการลอยตัวขึ้น	Float up time	s

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันในประเทศไทยมีชาวเกี่ยวกับการประสบภัยทางน้ำ ซึ่งมาจากการจมน้ำอย่างต่อเนื่อง และทำให้ผู้ประสบภัยได้รับอันตรายหรืออาจถึงทำให้เสียชีวิต โดยผู้ประสบภัยมีตั้งแต่เด็กไปจนถึงผู้ใหญ่ และผู้ประสบภัยส่วนใหญ่เป็นเด็ก ซึ่งการที่ลงไปเล่นในแหล่งน้ำโดยไม่สวมใส่อุปกรณ์ช่วยเหลือ อาจเป็นเพราะอุปกรณ์ช่วยเหลือไม่ว่าจะเป็นห่วงยาง แผ่นโฟม หรือชูชีพนั้นเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนไหวภายในน้ำ ดังนั้นเพื่อช่วยให้ผู้ที่ทำกิจกรรมภายในน้ำได้รับความปลอดภัยเพิ่มขึ้น จึงได้คิดอุปกรณ์ที่ช่วยเหลือและเคลื่อนไหวได้สะดวกและทำงานได้โดยอัตโนมัติเพราะในช่วงที่จมน้ำผู้ที่ประสบภัยอาจขาดสติในการตัดสินใจทำให้ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้

ความคุ้มค่าอุปกรณ์ช่วยเหลือตัวนี้อาจจะมีราคาค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แต่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้ ในการทำกิจกรรมทางน้ำ แนวคิดในการออกแบบเครื่องคือต้องให้มีความสะดวกสบายปลอดภัยและบำรุงรักษาได้ง่าย ซึ่งตัวเครื่องจะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ควบคุมและเซนเซอร์ตรวจจับแรงดันน้ำ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดที่เครื่องคาดว่าจะมีอันตราย จะทำให้ถังลมปล่อยอากาศเข้าสู่ถังลมและลอยขึ้นสู่น้ำอย่างปลอดภัย

ใน 10 ปีที่ผ่านมาพบว่าการจมน้ำเป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตในเด็กไทย (อายุต่ำกว่า 15 ปี) มีจากจมน้ำเสียชีวิตไปแล้วถึง 9,042 คน (เฉลี่ยปีละ 904 คน) เมื่อดูถึงช่วงอายุพบว่าเด็กอายุ 5-9 ปี เสียชีวิตมากที่สุด (ร้อยละ 40.2) รองลงมาคือเด็กอายุ 5 ปี (ร้อยละ 35.4) โดยสาเหตุหลักมาจากการชวนกันไปเล่นในแหล่งน้ำประกอบกับไม่รู้วิธีการเอาตัวรอดในน้ำและวิธีการช่วยเหลือที่ถูกต้อง (สำนักโรคไม่ติดต่อกลุ่มป้องกันการบาดเจ็บทั่วไป 2561)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อสร้างอุปกรณ์ช่วยชีวิตเด็กจมน้ำที่ทำงานอย่างอัตโนมัติ ใช้ได้จริง และออกแบบได้ถูกหลักการช่วยชีวิต

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ออกแบบตัวอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับขนาดของเด็กในช่วงอายุที่สำรวจในทางสถิติแล้วว่ามีอัตราการเสียชีวิตสูง
2. อุปกรณ์ช่วยชีวิตเด็กจมน้ำสามารถทำงานอย่างอัตโนมัติในเวลาที่กำหนด

1.4 ทฤษฎีและแนวคิดที่ใช้

1. ทฤษฎีแรงลอยตัว
2. ทฤษฎีแรงต้านและความเร็วปลาย
3. ก๊าซในอุดมคติ
4. หลักการออกแบบอุปกรณ์ช่วยชีวิตในน้ำตามมาตรฐานของหน่วยงาน International Standard Organization(ISO)

1.5 การทำงานของตัวเครื่อง

เมื่อผู้ใช้น้ำตัวเครื่องที่ติดอยู่ที่คอก็จะโดนน้ำทำให้เซ็นเซอร์วัดความดันที่ติดไว้ที่บริเวณคอ จะทำงานและส่งข้อมูลไปยังบอร์ด Arduino เพื่อทำการนับเวลา จนถึงเวลาที่กำหนดไว้ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ จะจ่ายไฟไปยัง servo motor ดันเข็มไปเจาะถึงที่บรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เอาไว้ ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไหลไปยังถุงลม ถูกพับเอาไว้ในตัวเครื่อง และทำให้ถุงลมขยายตัวออกจากรูซิปที่แตกที่ทำเอาไว้เพื่อให้ถุงลมไหลออกจากตัวเครื่องได้ง่าย ทำให้ถุงลมยกตัวของผู้ใช้งานขึ้นมาเหนือน้ำ

1.6 ขั้นตอนการทำงาน

1. ค้นคว้าชิ้นงานวิจัยและสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา
2. คำนวณ ออกแบบชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เหมาะสมวัตถุประสงค์
3. สร้างตัวอุปกรณ์ตามที่ออกแบบ
4. ทดลอง วิเคราะห์และแก้ไขให้สมบูรณ์
5. ทดสอบโดยการใช้งานจริง
6. สรุป บันทึก และจัดทำเล่มวิทยานิพนธ์

1.7 ประโยชน์ของการศึกษา

เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาประยุกต์ใช้งาน แก้ไขปัญหาและพัฒนา ฝึกฝนการคิด วิเคราะห์ให้เป็นระบบและจดบันทึกไว้ ฝึกฝนการทำงานเป็นทีมการติดต่อสื่อสารและสร้างอุปกรณ์ ช่วยเด็กจมน้ำเพื่อลดอัตราการเสียชีวิตของเด็กไทย



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากอุปกรณ์ช่วยชีวิตในน้ำนั้นทำงานอัตโนมัติจึงมีการติดตั้งอุปกรณ์หลายชิ้นเพื่อช่วยในการทำงาน และต้องใช้ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยในการเลือกใช้ออกแบบอุปกรณ์ในแต่ละส่วนอย่างเหมาะสม ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบในแต่ละส่วน ได้แก่ ส่วน ถูกลม มอเตอร์ ถังแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ วงจร Arduino วาล์ว เซ็นเซอร์ ที่ติดตั้งมากับตัวเครื่องเพื่อให้สามารถเลือกใช้งานอุปกรณ์ที่กล่าวมาอย่างเหมาะสม

2.1 หลักการออกแบบอุปกรณ์ช่วยชีวิตในน้ำ

หลักการออกแบบอุปกรณ์ช่วยชีวิตในน้ำตามหลักมาตรฐานของหน่วยงาน International standard Organization (ISO) หมวด ISO 12402 ได้แบ่งระดับของอุปกรณ์ช่วยชีวิตในน้ำ โดยจะแบ่งตามการใช้งาน ตำแหน่งที่ทำกิจกรรมทางน้ำ ระดับการรับรู้ของผู้ประสบเหตุ และระยะเวลาการใช้งาน ซึ่งแต่ละระดับนั้นก็จะกำหนดเกณฑ์ขีดความสามารถในการลอยตัวต่างกัน และในแต่ละระดับก็จะแบ่งย่อยความสามารถในการลอยตัวไปตามน้ำหนักของผู้สวมใส่ แบ่งได้เป็น 4 ระดับดังนี้

2.1.1 ISO 12402-2 Lifejackets, performance level 275



รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ ISO 12402-2

ISO12402-2 performance level 275 เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่ตำแหน่งไกลจากชายฝั่ง และสำหรับผู้ที่กำลังแบกรับน้ำหนักทำให้ต้องการแรงลอยตัวที่มาก ขึ้น หรือสวมใส่เสื้อผ้าที่เป็นอุปสรรคต่อการลอยตัว และยังต้องตีไฮนซ์เพื่อให้ตัวผู้ใช้ลอยขึ้นในตำแหน่งที่เหมาะสมโดยที่จมูกและปากอยู่เหนือน้ำ ระดับของแรงลอยตัวขั้นต่ำขึ้นกับน้ำหนักดังตาราง

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงแรงที่ต้องใช้ในการลอยตัวตามน้ำหนักของผู้ใช้งานจากมาตรฐาน ISO 12402-2

Parameter	User						
	Child			Adult			
User's mass (kg)	$m \leq 15$	$m \leq 30$	$m \leq 40$	$m \leq 50$	$m \leq 60$	$m \leq 70$	$m > 70$
Minimum buoyancy (N)	90	120	140	170	200	230	275

(ที่มา : ISO 12402-2)

2.1.2 ISO 12402-3 Lifejackets, performance level 150



รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ ISO 12402-3

ISO 12402-3 performance level 150 เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่ตำแหน่งไกลจากชายฝั่ง มีสภาพอากาศที่เลวร้าย ใช้เมื่อต้องการมาตรฐานการใช้งานที่สูง สามารถช่วยเหลือผู้ประสบภัยที่หมดสติและไม่ต้องเคลื่อนไหวเพื่อพุงตัวหลังจากตัวอุปกรณ์เริ่มทำงาน ระดับของแรงลอยตัวขั้นต่ำขึ้นกับน้ำหนักดังตาราง

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงแรงที่ต้องใช้ในการลอยตัวตามน้ำหนักของผู้ใช้งานจากมาตรฐาน ISO 12402-3

Parameter	User						
	Child			Adult			
User's mass (kg)	$m \leq 15$	$m \leq 30$	$m \leq 40$	$m \leq 50$	$m \leq 60$	$m \leq 70$	$m > 70$
Minimum buoyancy (N)	45	60	75	90	110	130	150

(ที่มา : ISO 12402-3)

2.1.3 ISO 12402-4 Lifejackets, performance level 100



รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ ISO 12402-4

ISO 12402-4 performance level 100 เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่จะต้องรอการช่วยเหลือแต่อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้ชายฝั่ง และไม่มีคลื่น อุปกรณ์ไม่ควรนำไปใช้ในสภาวะเลวร้าย ระดับของแรงลอยตัวขั้นต่ำขึ้นกับน้ำหนักดังตาราง

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงแรงที่ต้องใช้ในการลอยตัวตามน้ำหนักของผู้ใช้งานจากมาตรฐาน ISO 12402-4

Parameter	User						
	Child			Adult			
User's mass (kg)	$m \leq 15$	$m \leq 30$	$m \leq 40$	$m \leq 50$	$m \leq 60$	$m \leq 70$	$m > 70$
Minimum buoyancy (N)	30	40	50	60	70	80	100

(ที่มา : ISO 12402-4)

2.1.4 ISO 12402-5 Buoyancy aids performance level 50



รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์ ISO 12402-5

ISO 12402-5 performance level 50 เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับ ผู้ที่สามารถว่ายน้ำได้ หรืออยู่ใกล้ชายฝั่ง หรือใกล้ผู้ที่สามารถช่วยเหลือได้ โดยมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถใช้งานในสภาวะที่มีคลื่นและไม่สามารถช่วยลอยตัวในเวลานาน อุปกรณ์ในระดับนี้ไม่มีแรงลอยตัวที่เพียงพอในการช่วยเหลือผู้ที่ไม่สามารถช่วยตัวเองได้ และผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจในการใช้งาน และสามารถช่วยตัวเองได้ ระดับของแรงลอยตัวขั้นต่ำขึ้นกับน้ำหนักดังตาราง

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงแรงที่ต้องใช้ในการลอยตัวตามน้ำหนักของผู้ใช้งานจากมาตรฐาน ISO 12402-5

Parameter	User						
	Child			Adult			
User's mass (kg)	$m \leq 15$	$m \leq 30$	$m \leq 40$	$m \leq 50$	$m \leq 60$	$m \leq 70$	$m > 70$
Minimum buoyancy (N)	not allowed	not allowed	35	40	40	45	50

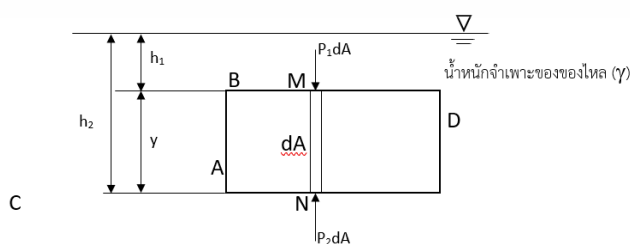
(ที่มา : ISO 12402-5)

2.2 ทฤษฎีแรงลอยตัว

เมื่อวัตถุจมอยู่ในของไหลทั้งก้อนหรือบางส่วน เราเรียกแรงลัพธ์ที่ของไหลกระทำกับวัตถุว่าแรงลอยตัว แรงลัพธ์ที่กระทำในแนวตั้งฉากขึ้นนั้นเกิดจากการที่ความดันเพิ่มขึ้นตามความลึก ทำให้แรงดันที่กระทำกับวัตถุในตำแหน่งที่ลึกกว่า มีค่ามากกว่าแรงดันที่กระทำกับวัตถุในตำแหน่งที่ตื้นกว่า

ขนาดของแรงลอยตัวสามารถหาค่าได้โดยใช้หลักการของอาร์คิมิดีส ซึ่งกล่าวไว้ว่า “ เมื่อวัตถุใดๆจมอยู่ในของไหลไม่ว่าจะจมทั้งหมดหรือจมบางส่วนก็ตามจะมีแรงลอยตัวมากระทำวัตถุนั้นและจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุแทนที่ ”

แรงลอยตัวที่กระทำกับวัตถุที่จมในของไหลนั้น เกิดขึ้นจากความดันในของของไหลที่กระทำกับพื้นที่ผิววัตถุนั้น ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แผนภาพวัตถุอิสระของวัตถุที่จมน้ำ

จากรูปที่ 2.5 วัตถุ ABCD ทั้งก้อนจมในของไหลที่มีน้ำหนักจำเพาะเท่ากับ γ แรงลัพธ์ของแรงในแนวระนาบ (horizontal) ที่กระทำรอบๆวัตถุนี้มีค่าเป็นศูนย์ เนื่องจากแรงรอบๆ วัตถุมีพื้นที่ภาพฉายด้านตรงกันข้ามเท่ากัน ขนาดของแรงระนาบในด้านตรงข้ามกันจึงหักล้างกันไปด้วย ผลคือแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ ส่วนแรงในแนวตั้ง (vertical) ที่กระทำกับวัตถุ เราพิจารณาชิ้นส่วน MN ที่มีหน้าตัด dA ปลายด้านบนของชิ้นส่วน MN จะมีแรงที่เกิดจากความดันของของไหล เท่ากับ P_1dA กระทำจากด้านบนลงล่าง ทำนองเดียวกันที่ปลายด้านล่างของปริซึมจะมีแรงที่เกิดจากความดันของของไหลเท่ากับ P_2dA กระทำจากด้านล่างขึ้นบน จากรูปที่ 2.5 จะได้ว่า

$$P_1 = \gamma h_1$$

$$P_2 = \gamma h_2$$

$$y = h_2 - h_1$$

γ เป็นน้ำหนักจำเพาะของของไหล และถ้า P_2 มากกว่า P_1 แล้ว ความแตกต่างของของแรงกระทำขึ้นและแรงกระทำก็คือ แรงพยุง dF_B ที่กระทำในแนวตั้งกับชิ้นส่วน MN ดังนั้นแรงลอยตัว dF_B เขียนได้ดังนี้

$$F_B = P_2 dA - P_1 dA$$

$$F_B = \gamma (h_2 - h_1) dA$$

$$F_B = \gamma y dA$$

ถ้า dV เป็นปริมาตรของชิ้นส่วน MN ในแนวตั้ง ดังนั้น

$$dV = \gamma dA$$

$$\therefore dF_B = \gamma dV$$

แรงลอยตัว F_B ทั้งหมดที่กระทำกับวัตถุทั้งก้อน ABCD หาได้จากปริพันธ์ของ dF_B

$$F_B = \int dF_B$$

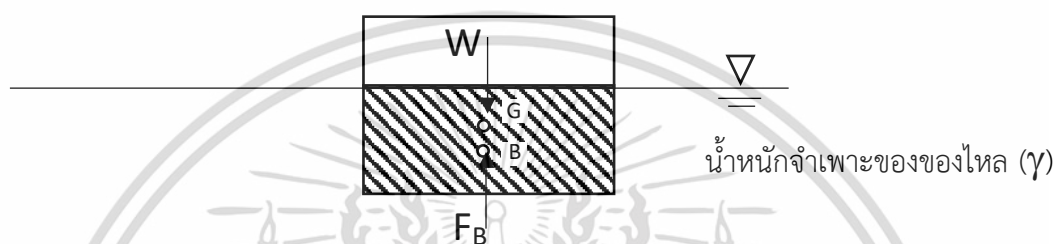
$$= \int \gamma dV$$

$$F_B = \gamma V$$

(2. 1)

จากสมการที่ 2.1 V เป็นปริมาตรของวัตถุทั้งก้อนที่จมในของไหล และแรงลอยตัว F_B จะเท่ากับ น้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุทั้งก้อนแทนที่ (γV) และแรงนี้จะกระทำผ่านจุดศูนย์กลางของแรงลอยตัวซึ่งเป็น ตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วง (Centroid) ของปริมาตรของของไหลที่ถูกแทนที่ ในกรณีที่วัตถุจมทั้งก้อนจุดศูนย์กลางของแรงลอยตัวจะเป็นจุดเดียวกับจุดศูนย์กลางถ่วงของมัน

เมื่อวัตถุลอยอยู่เหนือผิวอิสระของของไหลจะมีบางส่วนจมอยู่ในของไหล ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แผนภาพวัตถุอิสระของวัตถุที่จมน้ำ ณ ตำแหน่งสมดุล

ในรูปที่ 2.6 ทางด้านบนของวัตถุบางส่วนจะสัมผัสกับอากาศ และทางด้านล่างของวัตถุจะจมอยู่ในของไหล ในกรณีนี้ น้ำหนักจำเพาะของอากาศไม่ต้องนำมาพิจารณาเพราะเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักจำเพาะของของไหลแล้วมีค่าน้อยมาก น้ำหนักของอากาศที่ถูกทางด้านบนของวัตถุแทนที่ไม่ต้องนำมาพิจารณา ดังนั้นแรงลอยตัวของไหลกระทำกับวัตถุจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุส่วนที่จมนั้นแทนที่ และจะกระทำผ่านจุดศูนย์กลางถ่วงของของไหลที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่ด้วย

เมื่อวัตถุลอยอยู่ในของไหลในสภาพสมดุล (equilibrium) แรงลอยตัวจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของไหลที่ถูกวัตถุส่วนที่จมนั้นแทนที่ แล้วจึงเท่ากับน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อนด้วย นั่นคือ

$$F_B = W \quad (2.2)$$

โดยที่ F_B คือ แรงลอยตัว

W คือ น้ำหนักของวัตถุ

ถ้าแนวแรงของแรงลอยตัวและน้ำหนักอยู่ในแนวเดียวกัน จะไม่ทำให้เกิดโมเมนต์ และถ้าแรงลอยตัว F_B เท่ากับน้ำหนัก W ของวัตถุ วัตถุนี้จะอยู่ในสภาพสมดุลและหยุดนิ่ง และถ้าแรงพยุง F_B มีค่ามากกว่าน้ำหนักวัตถุ W แล้ว วัตถุก่อนหน้านี้ก็จะลอยขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งแรงพยุง F_B เท่ากับ W แล้ว วัตถุนี้จึงหยุดนิ่งอีกครั้งหนึ่งได้ในกรณีตรงกันข้าม ถ้าน้ำหนักวัตถุ W มากกว่าแรงลอยตัว F_B แล้ว วัตถุนี้ก็จะจมดิ่งลงในของไหลจนกระทั่งมีแรงอื่นมาดันหรือช่วยพยุงวัตถุนี้จนมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุจึงทำให้วัตถุนี้หยุดนิ่งได้อีกครั้ง

2.3 แรงต้าน

ทฤษฎีทั่วไปของอุทกพลศาสตร์นิยามว่าแรงต้านทั้งหมดที่กระทำบนวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่สัมพัทธ์กับน้ำรอบๆ จะได้ว่า

$$F_D = \frac{1}{2} \rho C_D A u^2 \quad (2.3)$$

เมื่อ

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ

u = ความเร็วของวัตถุที่สัมพัทธ์กับน้ำ

C_D = ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงต้าน

A = พื้นที่อ้างอิงของวัตถุ (ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ของวัตถุ)

2.4 ความเร็วปลาย

เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ของแรงต้านที่มีต่อวัตถุที่เคลื่อนที่ ยกตัวอย่างเช่นดังรูปที่ 2.6 วัตถุกำลังลอยไปในน้ำภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงและแรงลอยตัวในน้ำกระทำอยู่ โดยที่มีแรงต้านกระทำกับวัตถุด้านการเคลื่อนที่ที่อยู่ และจากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน จะได้ว่า

$$\text{แรงลัพธ์} = \text{แรงลอยตัว} - \text{แรงต้าน} - \text{แรงโน้มถ่วง}$$

ดังนั้น

$$F = \rho V g - \frac{1}{2} \rho C_D A u^2 - mg$$

และวัตถุจะมีความเร่งในแรกเริ่มขึ้นไปทางผิวน้ำเนื่องจากแรงลอยตัวมากกว่าน้ำหนัก และความเร็วจะเพิ่มขึ้นจนทำให้เกิดแรงต้านที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเคลื่อนที่ไปจนถึงความเร็วหนึ่งที่ทำให้แรงต้านรวมกับแรงโน้มถ่วงเท่ากับแรงลอยตัวจนทำให้แรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ทำให้ไม่มีความเร่ง วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยเร็วคงที่ความเร็วนี้จะเรียกว่าความเร็วปลาย(Terminal velocity) : u

$$F = \rho Vg - \frac{1}{2}\rho C_D A u^2 - mg = 0$$

$$u = \sqrt{\frac{\rho Vg - mg}{\frac{1}{2}\rho C_D A}}$$

2.5 กฎของก๊าซ

ในการศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของก๊าซ เราสามารถจัดแบ่งก๊าซออกเป็น 2 ชนิด คือ

อุดมคติ(Ideal Gas) หมายถึงก๊าซที่ถูกสมมติขึ้นเพื่อใช้อธิบายคุณสมบัติต่างๆของก๊าซ โดยไม่ว่าที่สภาวะใดก็ตามก๊าซนี้จะเป็นไปตามกฎต่างๆของก๊าซ ซึ่งก๊าซนี้ไม่มีอยู่จริงในธรรมชาติ

ก๊าซจริง (Real Gas) หมายถึง ก๊าซที่มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ เช่น O_2 CO_2 เป็นต้น โดยก๊าซนี้ไม่เป็นไปตามกฎของก๊าซ ยกเว้นเมื่ออุณหภูมิสูงและความดันต่ำก๊าซจริงจะมีสมบัติใกล้เคียงกับก๊าซอุดมคติ

ในกฎรวมก๊าซเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของก๊าซเกี่ยวกับ ความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิ แต่ยังมีสมบัติที่ควรคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งคือปริมาตรหรือจำนวนโมลของแก๊สในระบบ จากกฎของอาโวกาโดรซึ่งกล่าวไว้ว่า “ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีจำนวนอนุภาคเท่ากัน” นอกจากนี้จำนวนโมลของก๊าซ ยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนอนุภาคและปริมาตรของก๊าซอีกด้วย กล่าวคือก๊าซ 1 โมลจะมีจำนวน 6.02×10^{23} อนุภาคและปริมาตร 22.4 ลิตรหรือลูกบาศก์เดซิเมตรที่ STP จึงสามารถเขียนนิยามของกฎอาโวกาโดรได้ว่า ที่อุณหภูมิและความดันคงที่ปริมาตรของก๊าซใดๆจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนโมลของก๊าซนั้น ๆ

$$PV = nRT$$

หรือ

$$PV = \frac{m}{M} RT \quad (2.4)$$

V เป็นปริมาตรของก๊าซ หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

P เป็นความดันของก๊าซ หน่วยเป็นปาสกาล (หรือพาสคัล)

T เป็นอุณหภูมิอุณหพลวัต หน่วยเป็นเคลวิน

n เป็นจำนวนโมลของแก๊ส

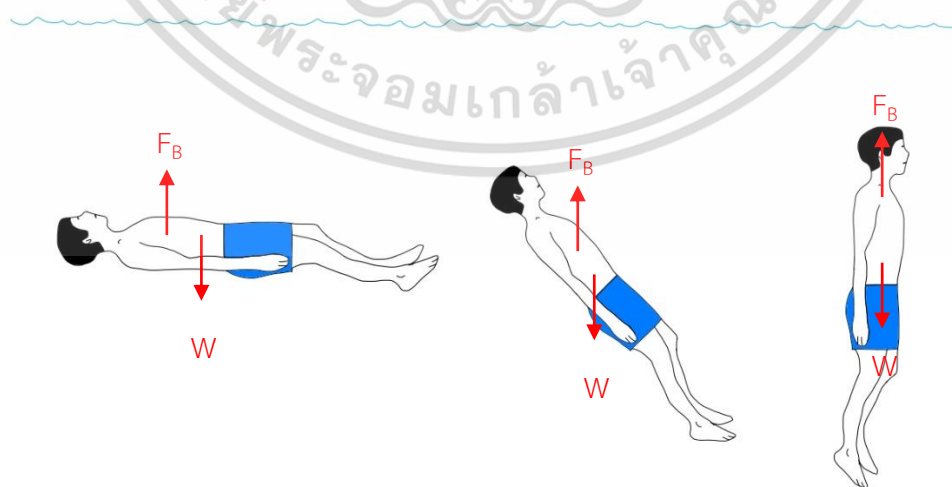
R เป็นค่าคงตัวก๊าซอุดมคติ (ประมาณ $0.08206 \text{ L atm/Kmol}$)

m คือ มวลของสาร หน่วยเป็น กรัม

M คือ มวลต่อ 1 โมล หน่วยเป็น กรัม

2.6 สภาพการลอยตัวของคน

จากนิยามของแรงลอยตัวทำให้ทราบว่าขนาดของแรงลอยตัวและจุดศูนย์กลางของแรงลอยตัวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาตรและความหนาแน่น ดังนั้นหากเป็นวัตถุที่มีความหนาแน่นคงที่ตลอดทั้งรูปร่างจะมีจุดศูนย์กลางแรงลอยตัวที่ตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางมวล แต่เนื่องจากภายในร่างกายของคนประกอบไปด้วยอวัยวะ กระดูก กล้ามเนื้อ ไขมันซึ่งมีความหนาแน่นไม่เท่ากันทำให้จุดศูนย์กลางของแรงลอยตัวนั้นอยู่คนละตำแหน่งกับจุดศูนย์กลางมวล ซึ่งจะอยู่ในบริเวณที่ใกล้กับส่วนที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าคืออยู่ใกล้ส่วนบนของร่างกายมากกว่าจุดศูนย์กลางมวล และเนื่องจากร่างกายส่วนล่างของคนมีน้ำหนักและความหนาแน่นมากกว่าทำให้จุดศูนย์กลางมวลอยู่บริเวณเอวดังรูปที่ 2.7 สองจุดนี้จะอยู่ในบริเวณที่แตกต่างกันในแต่ละคนขึ้นอยู่กับปริมาณกล้ามเนื้อและไขมันของแต่ละคนทำให้ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้



รูปที่ 2.7 แผนภาพวัตถุอิสระของมนุษย์ที่จมน้ำ

หากลอยตัวในลักษณะแนวนอน จากทิศทางที่ตรงกันข้ามและอยู่คนละตำแหน่งในร่างกายของจุดศูนย์กลางมวลและจุดศูนย์กลางการลอยตัวทำให้เกิดโมเมนต์การหมุนขึ้นซึ่งการหมุนนี้จะทำให้ร่างกายลอยในลักษณะแนวตั้งมากขึ้น ร่างกายจะหยุดหมุนเมื่อแรงทั้งสองแรงนั้นอยู่ในระนาบเส้นตรงเดียวกันซึ่งจะทำให้แขนโมเมนต์ (moment arm) หายไปและร่างกายจะอยู่ในสภาพสมดุล (Equilibrium)

ขนาดของการหมุนนั้นจะส่งผลต่อสภาพการลอยตัวว่าตั้งตรงเพียงใด และขนาดของการหมุนนั้นสัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างโมเมนต์การหมุนของแรงทั้งสอง ดังนั้นหากจุดศูนย์กลางมวลและจุดศูนย์กลางการลอยตัว อยู่ใกล้กัน แขนของโมเมนต์จะสั้นทำให้ระยะการหมุนน้อยทำให้สภาพการลอยตัวแนวนอนจะอยู่ในแนวนอนมากกว่ากรณีที่จุดศูนย์กลางมวลและจุดศูนย์กลางการลอยตัวอยู่ไกลกัน เนื่องจากหากมีขนาดของการหมุนน้อยทำให้ไม่มีแรงมากพอที่จะเอาชนะแรงต้านของของไหลได้

2.7 ระบบควบคุม

2.7.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นเริ่มต้นมาจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่าไมโครโพรเซสเซอร์ ซึ่งเป็นหน่วยประมวลผลของคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก โดยโครงสร้างภายนอกจะเป็นแบบวงจรรวมหรือ IC (Integrate Circuit) โดยสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมคำสั่งการทำงานขนาดเล็กได้ เนื่องจากมีต้นกำเนิดมาจากคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กจึงมีโครงสร้างภายในที่ใช้ในการทำงานคล้ายๆกันโดยส่วนประกอบพื้นฐานอยู่ 5 ส่วน

1 ซีพียู มีหน้าที่รับข้อมูลจากส่วนอินพุตมาประมวลผลตามโปรแกรมคำสั่งที่เขียนและส่งออกไปยังเอาต์พุต ถือเป็นหัวใจหลักของระบบทั้งหมด

2 หน่วยความจำ มีหน้าที่เก็บข้อมูลที่ถูกเขียนหรือผลลัพธ์จากการประมวลผล มีอยู่หลายประเภทตามการใช้งานเช่น ชนิดที่ต้องจ่ายไฟให้ตลอดเพื่อเก็บข้อมูล ชนิดที่ไม่ต้องจ่ายไฟเพื่อเก็บข้อมูล หรือชนิดที่เขียนข้อมูลทับใหม่ได้หลายครั้ง

3 หน่วยเชื่อมต่อ มีหน้าที่เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์อื่นเพื่อรับสัญญาณอินพุตหรือส่งออกสัญญาณเอาต์พุตเช่น การเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์วัดแรงดันถือเป็นการรับค่าอินพุตจากเซ็นเซอร์ การเชื่อมต่อกับหน้าจอแอลซีดีถือเป็นการส่งออกค่าเอาต์พุต

4 บัส คือเส้นทางการส่งสัญญาณ เนื่องจากภายในคอนโทรลเลอร์อุปกรณ์ต้องทำงานร่วมกันจึงต้องมีการรับส่งข้อมูล บัสจึงมีหน้าที่ส่งข้อมูลจากส่วนต่างๆในคอนโทรลเลอร์

5 วงจรกำเนิดสัญญาณ มีหน้าที่กำหนดจังหวะการทำงานของระบบควบคุม โดยสัญญาณที่ได้จะมีลักษณะซ้ำๆกันส่วนใหญ่จะออกมาในลักษณะเป็น sine wave

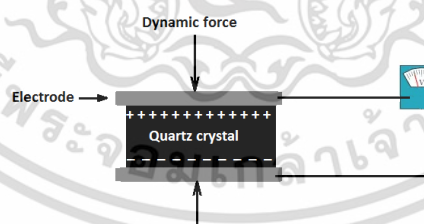
ในปัจจุบันอุปกรณ์ไฟฟ้าแทบทุกชนิดมีแผงคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานเพื่อฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายดังนั้นก็จะมีผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้น แต่โดยพื้นฐานแล้วจะมีการทำงานคล้ายกันต่างกันตรงที่ ความเร็ว การอ่านข้อมูล ความจำ ภาษาในการเขียนโปรแกรมสั่งการ ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตว่าต้องการเน้นจุดเด่นในด้านใด โดยตระกูลไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันตัวอย่างเช่น ตระกูล MCS-51 ตระกูล PIC ตระกูล ARM ตระกูล Arduino เป็นต้น

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมคำสั่งนั้นถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเพื่อความง่ายต่อการเข้าใจและความสะดวกสบายในการเรียนรู้และใช้งานเริ่มตั้งแต่ภาษาพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์คือ เลขฐานสิบหก ซึ่งเป็นสิ่งที่ยุ่งยากมากเพราะต้องอ้างอิงชุดคำสั่งจากโรงงานผู้ผลิต ไปจนถึงภาษาซี ซึ่งเป็นภาษาที่ใกล้เคียงกับภาษาของมนุษย์ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ เขียนโปรแกรมได้สะดวกและมีประสิทธิภาพเหมือนภาษาพื้นฐาน

2.7.2 เซ็นเซอร์วัดความดัน

เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดความดันของของไหล ถือเป็นอินพุตแบบ ทรานสดิวเซอร์ชนิดหนึ่งคือแปลงการเปลี่ยนแปลงทางกลเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าที่ตรวจสอบได้เพื่อจะนำสัญญาณเหล่านี้ไปประมวลผลที่หน่วยประมวลผล ประเภทของทรานสดิวเซอร์ที่ใช้วัดความดันนั้น มีหลายชนิดแตกต่างกันตามปริมาณทางกลที่วัด แต่มี 2 ประเภทที่ได้รับความนิยมคือ

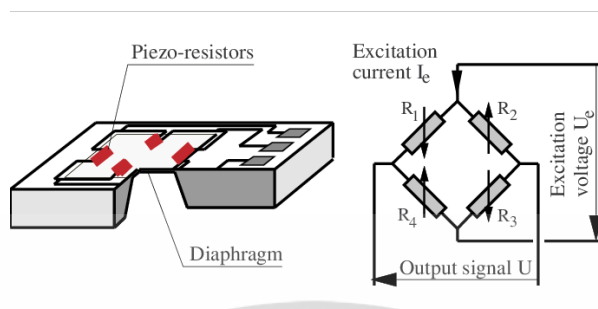
2.7.2.1 Piezoelectric pressure sensor



รูปที่ 2.8 Piezoelectric pressure sensor

หลักการทำงานคือ เมื่อวัสดุเพียโซได้รับแรงหรือความดันจากภายนอกทำให้โมเลกุลเปลี่ยนรูปทำให้เกิดการเคลื่อนของประจุไฟฟ้าขึ้น เมื่อเราแปลงค่าการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้านี้จะทำให้เราสามารถรู้ความดันได้

2.7.2.2 Piezoresistive pressure sensor



รูปที่ 2.9 Piezoresistive pressure sensor

หลักการทำงานคือ ติดตัวต้านทานชนิด Piezoresistors บนแผ่นไดอะแฟรม และต่อตัวต้านทานแบบวงจร Wheatstone Bridge เมื่อได้รับแรงดันแผ่นไดอะแฟรมจะโค้งงอทำให้ตัวต้านทานชนิด Piezoresistors เปลี่ยนรูปและค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ค่ากระแสในวงจร Wheatstone Bridge เปลี่ยน เมื่อเราแปลงค่าการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้านี้จะทำให้เราสามารถรู้ความดันได้

2.7.3 มอเตอร์

คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลหลักการทำงานคือสนามไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กซึ่งทำให้เกิดแรงดึงดูดและแรงผลักกับแม่เหล็กถาวรจนทำให้มอเตอร์เริ่มหมุน

โครงสร้างมอเตอร์

1. โรเตอร์ (Rotor) คือส่วนที่เคลื่อนที่ในมอเตอร์ ซึ่งจะหมุนเพลาและให้กำลังงานเชิงกล ปกติโรเตอร์จะมีขดลวดตัวนำพันอยู่โดยรอบ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำจะเหนี่ยวนำให้เกิดแม่เหล็กและผลักกับแม่เหล็กถาวร จนทำให้เพลาหมุนได้
2. สเตเตอร์ (Stator) คือส่วนที่อยู่กับที่ประกอบด้วยโครงมอเตอร์ ขดลวด และแกนเหล็ก
3. ขดลวด (Windings) คือขดลวดที่พันรอบเป็นคอยล์ ปกติจะเคลือบฉนวนและพันรอบแกนแม่เหล็กอ่อน เพื่อให้เป็นขั้วแม่เหล็กเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
4. ตัวสับเปลี่ยน (Commutator) คือกลไกที่ใช้ในการสลับอินพุตของมอเตอร์ AC และ DC เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดในโรเตอร์ไหลไปทางเดียวกันตลอดการหมุน

ยกตัวอย่างมอเตอร์บางประเภท

1. สเต็ปมอเตอร์ (Step motor) เป็นมอเตอร์ที่มีพื้นฐานมาจากมอเตอร์ DC แต่จะมีความซับซ้อนทั้งหลักการและการทำงาน มีข้อดีคือ การควบคุมตำแหน่งของการหมุนได้อยู่แม่นยำมาก ๆ โดยไม่ต้องใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) เหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องใช้ความเร็วสูง ความคล่องตัว และความแม่นยำไม่จำเป็นมาก นอกจากนี้ยังมีราคาที่ถูกและขนาดที่เล็กกว่า



รูปที่ 2.10 สเต็ปมอเตอร์

2. เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) เหมาะกับการทำงานที่มีความเร็ว ความคล่องตัว และความแม่นยำสูง ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องแลกมาด้วยราคาและความซับซ้อน



รูปที่ 2.11 เซอร์โวมอเตอร์

2.8 ชนิดของชูชีพที่มีขายทั่วไป

2.8.1 offshore Life Jackets

พบได้มากที่สุดใช้ได้กับทุกสภาพน้ำทั้งมหาสมุทร และทะเลเปิด หรือที่ที่ความช่วยเหลือเข้าไปได้ช้า ส่วนประกอบของชูชีพจะประกอบด้วยโฟมเป็นหลัก ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ที่ดีในการช่วยเหลือผู้ที่หมดสติกว่าชูชีพแบบก๊าซ และชูชีพชนิดที่ใช้โฟมนี้ มีแรงลอยตัวอยู่ที่ 100 นิวตันในขณะที่ชูชีพที่ใช้ก๊าซเป็นองค์ประกอบจะให้แรงลอยตัวที่ 150 นิวตัน

2.8.2 Near-shore Vests

ใช้ในกรณีที่น้ำนิ่งสงบและการช่วยเหลือเข้าถึงได้เร็ว โดยชูชีพชนิดนี้จะเปลี่ยนตำแหน่งของผู้สวมใส่เป็นลักษณะที่หงายหน้า ชนิดนี้จะค่อนข้างเทอะทะ ไม่สะดวกสบายเมื่อสวมใส่แต่ รู้สึกสบายกว่า ชนิดแรก ชูชีพชนิดนี้เป็นแบบโฟมจะมีแรงลอยตัวอยู่ที่ 70 N ในขณะที่ แบบใช้ก๊าซจะอยู่ที่ 150 N ชูชีพแบบโฟมชนิดนี้ราคาจะไม่แพง และสามารถใส่ได้ตลอดเวลาเมื่อทำกิจกรรมที่อยู่กลางน้ำเช่น ตกปลา เป็นต้น

2.8.3 Flotation Aids

เหมาะสำหรับผู้ใช้ที่มีโอกาสได้รับช่วยเหลืออย่างรวดเร็ว เป็นชนิดที่มีอิสระในการเคลื่อนไหว และสะดวกสบายที่สุดสำหรับคนที่ต้องการความสะดวกสบาย โดยชูชีพชนิดนี้ออกแบบมาให้ผู้ใช้หงายหน้าขึ้น แต่อาจจะต้องเอียงศีรษะไปด้านหลังเพื่อหลีกเลี่ยงระดับน้ำ โดยชูชีพแบบโฟม จะให้แรงลอยตัวที่ 70 N และแบบชูชีพที่ใช้ก๊าซให้แรงลอยตัวที่ 100 N เสื้อชูชีพแบบที่สามนั้นนิยมสวมใส่ตลอดเวลา โดยในแบบที่ใช้ก๊าซทำให้ลอยได้รวดเร็วและเป็นที่ยอมรับในการสวมตลอดเวลา

2.8.4 Throwable Devices

แบบหมอนอิง หรือ แบบห่วง ออกแบบเพื่อใช้ในการโยนช่วยเหลือผู้ที่กำลังจมน้ำ ไม่สามารถใช้กับผู้ที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้หรือผู้ที่ว่ายน้ำไม่เป็น และไม่สามารถใช้ในสถานการณ์น้ำไหลเชี่ยวแรงได้ โดยชนิดนี้ไม่ได้มีไว้สวมตลอด และไม่เหมาะกับผู้ที่ทำกิจกรรมทางน้ำเช่น พายเรือ ล่องแก่ง เป็นต้น โดยในชนิดนี้ ให้แรงลอยตัวที่ 75 N และแบบหมอนที่ใช้โยนช่วยเหลืออยู่ที่ 82 N

2.8.5 Throwable Devices

โดยชนิดที่ 5 จะแบ่งออกเป็น 3 แบบย่อยได้แก่

2.8.5.1 Special use life jackets

ใช้ในงานที่แบบเฉพาะเช่น ชุดที่ใช้ในการเดินเรือ เสื้อกั๊ก เสื้อโค้ท

2.8.5.2 Automatic inflation models

ชนิดนี้จะไม่รับประกันว่าผู้ใช้จะเงยหน้า และแบบนี้เป็นแบบใช้แก๊สและทำงานได้เอง โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แรงลอยตัวจะอยู่ที่ 75 – 155 N

2.8.5.3 Hybrid Inflation and some special notes

ชูชีพรูปแบบนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ตำแหน่งข้อมือ แต่การใช้งานนั้นต้องกดเพื่อดันเข็มให้เจาะถึงก๊าซ การที่อยู่ตำแหน่งข้อมือทำให้ต้องมีขนาดเล็กจึงไม่สามารถติดอุปกรณ์เพิ่มเติมได้เยาะ และเมื่อกางชูชีพออกมาแล้วแรงลอยตัวที่กระทำต่อผู้สวมใส่นั้นอยู่ที่ข้อมือ หากผู้สวมใส่นั้นไม่มีสติที่จะดันตัวขึ้นมาด้วยจะทำให้มีแต่ส่วนมือที่ลอยขึ้นเหนือน้ำ การใช้เสื้อชูชีพรูปแบบนี้จะไม่เหมาะสม

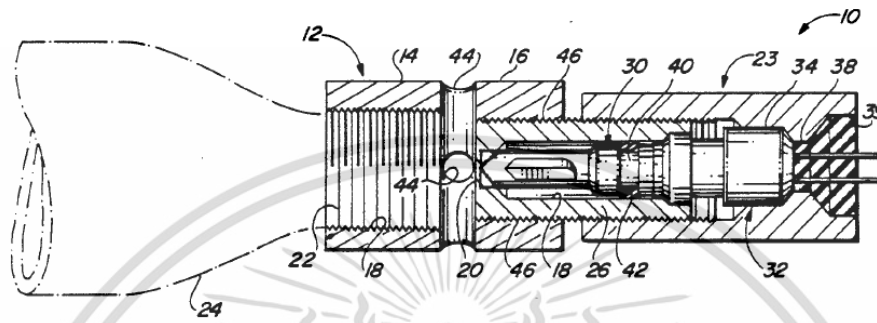


รูปที่ 2.12 Hybrid Inflation

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 งานวิจัยเรื่อง “Squib Inflator adaptor”

โดย Glenn H. Mackal, Saint Petersburg University ประเทศรัสเซีย

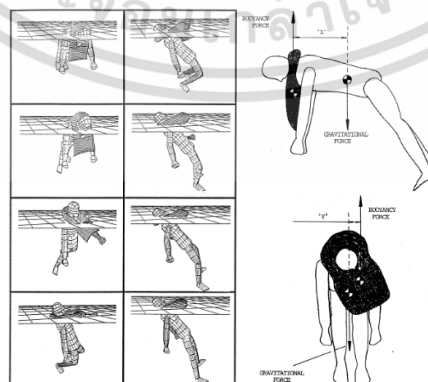


รูปที่ 2.13 งานวิจัยเรื่อง Squib Inflator adaptor
(ที่มา : Squib Inflator adaptor)

เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ inflator ที่ทำงานด้วยไฟฟ้าโดยใช้เต็ยที่เย็นและเกลียวโดยจะขับเคลื่อนเต็ยที่เย็นทำให้เกลียวและเข็มจะเคลื่อนที่ไปเจาะถึงคาร์บอนไดร์ออกไซด์อัดก๊าซให้ออกมาจากถัง รวมถึงมีการกล่าวถึงการออกแบบและส่วนประกอบของ inflator อีกด้วย

2.9.2 งานวิจัยเรื่อง “Computer simulation of the performance of lifejackets”

โดย Frazer Nash, Health and Safety Executive, United Kingdom



รูปที่ 2.14 งานวิจัยเรื่อง Computer simulation of the performance of lifejackets
(ที่มา : Computer simulation of the performance of lifejackets)

ในงานวิจัยนี้จะมีจุดประสงค์เพื่อแสดงความเป็นไปได้โดยการใช้งานเทคนิคการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ DYNAMAN พัฒนาโดย FNC เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเสื้อชูชีพ ซึ่งกล่าวถึงทฤษฎีและขั้นตอนที่ใช้ในงานจำลองสถานการณ์การใช้เสื้อชูชีพรวมถึงมีการกล่าวถึงเทคนิคการตรวจสอบพฤติกรรมของมนุษย์และการสวมใส่หุ่นตุ๋นลอยน้ำ มีการแก้ไขแบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อรวบรวมข้อมูลในเวลาที่เหมาะสม และแก้ไขให้จูนใกล้เคียงกับที่วัดได้จริง



บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

3.1 การเลือกมาตรฐานความปลอดภัย

ในการสร้างอุปกรณ์ช่วยคนจมน้ำขั้นแรกต้องกำหนดมาตรฐานในการทำงานเพื่อให้ได้เป้าหมายในการลอยตัวของเครื่อง จากการค้นคว้าพบว่ามียหลายองค์การที่กำหนดความสามารถขั้นต่ำในการลอยตัวแต่มีมาตรฐานเพียง 3 รุ่นเท่านั้นที่ได้รับการยอมรับให้ใช้จากกรมเจ้าท่า และมาตรฐานที่เหมาะสมที่สุดคือ ISO 12402-3 performance level 150 เพราะมาตรฐานนี้เหมาะสมกับการใช้งานเมื่อผู้ประสบภัยหมดสติ และไม่ต้องเคลื่อนไหวเพื่อพุงตัวหลังจากตัวอุปกรณ์เริ่มทำงานดังนั้นในการช่วยพุงตัวให้เด็กที่น้ำหนักไม่เกิน 40 kg ให้ลอยน้ำได้ต้องมีแรงลอยตัวไม่ต่ำกว่า 75 N และต้องดันหน้าให้พ้นขึ้นเหนือน้ำ

3.2 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดถุงลม

จากงานวิจัยเรื่อง “Computer simulation of the performance of lifejackets” ทำให้ทราบว่าตำแหน่งของถุงลมที่เหมาะสมที่สุดคือที่ตำแหน่งคอ เพราะจากการทำแบบจำลองพบว่าถุงลมที่ตำแหน่งนี้จะทำให้หน้าหงายขึ้นและอยู่พ้นน้ำ

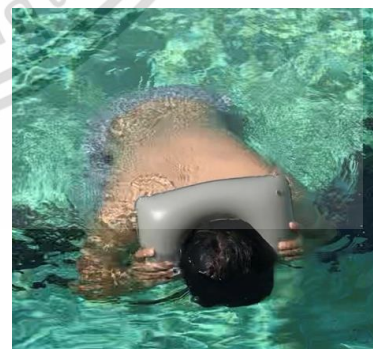
การทดสอบหาตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในทางปฏิบัติโดยมีจุดมุ่งหมายคือ ผู้ใช้ต้องลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำและตำแหน่งของหน้าต้องอยู่พ้นน้ำ



(ก) ตำแหน่งคอ



(ข) ตำแหน่งหน้าผาก



(ค) ตำแหน่งหลังหัว

รูปที่ 3.1 แสดงการทดสอบตำแหน่งของถุงลมที่ตำแหน่งต่างๆของร่างกาย

ขั้นตอนในการทดสอบคือให้ผู้ทดสอบลงน้ำหนักแล้วหายใจออกทำให้ตัวผู้ทดสอบจมลง เมื่อผู้ทดสอบจมลงถึงก้นสระน้ำที่ความลึกประมาณ 150 เซนติเมตรแล้วให้ทำการจับตัวตุ้มนลักษณะโค้งรูปตัวยูปริมาตร 3 ลิตรไว้ที่ตำแหน่งต่างๆ 3 ตำแหน่งคือ หน้าผาก หลังหัว และที่คอ พบว่าทั้งสามตำแหน่งทำให้ผู้ทดลองค่อยๆลอยขึ้นมาอย่างช้าๆ แต่มีเพียงตำแหน่งที่คอที่ทำให้หน้าของผู้ทดลองลอยพ้นอยู่เหนือน้ำทำให้ทราบว่าที่ตำแหน่งคอเหมาะสมในการติดตุ้มนมากที่สุด

3.3 สภาพการลอยตัวตามสรีระของเด็กไทย

เมื่อนำข้อมูลตำแหน่งของแรงลอยตัวและศูนย์กลางมวลจากงานวิจัย Technological Development for the Measurement of the Center of Volume in the Human Body โดย นำเปอร์เซ็นต์ตำแหน่งจากส่วนสูงที่ได้จากการทดลองมาหาตำแหน่งจริงของเด็กไทยจากงานวิจัยเรื่อง Thai children standard sizes เพื่อหาจุดทั้ง 2 จุดนี้ในร่างกายของเด็กไทยในช่วงอายุ 11 ปี

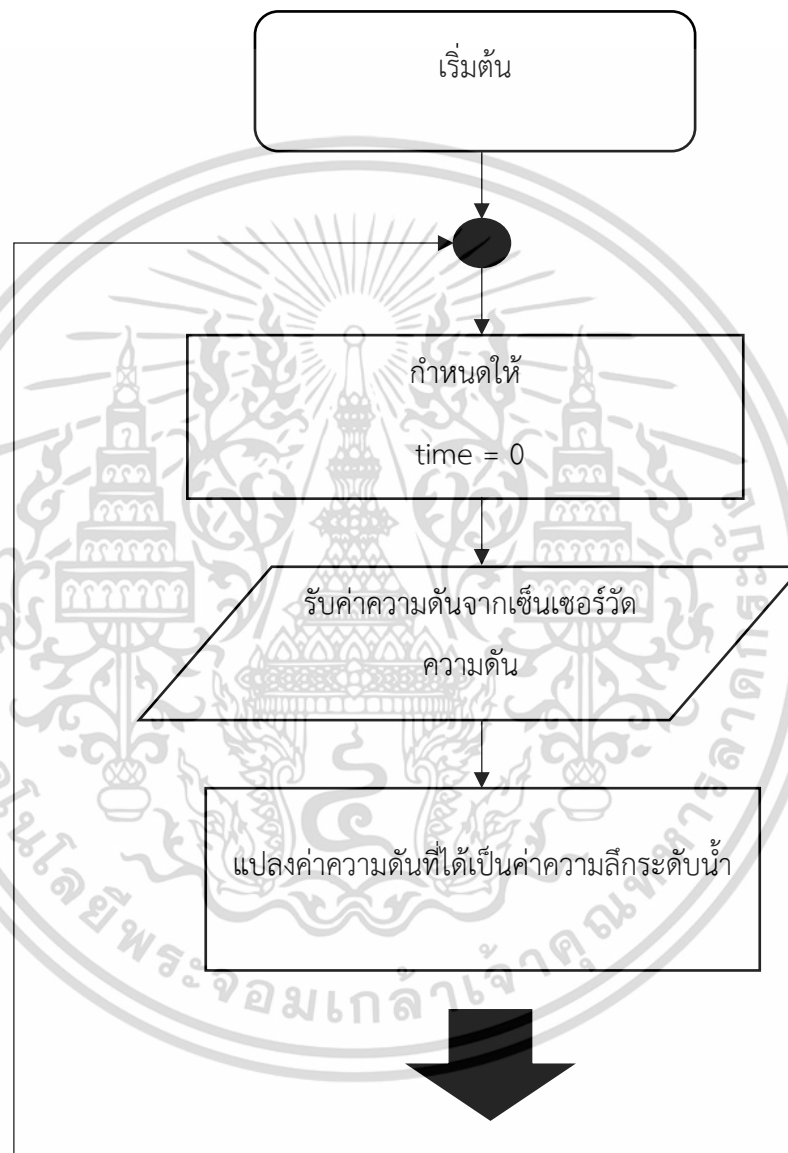
ตารางที่ 3.1 ตารางสถิติของเด็กช่วงอายุ 11 ปีจากสถิติ

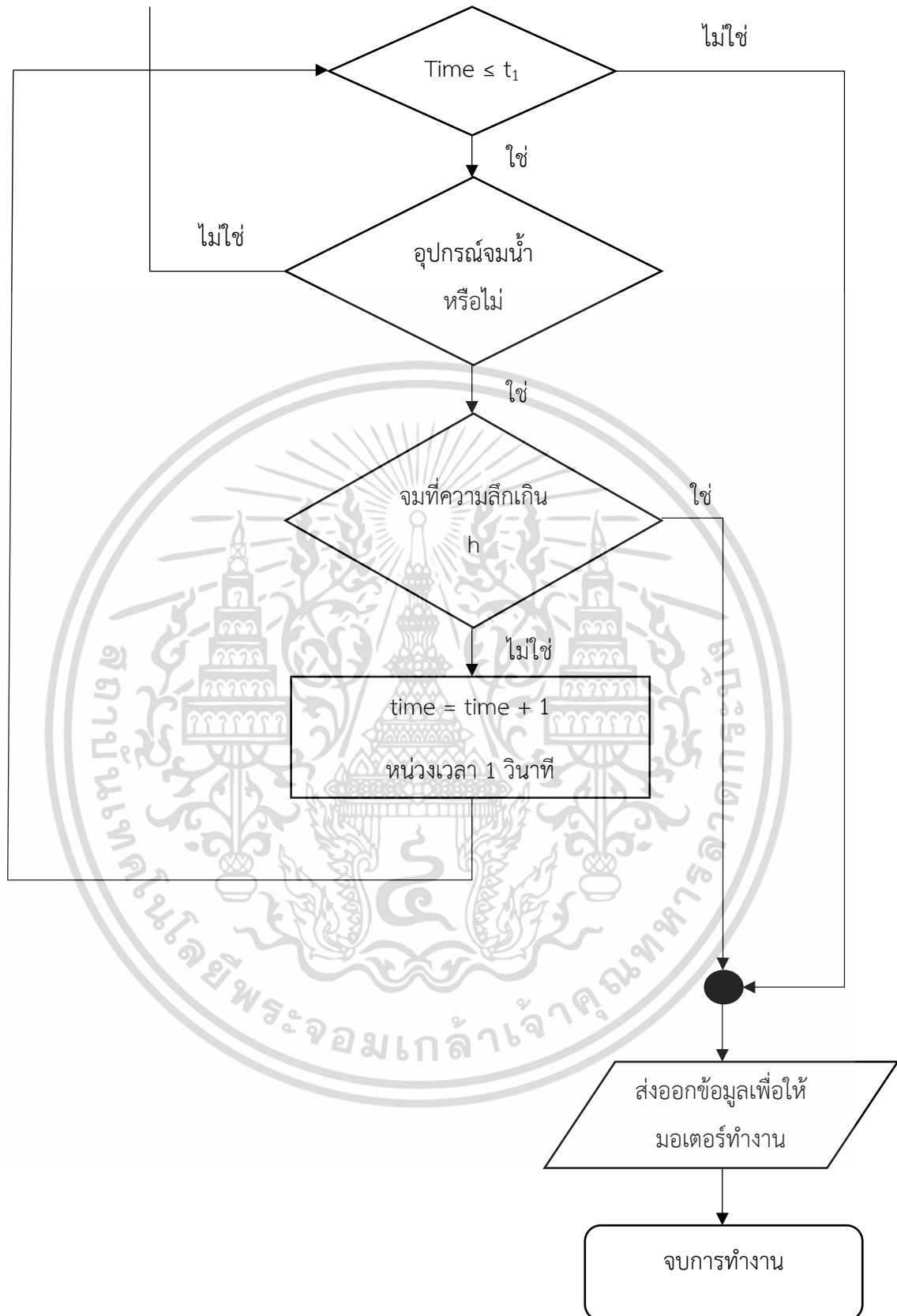
รายการ	ชาย	หญิง
ส่วนสูง	143.50 เซนติเมตร	145.00 เซนติเมตร
น้ำหนัก	39.00 กิโลกรัม	39.00 กิโลกรัม
ตำแหน่งคอ	123 เซนติเมตร	121.5 เซนติเมตร
ตำแหน่งของแรงลอยตัว	56.61 % (81.23 เซนติเมตร)	55.99 % (81.19 เซนติเมตร)
ตำแหน่งศูนย์กลางมวล	56.16 % (80.59 เซนติเมตร)	55.67 % (80.72 เซนติเมตร)
ค่าเฉลี่ยน้ำหนักคน	39.00 กิโลกรัม	
ค่าเฉลี่ยตำแหน่งคอ	122.25 เซนติเมตร	
ค่าเฉลี่ยตำแหน่งของแรงลอยตัว	81.21 เซนติเมตร	
ค่าเฉลี่ยตำแหน่งศูนย์กลางมวล	80.65 เซนติเมตร	

จากตารางพบว่าตำแหน่งของแรงกระทำทั้งสองอยู่คนละตำแหน่งกันทำให้เกิดการหมุนขึ้นทำให้คนลอยตัวขึ้น แต่จะค่อยๆหมุนอย่างช้าๆเนื่องจากทั้งสองตำแหน่งใกล้กันมากทำให้โมเมนต์การหมุนน้อย ดังนั้นการติดตุ้มนที่คอจะช่วยส่งผลให้เพิ่มโมเมนต์การหมุนให้ตั้งตรงโดยที่หัวตั้งขึ้น

3.4 ลำดับการทำงานของอุปกรณ์

ในการเขียนโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต้องเริ่มด้วยการเขียน Flow chart เพื่อช่วยลำดับการทำงานของโปรแกรมนำไปเขียนได้โดยไม่สับสน และให้ผู้ใช้งานสามารถทราบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมได้ง่าย



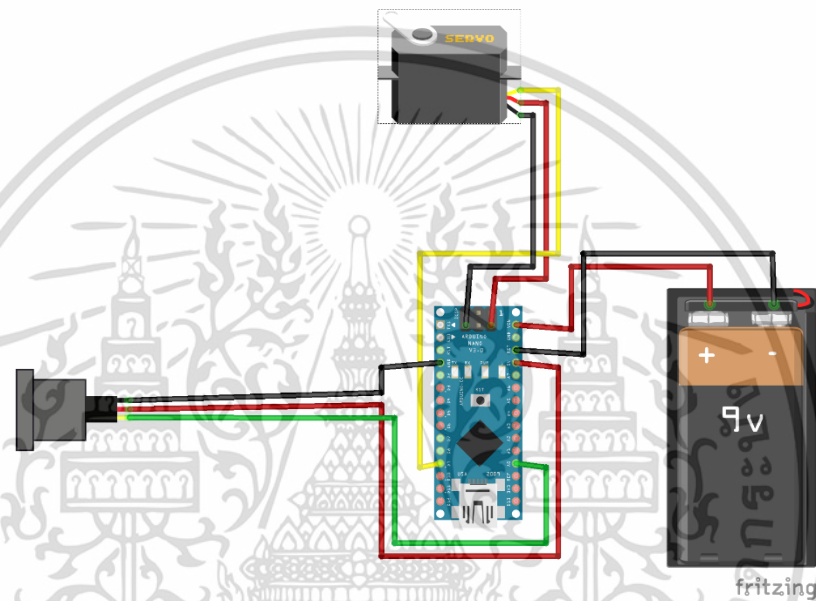


รูปที่ 3.2 ลำดับการทำงานของอุปกรณ์

3.5 การออกแบบแผนผังวงจรและกลไกการทำงาน

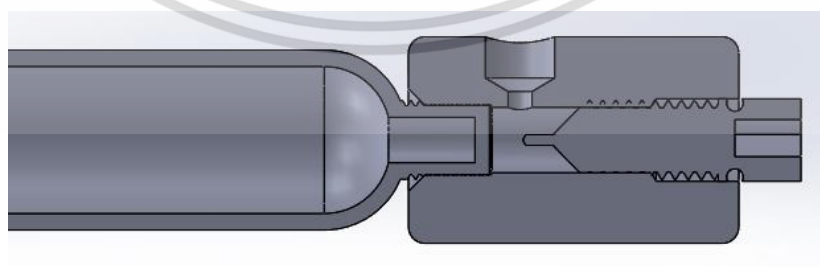
3.5.1 แผนผังวงจรควบคุม

เมื่อออกแบบลำดับการทำงานได้แล้วต่อไปคือการจำลองการต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกัน เพื่อให้เห็นภาพการต่อที่ถูกต้องเพื่อเลือกอุปกรณ์และออกแบบส่วนภายในของตัวเครื่องให้เหมาะสมกับการทำงาน



รูปที่ 3.3 แผนผังวงจรควบคุม

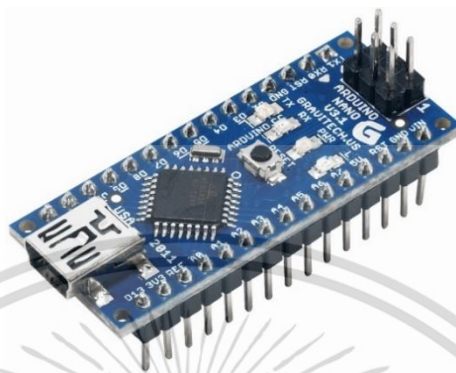
3.5.2 ส่วนกลไก



รูปที่ 3.4 ภาพตัด inflator ที่ออกแบบ

3.6 การเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ

3.6.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.5 Arduino nano

เลือกใช้บอร์ด Arduino รุ่น Nano เนื่องจากเป็นบอร์ด ที่มีราคาต่ำโดยรุ่นนี้ถือเป็นบอร์ดรุ่นขนาดเล็กและมีความนิยมในการใช้งานเพราะใช้ภาษาซีในการเขียนง่ายต่อการเรียนรู้มีโมดูลและไลบรารีมากมายให้อ้างอิง มีพอร์ตต่อเพื่อควบคุมเพียงพอในการใช้งาน

3.6.2 แหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 3.6 แบตเตอรี่ 9V

เลือกใช้ถ่านขนาด 9 V เนื่องจากบอร์ดคอนโทรลเลอร์สามารถรับไฟเข้าที่ช่วง 7-12 V แต่ microcontroller ใช้งานจริง 5 v การป้อนไฟแรงดัน 12 V ทำให้ regulator ต้องลดแรงดันลงถึง

7 V เกิดความร้อนสะสม จึงไม่เหมาะสำหรับเปิดใช้งานเป็นเวลานาน การเลือกใช้แรงดัน 9 V จึงเหมาะสมที่สุด

3.6.3 มอเตอร์



รูปที่ 3.7 มอเตอร์ SH5010 360 Standard Servo

เลือกใช้มอเตอร์แบบ servo เนื่องจากมีหลายขนาดให้เลือกมากกว่าทำให้เลือกขนาดที่พอดีในการเจาะถังก๊าซ CO₂ เหมาะกับการทำงานที่มีความเร็ว ความคล่องตัว และความแม่นยำสูง และมอเตอร์ชนิดนี้สามารถหมุนต่อเนื่องได้ 360 องศาซึ่งต่างจากเซอร์โวมอเตอร์ทั่วไปทำให้สามารถหมุนเกลียวอย่างต่อเนื่องได้ โดยทอร์กที่ใช้ในการหมุนสกรูเจาะถังก๊าซ CO₂ เท่ากับ 1.53 kg/cm จึงเลือกใช้เซอร์โวมอเตอร์รุ่น SG5010 360 Standard Servo สามารถให้ทอร์กมากที่สุด 8 kg/cm ด้วยแรงดันไฟฟ้า 6V ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานแล้ว

3.6.4 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ



รูปที่ 3.8 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ SEN0257

เลือกใช้เซ็นเซอร์วัดความดันรุ่น SEN0257 เนื่องจาก หากใช้ water sensor ทั่วไป จะไม่สามารถวัดความลึกและไม่เหมาะสมต่อการเปิดใช้งานทิ้งไว้เป็นเวลานาน จึงเลือกที่จะวัดความดันและแปลงกลับเป็นความลึกแทน โดยเซ็นเซอร์ชนิดนี้เป็นทรานส์ดิวเซอร์เซ็นเซอร์ชนิด Piezoresistive pressure sensor และยังถูกออกแบบให้ใช้วัดความดันใต้น้ำได้ทั้งน้ำจืดและน้ำทะเล ความดันใช้งานอยู่ที่ 0 – 1.6 MPa โดยสูตรในการแปลงค่าความดันเป็นความลึกคือ

$$h = \frac{P}{\rho g}$$

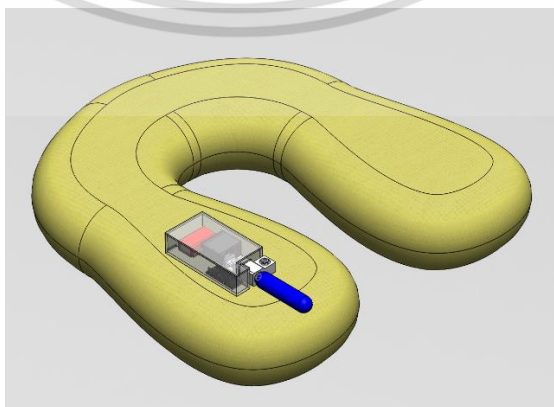
แทนค่าคงที่และการแปลงหน่วย

$$h = \frac{P \times 10^5}{976.5 \times 9.81} = 10.439 \times P$$

สูตรนี้จะถูกบรรจุอยู่ในคำสั่งบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับข้อมูลและแปลงค่า ซึ่งค่าความลึกนี้เป็นตัวแปรสำคัญในการทำงานของตัวเครื่องดังนั้นจึงต้องแปลงค่าความลึกให้ได้ถูกต้องที่สุดโดยการเทียบกับระดับน้ำจริง

3.6.5 การออกแบบตัวเครื่องและวัสดุ

จากการทดสอบหาตำแหน่งที่เหมาะสมพบว่าตำแหน่งที่ดีที่สุดในการติดตั้งคือ บริเวณคอคอ โดยปัจจัยในการพิจารณาคือตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อวัดการจมน้ำ ความสะดวกในการเคลื่อนไหวยางฉนวนน้ำ การออกแบบให้มีลักษณะคล้ายปลอกคอจึงมีความเหมาะสมที่สุด



รูปที่ 3.9 การออกแบบตัวเครื่องโดยโปรแกรม Solidworks

เนื่องจากรูปร่างของตัวอุปกรณ์เป็นรูปร่างเฉพาะ จึงต้องขึ้นรูปด้วยการใช้ 3D Printer ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ใช้การเติมเนื้อวัสดุ เพื่อทำให้เกิดรูปร่างที่ต้องการ เส้นพลาสติกที่ใช้ทำอุปกรณ์นั้นมีหลายชนิดขึ้นกับสภาพการใช้งาน ความคงทน การทนต่อความร้อน ความยากง่ายในการปรับแต่งชิ้นงานหลังขึ้นรูป

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงคุณสมบัติของเส้นใย 3D printer

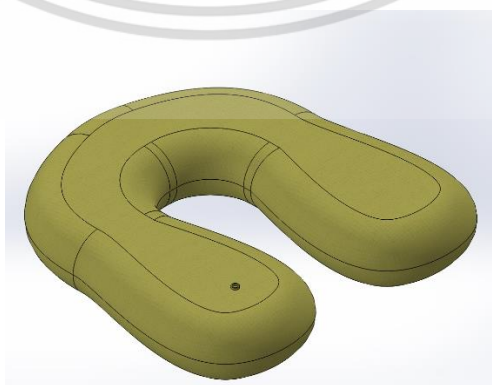
วัสดุ	PLA	ABS	PETG	PC	Flexible
อุณหภูมิที่เปลี่ยนรูป	60 °C	100 °C	80 °C	113 °C	70 °C
ความแข็งแรง	ต่ำมาก	กลาง	กลาง	สูงมาก	กลาง
ความยืดหยุ่น	ต่ำมาก	ต่ำ	กลาง	ต่ำ	สูง
คุณภาพพื้นผิว	สูง	สูง	กลาง	สูง	ต่ำ
ความง่ายในการพิมพ์	สูง	ต่ำ	กลาง	ต่ำ	ต่ำมาก

(ที่มา : เว็บไซต์ <https://x3dtechnology.com/pages/filament-guide/>)

จากคุณสมบัติทั้งหมดจึงเลือกใช้เส้นใยพลาสติกชนิด PLA Filament เนื่องจากตัววัสดุไม่มีความยืดหยุ่นทำให้ไม่เกิดการงอ เพราะขณะลอยตัวขึ้นเครื่องต้องไม่หลุดออกจากคอผู้สวมใส่ มีความง่ายในการพิมพ์ ราคาถูก และลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการไม่จำเป็นต้องรับแรงกระแทกมาก

3.6.6 ถังลม

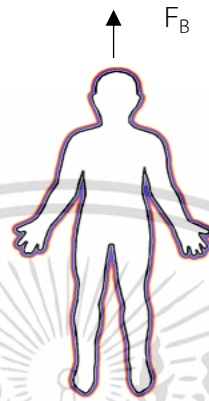
ในการที่จะทำให้หน้าของผู้ใช้งานลอยขึ้นเหนือน้ำและพองตัวผู้ใช้ได้ต้องอาศัยการออกแบบทรงที่เหมาะสมจึงเลือกออกแบบให้ทรงของถังลมเมื่อกางออกมีลักษณะคล้ายห่วงยางแบบเกือบเต็มวง



รูปที่ 3.10 การออกแบบถังลมโดยโปรแกรม Solidworks

การออกแบบลักษณะนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ปลายของถุงลมเกาะยึดและดันคางของผู้ใช้ให้
หน้าลอยขึ้นมาเหนือน้ำ และเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บถุงลมไว้ในตัวเครื่อง และกางออกได้โดยไม่ติดขัด

ขนาดของถุงลมนั้นจะถูกคำนวณจากแรงลอยตัวตามมาตรฐานการออกแบบ



รูปที่ 3.11 แผนภาพวัตถุอิสระของผู้ใช้งานเมื่อใช้งานอุปกรณ์

จากสมการของแรง

$$F_B = W_F + W_S + F_U \quad (3.1)$$

โดยที่ F_U คือแรงที่ต้องดันขึ้นตามมาตรฐาน ISO คือ 75 N สำหรับเด็ก

W_F คือน้ำหนักของก๊าซภายในถุงลม และ W_S คือน้ำหนักประมาณของอุปกรณ์

ให้น้ำหนักของก๊าซภายในถุงลมเป็น

$$W_F = \gamma_{CO_2} V$$

แทนในสมการที่ (3.1) และสมการลอยตัวจากสมการที่ (2.1) ในสมการสมดุลของแรง

$$\gamma_{water} V = \gamma_{CO_2} V + W_S + F_U$$

$$V = \frac{(W_S + F_U)}{(\gamma_{water} - \gamma_{CO_2})}$$

กำหนดให้น้ำหนักของตัวเครื่องประมาณ 4.905 N แทนค่า

$$V = \frac{4.905 + 75}{976.5 - 17.197} = 8.197 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

จากการคำนวณ ขนาดของถุงลมขึ้นต่ำคือ 8.2 ลิตร เมื่อทราบปริมาณขึ้นต่ำแล้ว ต้องทำการเลือกขนาดกระบอกก๊าซให้สัมพันธ์กับปริมาตรของถุงลมด้วย

3.6.7 กระบอกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



รูปที่ 3.12 กระบอกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เมื่อเราได้คำนวณปริมาตรของถุงลมที่ต้องใช้แล้วจึงนำมาคำนวณปริมาณแก๊สที่ต้องบรรจุในถุงลม โดยทั่วไปนั้นก๊าซที่นิยมนำมาใช้งานทั้งเต็มลมจักรยาน หรือห่วงยาง คือก๊าซ CO_2 ทำให้มีกระบอกแก๊สนี้จำหน่ายตามท้องตลาดมาก และมีหลายขนาดให้เลือกใช้งาน สามารถคำนวณหาขนาดถังก๊าซ CO_2 ได้ดังนี้

จากสมการที่ (2.4) กฎของก๊าซ

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

แทนค่า

$$1 \times 8.2 = \frac{m}{44} \times 0.08206 \times (273.15 + 30)$$

$$m = 14.504 \text{ g}$$

เมื่อคำนวณหาขนาดถังก๊าซได้แล้วจึงนำมาเลือกขนาดตามตารางของผู้ผลิต

ตารางที่ 3.3 ตารางคู่มืออ้างอิงของกระบอกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผู้ผลิต

Gas Weight (g)	8	12	16	17	28	33	38
Volume (ml)	7	15	20	28	38	45	62
Diameter (mm)	18	18.6	21.8	25.4	21	25.4	30
Length (mm)	68	82.5	88.4	94	161	138	138
Thread/UNF	3/8-24	3/8-24	3/8-24	3/8-24 1/2-20	3/8-24	1/2-20	1/2-20 5/8-18
Filling Pressure (kgf/cm ²)	60	60	60	60	60	60	60
Breaking Pressure (kgf/cm ²)	510	510	510	510	510	540	540
Max work temp. (°C)	60	60	60	60	60	60	60

จากตารางผู้ผลิต ขนาดที่เหมาะสมที่สุดคือถังก๊าซ 16 กรัม จึงทำให้ขนาดของถังก๊าซเกิน
ปริมาตรของถังลมอยู่จึงย้อนกลับไปคิดปริมาตรของถังลมใหม่จากสมการที่ (2.4) ได้ว่า

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

จัดรูป

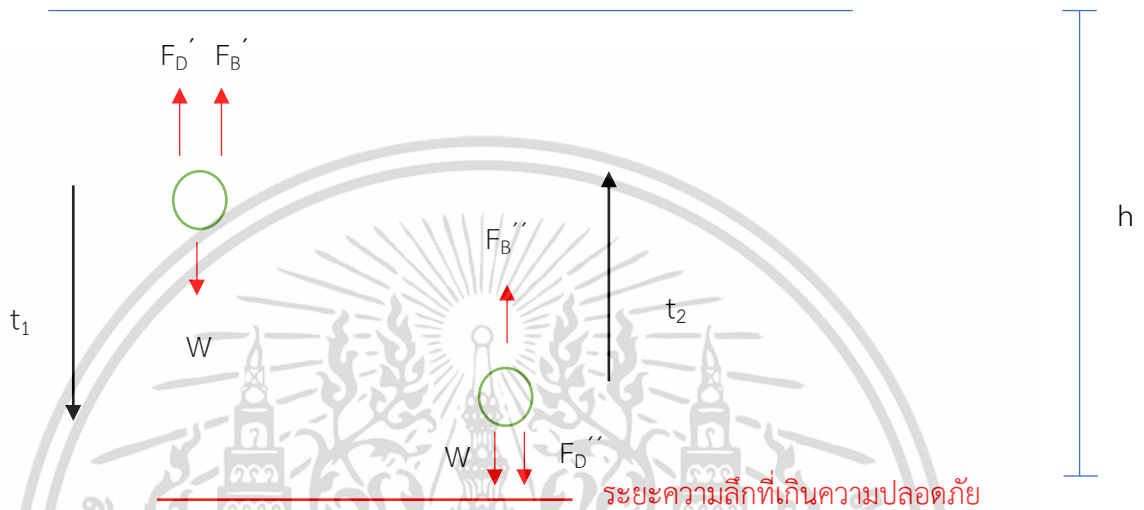
$$V = \frac{m}{PM}RT$$

$$V = \frac{16}{1 \times 44} \times 0.08206 \times (273.15 + 30) = 9.046 \text{ ลิตร}$$

สรุปว่าต้องใช้ถังลมปริมาตร 9.046 ลิตร และ ถังก๊าซขนาด 16 กรัม

3.7 การคำนวณหาตัวแปรเวลาและความลึก

ในการควบคุมการทำงานของเครื่องต้องกำหนดตัวแปรระยะเวลา t_1 นับถอยหลังเพื่อเริ่มกาง ถูกลม และความลึก h ที่เกินความปลอดภัยในการเริ่มทำงานโดยจะต้องคิดในกรณีที่แย่ที่สุดคือผู้ป่วย เริ่มหมดสติตั้งแต่ที่ผิวหนังจมลงไปจนถึงเมื่อถูกลมกางออกและผู้ป่วยลอยขึ้นสู่น้ำ



รูปที่ 3.13 ไดอะแกรมการเคลื่อนที่ขึ้นและลง

จากรูปที่ 3.13 เวลาที่ใช้เมื่อเริ่มจมจนถึงระยะที่ลึกที่เกินความปลอดภัยคือ t_1 และเวลาที่ใช้เมื่อถูกลมเริ่มทำงานจนถึงผิวหนังคือ t_2 ดังนั้นระยะเวลา t_1 และ t_2 รวมกันต้องไม่เกินระยะเวลาที่เด็กสามารถกลั้นหายใจได้ T ซึ่งจากสถิติมีค่าเฉลี่ยที่ประมาณ 45 วินาที สามารถตั้งสมการได้เป็น

$$t_1 + t_2 = 45 \tag{3.2}$$

เมื่อพิจารณาที่ความเร็วปลายคงที่เนื่องจากแรงต้านมีขนาดมากขึ้นจนกระทั่งแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์จะสามารถเขียนสมการสำหรับขาขึ้น

$$F_{D''} + W = F_{B''} \tag{3.5}$$

เมื่อ $F_{D''}$ คือ แรงต้านของของไหลเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ขึ้น

$F_{B''}$ คือ แรงลอยตัวของของไหลเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ขึ้น

แทนสมการที่ (2.1) (2.2) และ(2.3) ลงในสมการที่ (3.5) จะได้

$$\frac{1}{2}\rho_{\text{water}}C_D A u_{\text{up}}^2 + (m_{\text{child}} + m_{\text{device}})g = \rho_{\text{water}}(V_{\text{child}} + V_{\text{device}})g$$

$$u_{\text{up}} = \sqrt{\frac{\rho_{\text{water}}(V_{\text{child}} + V_{\text{device}})g - (m_{\text{child}} + m_{\text{device}})g}{\frac{1}{2}\rho_{\text{water}}C_D A}} \quad (3.6)$$

แทนค่าลงในสมการที่ (3.6)

$$u_{\text{up}} = \sqrt{\frac{(1000 \times (\frac{40}{1050} + 0.009046) \times 9.81) - (40 + 0.5) \times 9.81}{\frac{1}{2} \times 1000 \times 0.2}} = 0.807 \text{ m/s}$$

จะได้ความเร็วเคลื่อนที่ขึ้น 0.807 เมตรต่อวินาที

เมื่อความเร็วคงที่ สามารถแทนสมการความเร็วได้เป็น

$$u_{\text{up}} = \frac{h}{t_2} \quad (3.7)$$

ความลึก h นั้นเป็นความลึกที่เกินระยะความปลอดภัยซึ่งกำหนดให้เป็น 2 เมตร

เมื่อแทนในสมการที่ (3.7)

$$t_2 = \frac{h}{u_{\text{up}}}$$

$$t_2 = \frac{2}{0.807} = 2.478 \text{ sec}$$

แทนค่า t_2 ในสมการที่ (3.2)

$$t_1 + 2.478 = 45$$

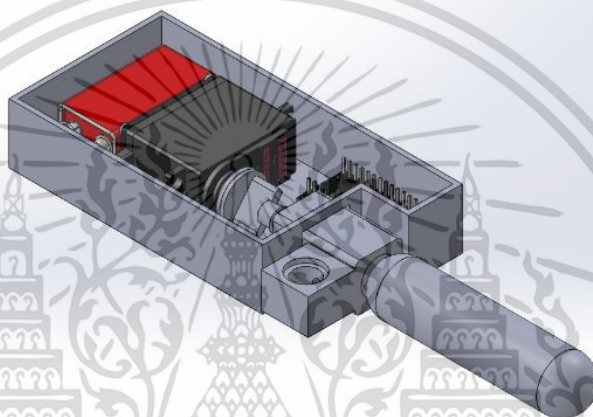
$$t_1 = 45 - 2.478 = 42.522 \text{ sec}$$

∴ สรุปได้ว่าเวลาในการนับถอยหลังของเครื่องคือ 42 วินาที และตั้งความลึกที่เกินความปลอดภัยอยู่ที่ 2 เมตร

3.8 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์

3.8.1 รายละเอียดในการสร้าง

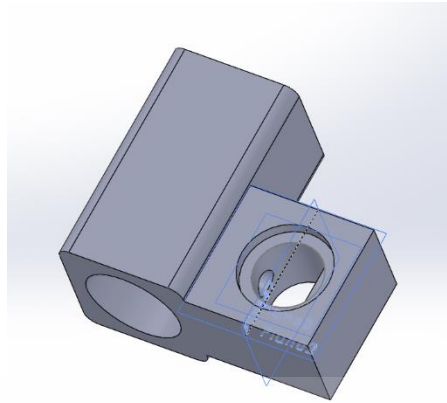
เมื่อออกแบบและเลือกอุปกรณ์ได้แล้ว ในการจัดตำแหน่งของแต่ละอุปกรณ์จะต้องทำให้เหมาะสมด้วยเช่น ตัวเซ็นเซอร์ส่วนที่รับสัญญาณจะต้องอยู่ภายนอกตัวอุปกรณ์ จะต้องมีการยึดขึ้นออกจากตัวอุปกรณ์เพื่อยึดมอเตอร์เข้าด้วยกันและจะต้องเพียงพอเพื่อด้านแรงบิดจากมอเตอร์ด้วย ส่วนของมอเตอร์ต้องอยู่ด้านล่างใกล้กับส่วนของถุงลมมากที่สุดเพื่อลดการเกิดจุดรั่วของก๊าซ



รูปที่ 3.14 จำลองการติดตั้งอุปกรณ์ลงในกล่องควบคุม

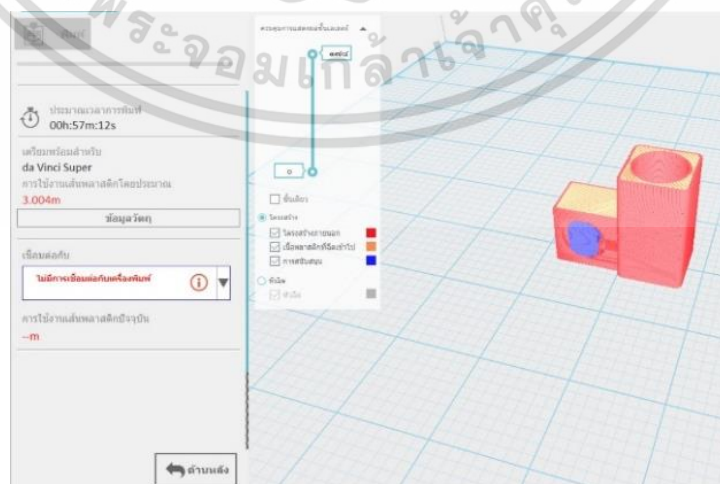
3.8.2 การขึ้นรูปส่วน Inflater ด้วย 3D Printer

เริ่มด้วยการออกแบบด้วยซอฟต์แวร์ SolidWorks ส่วนนี้ถือเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดใน การทำกลไกเนื่องจากเป็นส่วนที่ต้องลำเลียงก๊าซจากกระบอกก๊าซสู่ถุงลมจึงต้องออกแบบให้ช่วง ลำเลียงไม่ยาวจนเกินไปและต้องมีความแข็งแรงเนื่องจากส่วนนี้จะต้องทนรับแรงบิดจากมอเตอร์ที่ถูก ส่งมาจากเกลิยวเหล็กอีกทีหนึ่ง ตัววัสดุเลือกใช้เส้นใยพลาสติก PLA เพื่อความเบา และการขึ้นรูปด้วย 3D Printer ทำให้สามารถขึ้นรูปส่วนที่ลำเลียงก๊าซที่อยู่ภายในซึ่งไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการทั่วไป



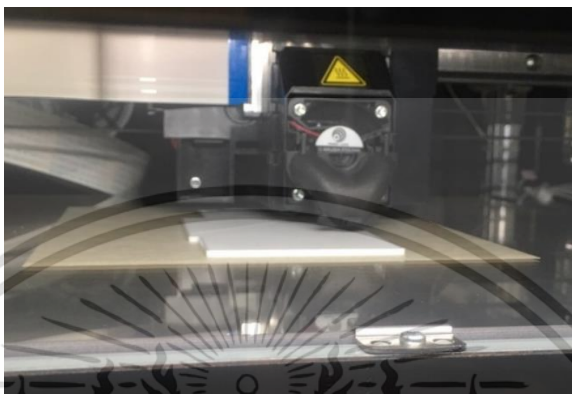
รูปที่ 3.15 การออกแบบ Inflator

เมื่อออกแบบเสร็จแล้วจึงส่งออกไฟล์ไปยังซอฟต์แวร์เฉพาะของเครื่อง 3D Printer ชื่อว่า XYZPrint เพื่อตั้งค่าการพิมพ์ซึ่งมีความสำคัญมาก เพราะหากตั้งค่าผิดทำให้ชิ้นงานเสียรูปเช่น เกิดการรอตัว เส้นขาด ผิวชิ้นงานไม่เรียบ ตกท้องข้างหรือชิ้นงานเป็นคลื่น ซึ่งการตั้งค่านั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลากหลายเช่น ชนิดของเส้นใยพลาสติกที่ใช้ ขนาด รูปทรง และส่วนประกอบภายในชิ้นงาน ตัวแปรที่ต้องปรับนั้นโดยหลักแล้วมีอุณหภูมิของหัวฉีด อุณหภูมิฐานพิมพ์ ความหนาแน่นของพลาสติกที่ฉีด ความสูงของชั้น ความหนาแน่นของโครงสร้างภายนอก เกณฑ์รายละเอียด ความเร็วของโครงสร้าง ความเร็วในการย้อนกลับ การสนับสนุน(support) ความหนาแน่นของส่วนค้ำยัน เกณฑ์การสร้างส่วนค้ำยัน การย้อนกลับ และเมื่อปรับตั้งค่าแล้วจึง สไลซ์ชิ้นงานเพื่อตรวจสอบการขึ้นรูปของชิ้นงานในแต่ละชั้น



รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงานโดยเครื่อง 3D printer

เมื่อตรวจสอบชิ้นงานเรียบร้อยแล้วจึงโอนไฟล์เข้าสู่ 3D Printer รุ่น Da Vinci Super เพื่อทำการขึ้นรูปชิ้นงาน



รูปที่ 3.17 การขึ้นรูป Inflator โดยเครื่อง 3D printer

3.8.3 ขั้นตอนการทำชิ้นงานโดยการกลึง

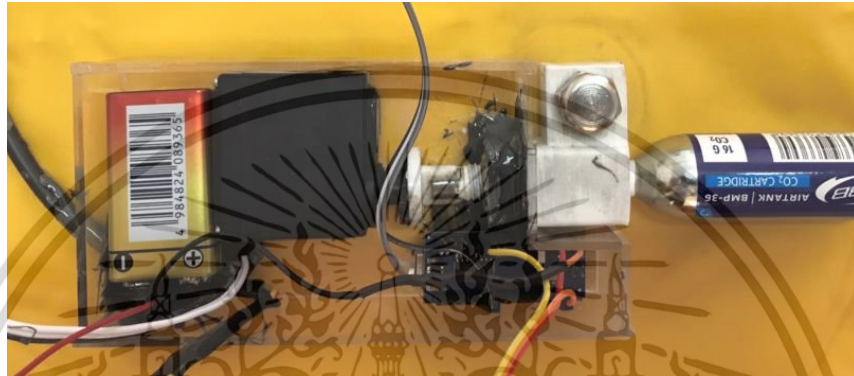
ในการสร้างชิ้นงานควรจะทำให้เป็นขั้นเดียวเพื่อลดความเสียหายเนื่องจากจุดเชื่อมต่อ แต่ในส่วนที่เป็นเกลียวนั้นการขึ้นรูปด้วย 3D Printer ไม่เหมาะสมเนื่องจากไม่มีความละเอียดที่มากพอทำให้การขันตืดขัดและไม่ทนต่อการใช้งานที่ต้องรับแรงบิด ดังนั้นจึงต้องกลึงเหล็กทรงกระบอกขึ้นมาตลับเกลียวแล้วสวมเข้าไปใน Inflator



รูปที่ 3.18 การกลึงหัวเจาะกระบอกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.8.4 การเชื่อมวงจรและติดตั้ง

ทำการเสียบขาพินให้แน่นด้วยความยาวสายที่เหมาะสม เนื่องจากหลักการส่งสัญญาณระหว่างเซ็นเซอร์คือการส่งค่าโวลต์ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงสัญญาณนั้นให้กลายเป็นตัวแปรที่ต้องการ ดังนั้นหากเชื่อมต่อสายไม่ดีหรือสายที่ใช้มีความยาวมากเกินไปจะทำให้ค่าโวลต์ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับมีความคลาดเคลื่อน



รูปที่ 3.19 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ลงในกล่องควบคุม

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การทดลองทำทางการลอยตัว

จุดประสงค์ : เพื่อดูลักษณะของผู้ใช้งานว่าเมื่ออุปกรณ์ทำงานแล้วจะลอยตัวขึ้นมาในลักษณะใด

วิธีการทดลอง : แบ่งการทดลองเป็น 2 แบบคือเมื่อผู้ใช้งานจมในลักษณะคว่ำหน้าและจมในลักษณะ

หงายหน้าโดยแต่ละแบบทำการทดลอง 2 ครั้งที่มีความลึกเดียวกันคือ 1 เมตร จากนั้นเมื่อถุงลมพองตัว

จึงบันทึกผลลักษณะการลอยตัวของผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.1 การทดลองทำทางการลอยตัว

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลลักษณะการลอยตัว

ลักษณะของการจม	ลักษณะการลอยตัว
หงายหน้า	ผู้ทดลองลอยหงายขึ้นมาตามลักษณะการจม
คว่ำหน้า	ผู้ทดลองลอยขึ้นมาและค่อยๆเงยหน้าขึ้นตามแรงดันของถุงลม

การทดลองที่ 2 การทดลองระยะเวลาที่เครื่องเริ่มทำงาน และระยะเวลาที่ผู้ใช้งานถึงผิวน้ำ

จุดประสงค์ : เพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องว่าทำงานได้ตามระยะเวลาที่ตั้งค่าหรือไม่ และระยะเวลาตั้งแต่เริ่มอยู่ใต้น้ำจนถึงลอยตัวถึงผิวน้ำมากกว่าระยะเวลาที่เด็กสามารถกลั้นหายใจหรือไม่

วิธีการทดลอง : เริ่มจับเวลาเมื่อผู้ทดลองอยู่ใต้น้ำและเมื่อผู้ทดลองอยู่ที่ระดับความลึก 5 ค่าคือ 0.5 เมตร 1.0 เมตร 1.5 เมตร 2.0 เมตร และ มากกว่า 2 เมตร บันทึกเวลาเมื่อถุงลมเริ่มพองตัว และบันทึกเวลาอีกครั้งเมื่อผู้ใช้งานถึงผิวน้ำ



(ก) ถุงลมเริ่มทำงาน

(ข) ผู้ใช้งานลอยสู่ผิวน้ำ

รูปที่ 4.2 การทดลองระยะเวลาที่เครื่องเริ่มทำงาน และระยะเวลาที่ผู้ใช้งานถึงผิวน้ำ

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกเวลาการทำงานของอุปกรณ์

ระดับความลึก	ระยะเวลา (วินาที)	
	เมื่อถุงลมเริ่มพองตัว	เมื่อผู้ใช้งานถึงผิวน้ำ
0.5 เมตร	42	44
1.0 เมตร	42	44
1.5 เมตร	42	45
2.0 เมตร	42	46
>2 เมตร	5	9

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

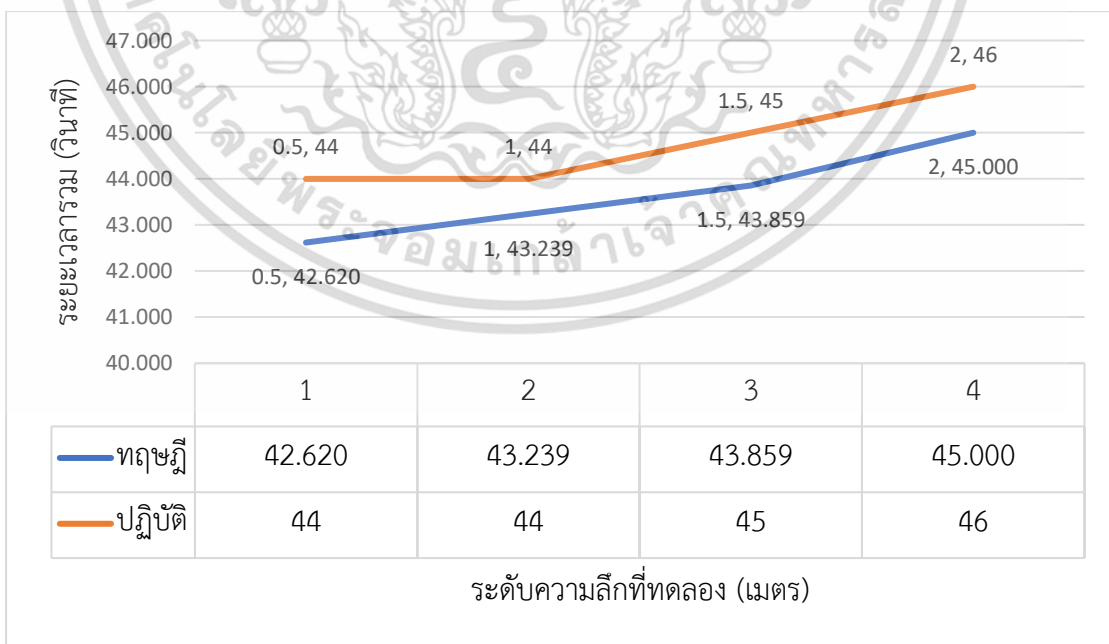
5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อตรวจสอบเงื่อนไขการทำงานและระยะเวลาในการทำงานของอุปกรณ์ โดยการให้ผู้ทดลองสวมใส่อุปกรณ์และลงไปอยู่ในน้ำที่ความลึกต่าง และจับเวลาและบันทึกเวลาเมื่อถุงลมเริ่มพองตัวและบันทึกเวลาอีกครั้งเมื่อผู้ผู้ใช้งานถึงผิวน้ำ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ในทุกการทดลอง การลอยตัวขึ้นของผู้ใช้งานมีลักษณะตั้งตรงโดยที่หัวตั้งขึ้นเป็นไปตามทฤษฎีลักษณะของการลอยตัว และเมื่อถุงลมพองเต็มที่แล้วหน้าจะอยู่ในตำแหน่งพื้นเหนือน้ำทำให้ผู้ใช้งานสามารถหายใจได้ตามปกติ

ระยะเวลาที่ถุงลมเริ่มพองตัวในเกือบทุกความลึกนั้นอยู่ที่ประมาณ 42 วินาทีเป็นไปตามการตั้งค่าของอุปกรณ์ที่จะเริ่มทำงานเมื่อจมอยู่ใต้น้ำครบ 42 วินาที

ระยะเวลาที่ผู้ใช้งานถึงผิวน้ำมีค่าแตกต่างกันโดยจะเพิ่มขึ้นไปตามความลึกที่ทดลองยกเว้นที่ความลึกมากกว่า 2 เมตร ในการทดลองที่ความลึก 2 เมตรนั้นระยะเวลาที่ถึงผิวน้ำมากกว่าเล็กน้อย 45 วินาที ซึ่งมากกว่าทฤษฎีเล็กน้อยเนื่องจากความเหลื่อมล้ำของเข็มเมื่อเริ่มเจาะถึงก๊าซ และการไหลของก๊าซจากกระบอกสู่ถุงลมผ่านรูภายใน Inflatoyr



รูปที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบระยะเวลาที่อุปกรณ์อยู่ใต้น้ำรวมทางทฤษฎีและการทดลอง

ที่ความลึกมากกว่า 2 เมตรมีระยะเวลาที่ถุงลมเริ่มพองตัวสั้นกว่าที่ความลึกอื่นเป็นไปตามการตั้งค่าของอุปกรณ์ที่ถูกตั้งค่าให้เริ่มทำงานทันทีเมื่อระยะเวลาความลึกมากกว่า 2 เมตร และส่งผลให้ระยะเวลาที่ผู้ใช้งานถึงผิวน้ำสั้นที่สุดด้วย

5.2 ปัญหาที่พบและการแก้ไข

จากการทดสอบอุปกรณ์พบว่าช่องว่างระหว่างเกลียวในกับเกลียวนอกของเข็มเจาะมีมากเกินไปทำให้ก๊าซรั่วออกมาและทำให้ถุงลมพองตัวได้ไม่เต็มที่ วิธีแก้ไขคือพันเกลียวเข็มด้วยเทปพันเกลียวเพื่อลดช่องว่างนั้นลง

เซ็นเซอร์มีช่วงการใช้งานที่กว้างมากทำให้ค่าการวัดความดันและความลึกไม่เที่ยงตรงสามารถแก้ไขเพื่อลดค่าความผิดพลาดให้น้อยที่สุดได้หลายวิธีคือ ใช้สายแพร์เชื่อมต่อที่มีคุณภาพและสั้นที่สุดเพื่อลดความผิดพลาดจากการส่งสัญญาณ หรือทำการปรับค่า offset ของแรงดันไฟฟ้าใหม่

Automaticinflator_newsensor | Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)

File Edit Sketch Tools Help

```
Automaticinflator_newsensor
#include <Servo.h>
Servo myservo;
void(*resetFunc)(void) = 0;
const float Offset = 0.474 ;
float V, P, depth;
int x = 0;
int time;
```

รูปที่ 5.2 การปรับค่า offset ของเซ็นเซอร์

บรรณานุกรม

- ทันพงษ์ ภูริรักษ์. 2016. เอกสารประกอบการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น. [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก : http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf
- ศรียาญจนา จตุพัฒน์วิโรดม. **ขนาดตัวมาตรฐานเด็กไทย (Thai children standard sizes).**
- สำนักโรคไม่ติดต่อ (กลุ่มป้องกันการบาดเจ็บทั่วไป) กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
ประเด็นสารสำคัญสำหรับการรณรงค์ป้องกันเด็กจมน้ำปี ๒๕๖๒ . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้
จาก : http://www.thaincd.com/document/file/drowning/สถานการณ์ป้องกันเด็กจมน้ำปี_พ.ศ._2561.pdf
- Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi and Wade W. Huebsch. 2009.
Fluid Mechanics SI Version 7th edition. New York : John Wiley & Sons.
- Frazer-Nash Consultancy Limited. 1993. **Computer Simulation of the Performance of Lifejackets – A Feasibility Study.** Health and Safety Executive.
- Glenn H. Mackal. 1991. **SQUIB INFLATOR ADAPTOR.** United States Patent.
- International Standard. 2006. **ISO 12402-10.** 1st ed.
- John Mclester and Peter St. Pierre. 2007. **Applied Biomechanics: Concepts and Connections.** Thomson Wadsworth.
- Micheline Gagnon and Richard Montpetit. 1981. **Technological Development for the Measurement of the Center of Volume in the Human Body.** Pergamon Press Ltd.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คำสั่งควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์

```

#include <Servo.h>

Servo myservo;

void(*resetFunc)(void) = 0;

const float OffSet = 0.474 ;

float V, P, depth;

int x = 0;

int time;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  for (time = 1; time < 42; time++)
  {
    x++;

    V = analogRead(0) * 5.00 / 1024;

    P = (V - OffSet) * 400;

    depth = 10.439 * P;

    Serial.print("Voltage:");

```

```
Serial.print(V, 3);

Serial.println("V");

Serial.print(" Pressure:");

Serial.print(P, 1);

Serial.println(" KPa");

Serial.println();

Serial.print(" Water depth:");

Serial.print(depth, 2);

Serial.println(" Cm");

Serial.println(x);

if (depth < 10)
{
  x = 0;
  break;
}

else if (depth > 200)
{

  myservo.attach(8);

  myservo.writeMicroseconds(3000);

  delay(3400);

  myservo.writeMicroseconds(1450);

  delay(500); // หน่วงเวลา 2000ms

  myservo.writeMicroseconds(0);
```

```
delay(3000); // หน่วงเวลา 2000ms

myservo.writeMicroseconds(1450);

delay(600000);

resetFunc();

}

delay(1000);

}

if (x == 41)
{
myservo.attach(8);
myservo.writeMicroseconds(3000);
delay(3400);
myservo.writeMicroseconds(1450);
delay(500);
myservo.writeMicroseconds(0);
delay(3000);
myservo.writeMicroseconds(1450);

delay(600000);

resetFunc();

}

x = 0;

delay(1000);

}
```

ภาคผนวก ข

ตารางตำแหน่งของแรงกระทำในร่างกายมนุษย์

ตารางที่ 1 ตารางตำแหน่งของแรงกระทำในร่างกายมนุษย์

แรงที่กระทำ	เพศ	ท่าทาง	
		พับแขน (%)	ยกแขนขึ้น (%)
จุดศูนย์กลางแรงโน้มถ่วง	หญิง	55.67	58.73
	ชาย	56.16	60.06
จุดศูนย์กลางแรงลอยตัว	หญิง	55.99	58.91
	ชาย	56.61	60.39

อ้างอิงจากรวบรวม : Technological Development for the Measurement of the Center of Volume in the Human Body



ภาคผนวก ค
ตารางสรีระของเด็กไทยช่วงอายุ 11 ปี

ตารางที่ 2 ตารางสรีระของเด็กไทยช่วงอายุ 11 ปี

รายการ	เพศ	
	ชาย	หญิง
ส่วนสูง	143.50 เซนติเมตร	145.00 เซนติเมตร
น้ำหนัก	39.00 กิโลกรัม	39.00 กิโลกรัม
ตำแหน่งคอ	123.00 เซนติเมตร	121.50 เซนติเมตร
รอบคอ	36.00 เซนติเมตร	35.50 เซนติเมตร
รอบอก	70.00 เซนติเมตร	72.00 เซนติเมตร

อ้างอิงจาก : ขนาดตัวมาตรฐานเด็กไทย (Thai children standard sizes)

ภาคผนวก ง

การตั้งค่า 3D Printer

< ทัวไป

อุณหภูมิหัวฉีดชั้นที่ 1
210 °C

หัวฉีด1 อุณหภูมิ
210 °C

อุณหภูมิฐานพิมพ์
45 °C

อุณหภูมิฐานพิมพ์ของเลเซอร์แรก
45 °C

เปลี่ยนอุณหภูมิฐานพิมพ์
2 layer

เปิดใช้งานโหมดแบบจำลองน้ำหนักเบา

ความหนาแน่นของเนื้อพลาสติกที่ฉีดเข้าไป
10 %

ประเภทของเนื้อพลาสติกที่ฉีดเข้าไป
เชิงเส้นตรง

ความสูงของชั้น
0.20 mm

ความสูงเลเยอร์ชั้นแรก
0.35 mm

ความหนาของโครงสร้างภายนอก ปกติ
2 layer(s)

ความหนาของโครงสร้างภายนอก พื้นผิวด้านบน
5 layer(s)

< ความเร็ว

โครงสร้างภายนอก ปกติ ความเร็ว
30 mm/s

โครงสร้างภายนอก พื้นผิว ความเร็ว
30 mm/s

โครงสร้างภายนอก รัศมีเล็ก ความเร็ว (รัศมี < 6.5 มม.)
30 mm/s

ความหนาของโครงสร้างภายนอกปกติ ความเร็ว
30 mm/s

เนื้อพลาสติกที่ฉีดเข้าไป พื้นผิวด้านบน ความเร็ว
30 mm/s

เนื้อพลาสติกที่ฉีดเข้าไป แบบตัน ความเร็ว
30 mm/s

ความเร็วในการพิมพ์สะพาน
20 mm/s

ความเร็วในการเคลื่อน ไหวแบบไม่พิมพ์
120 mm/s

ความเร็ววิ่งข้าง
10 mm/s

ความเร็วในการย้อนกลับ
80 mm/s

ปรับความเร็วอัตโนมัติสำหรับชั้นส่วนขนาดเล็

< การสนับสนุน

เปิดใช้การสนับสนุน

เปิดใช้ฐานรองรับ

ประเภทที่รองรับ
เชิงเส้นตรง

ความหนาแน่นของส่วนค้ำยัน
15 %

เกณฑ์การสร้างส่วนค้ำยัน
45 °

สนับสนุนอัตราส่วนการฉีด
100 %

ระยะห่างการค้ำยัน
1 layer(s)

สนับสนุนมุม
90 °

สนับสนุนการขยาย
0 mm

(ก) การตั้งค่าทั่วไป

(ข) การตั้งค่าความเร็ว

(ค) การตั้งค่าส่วนสนับสนุน

< การย้อนกลับ

ความยาวของการย้อนกลับ

5.5 mm

กระดุนขีดจำกัด (ระยะการเดินทางสั้นที่สุด)

2 mm

กำลังยกหัวฉีดเพื่อย้อนกลับ

0.0 mm

เพิ่มเส้นพลาสติกหลังจาก เดินทาง < ย้อนกลับ

0.0 mm

ย้อนกลับที่การเริ่มต้นของแต่ละชั้น



ปิดใช้งานการย้อนกลับภายในขอบเขตปัจจุบัน



< อัตราการอัดขึ้นรูป

อัตราการอัดขึ้นรูปโครงสร้างภายนอก

100 %

อัตราการอัดขึ้นรูปเนื้อพลาสติกที่ฉีดเข้าไป

100 %

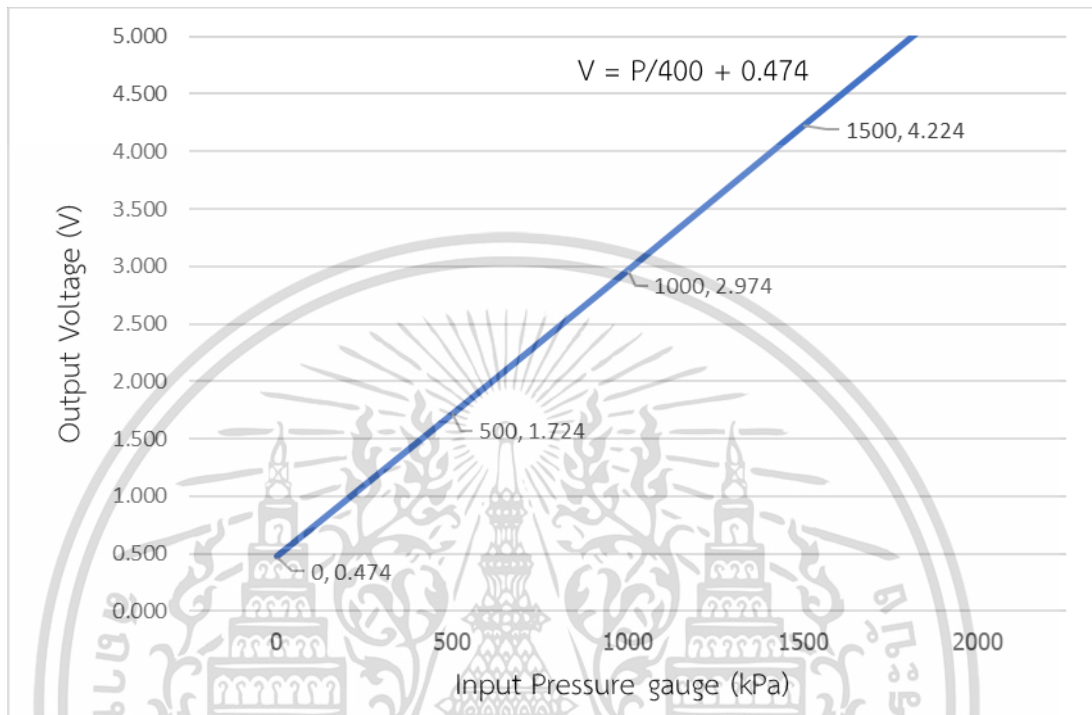
(ง) การตั้งค่าการย้อนกลับ

(จ) การตั้งค่าอัตราการอัดขึ้นรูป

รูปที่ 1 การตั้งค่าการพิมพ์ 3D Printer

ภาคผนวก จ

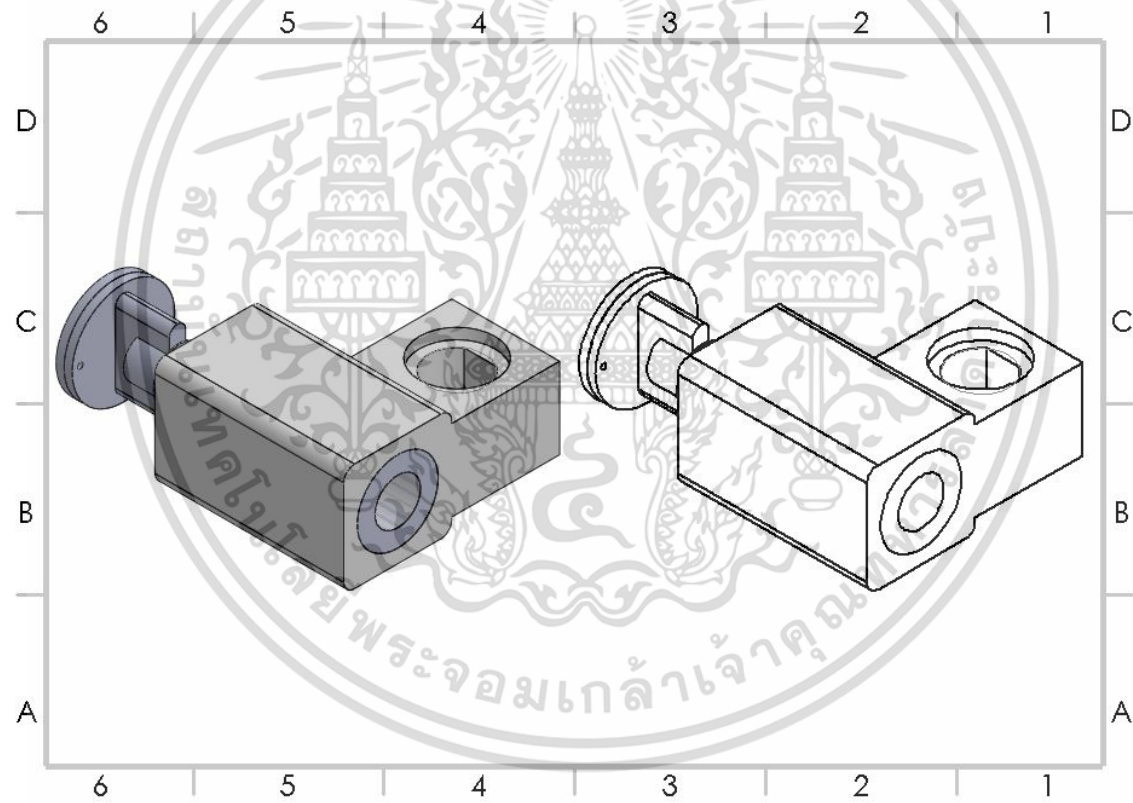
กราฟการสอบเทียบค่าเซ็นเซอร์วัดความดัน



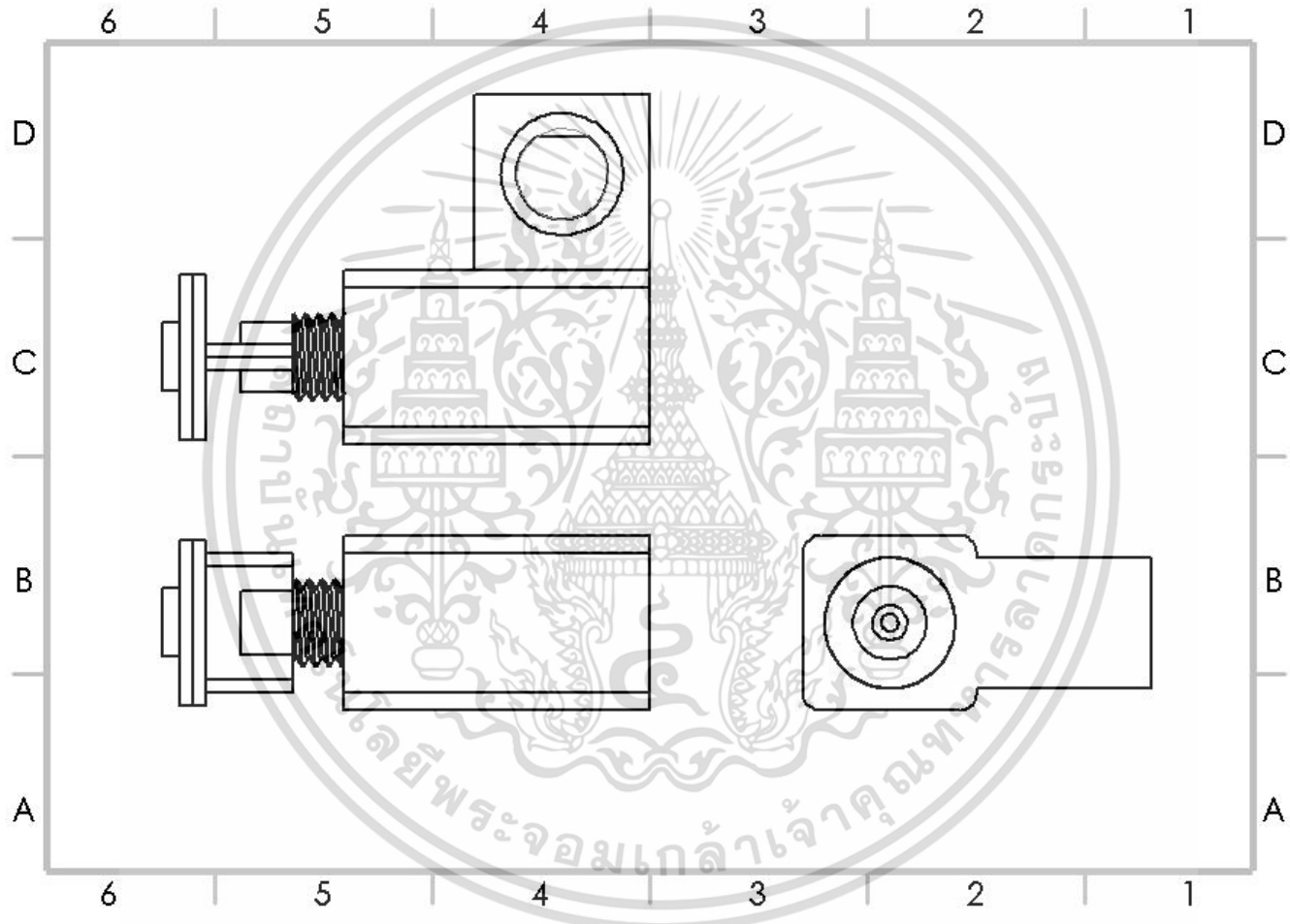
รูปที่ 2 กราฟการสอบเทียบค่าเซ็นเซอร์วัดความดัน

ภาคผนวก ฉ

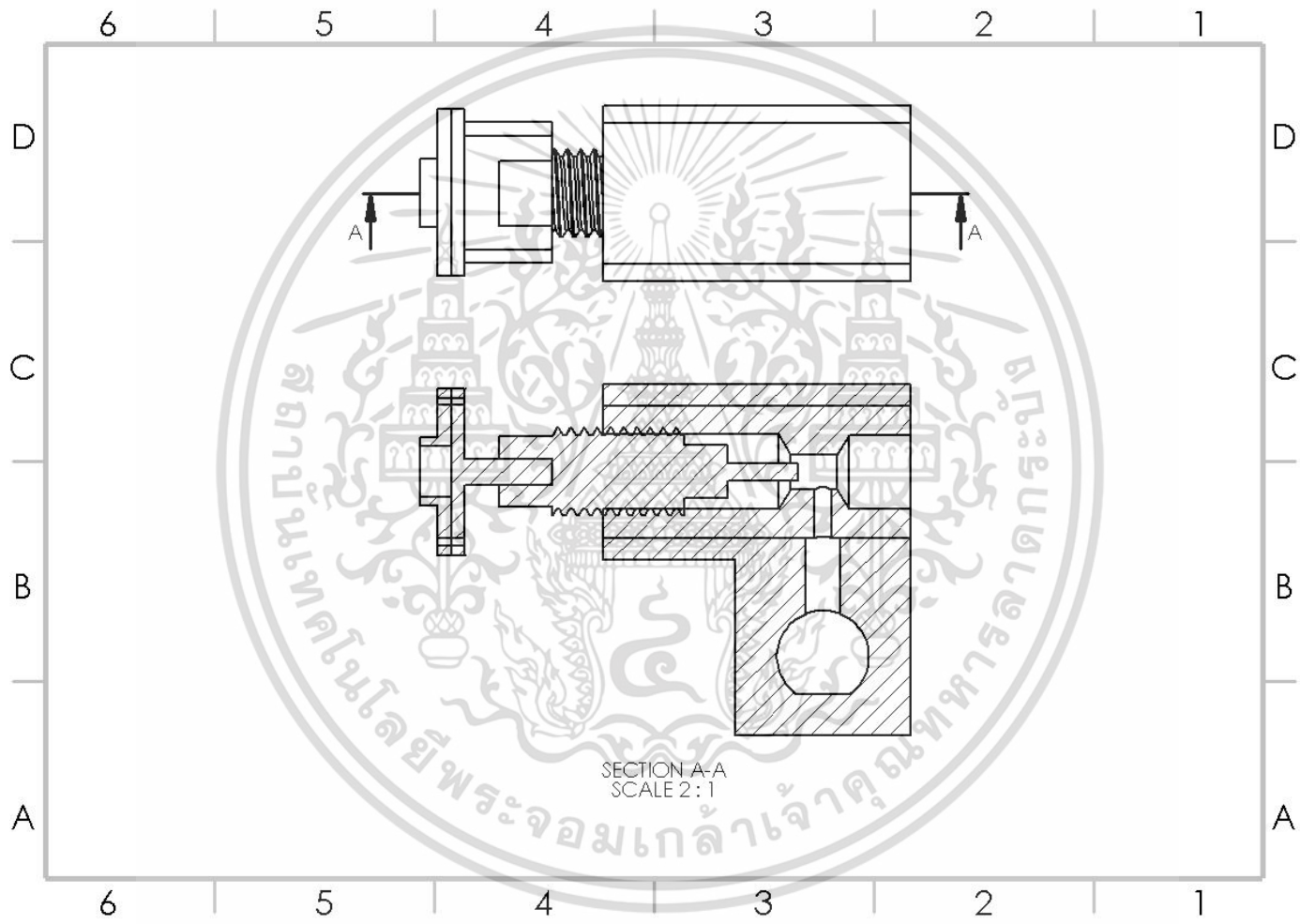
การเขียนแบบอุปกรณ์



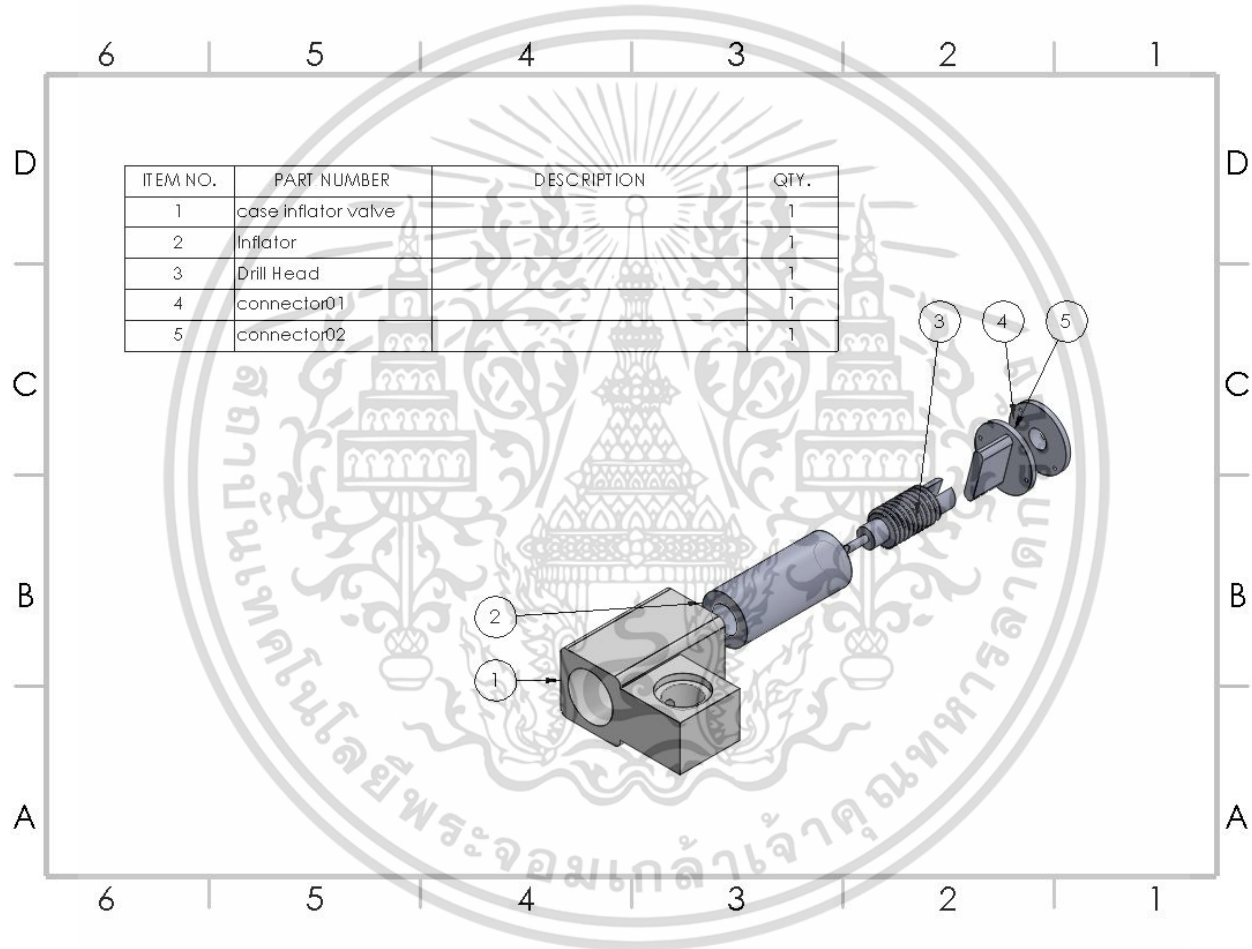
รูปที่ 3 แบบอุปกรณ์



รูปที่ 4 ภาพฉายอุปกรณ์



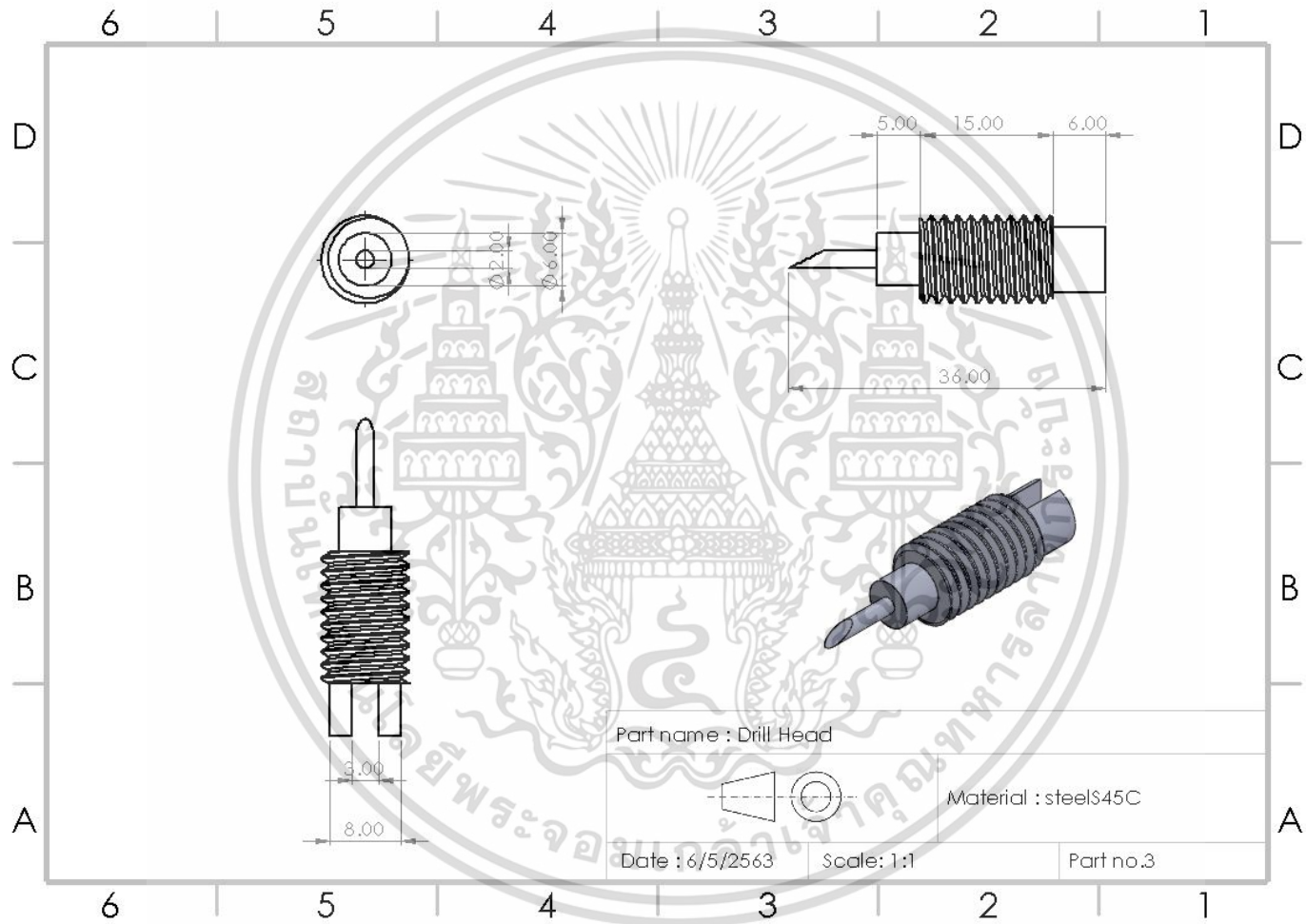
รูปที่ 5 ภาพตัด



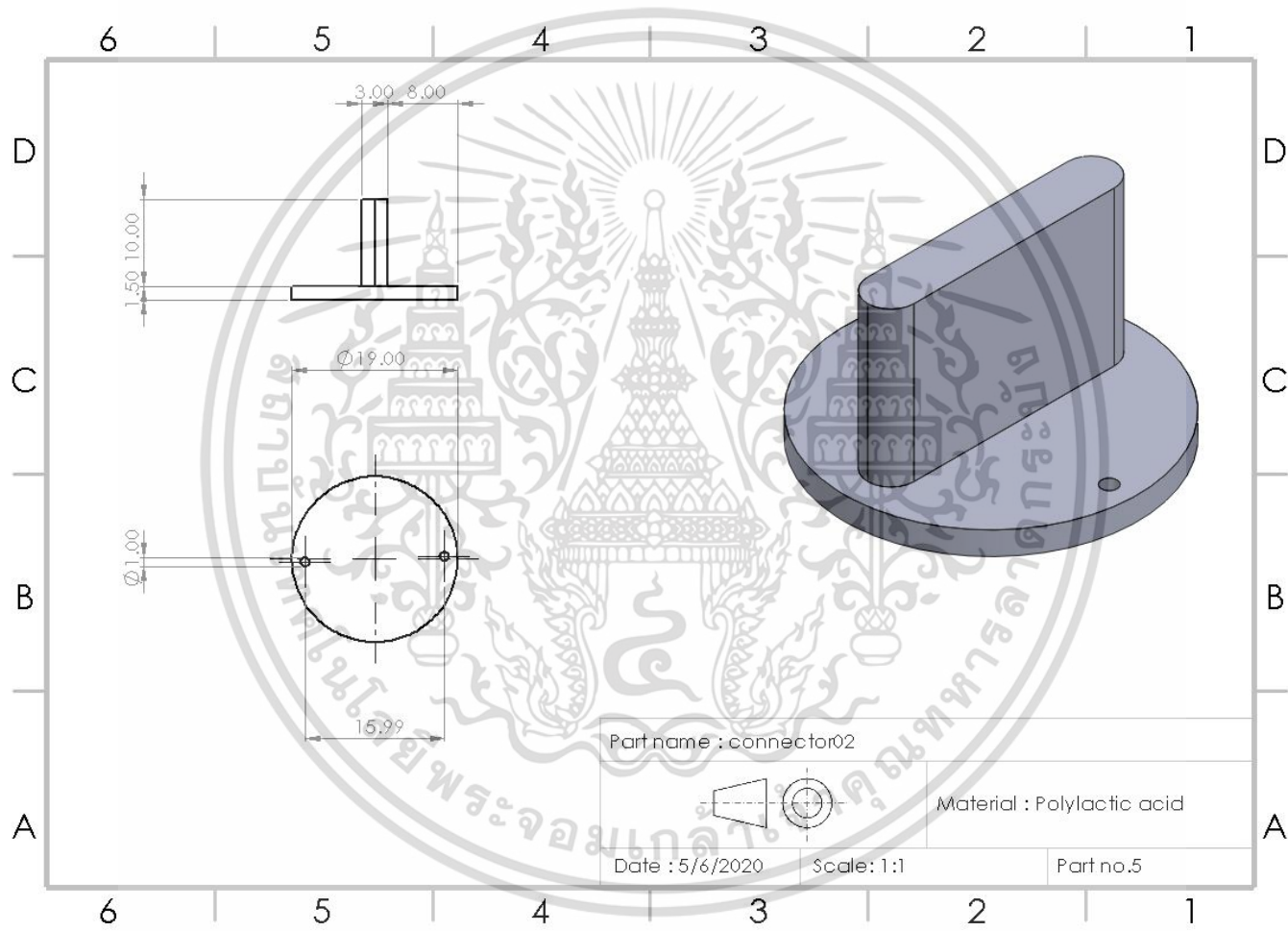
รูปที่ 6 ภาพถอดประกอบ



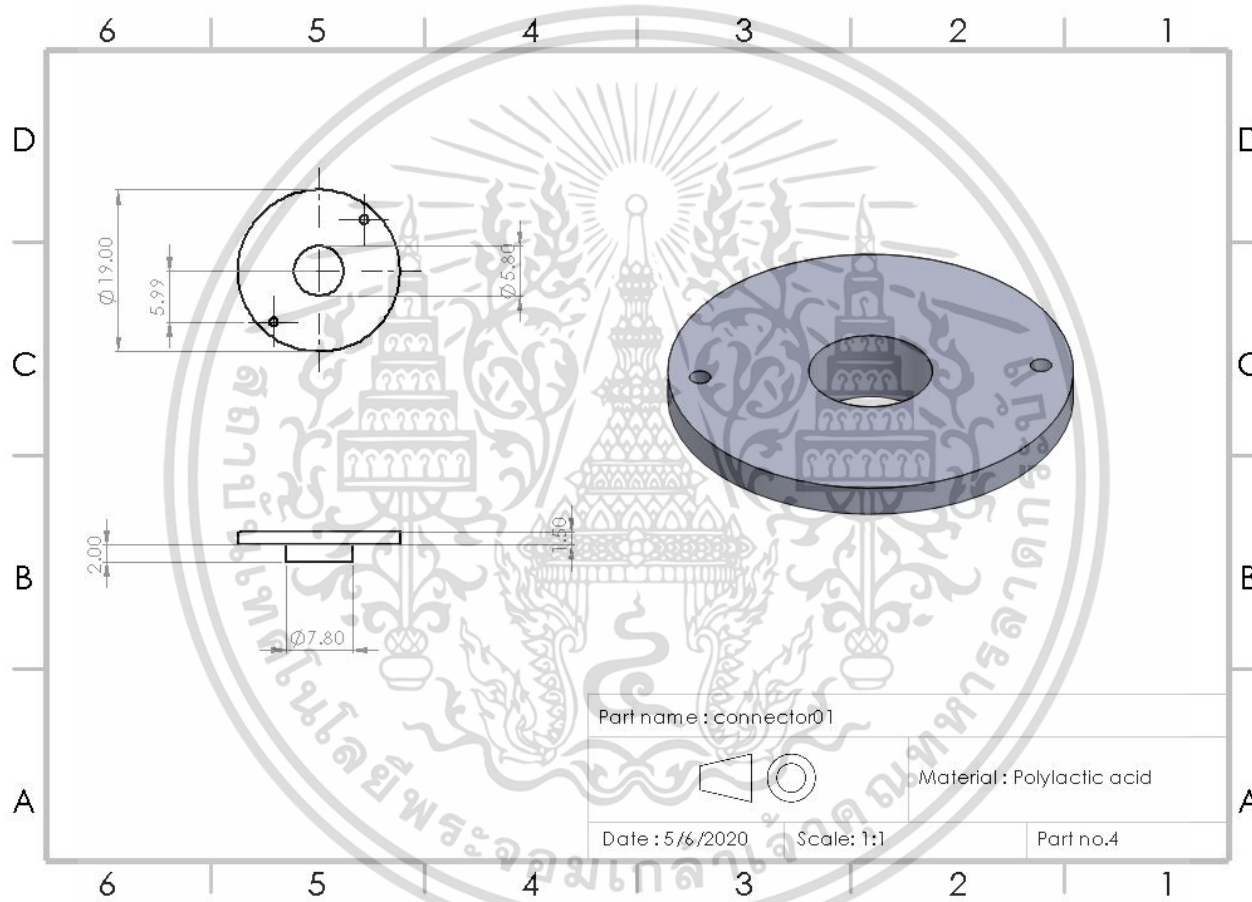
รูปที่ 8 ส่วนเกลียวใน



รูปที่ 9 หัวเจาะ

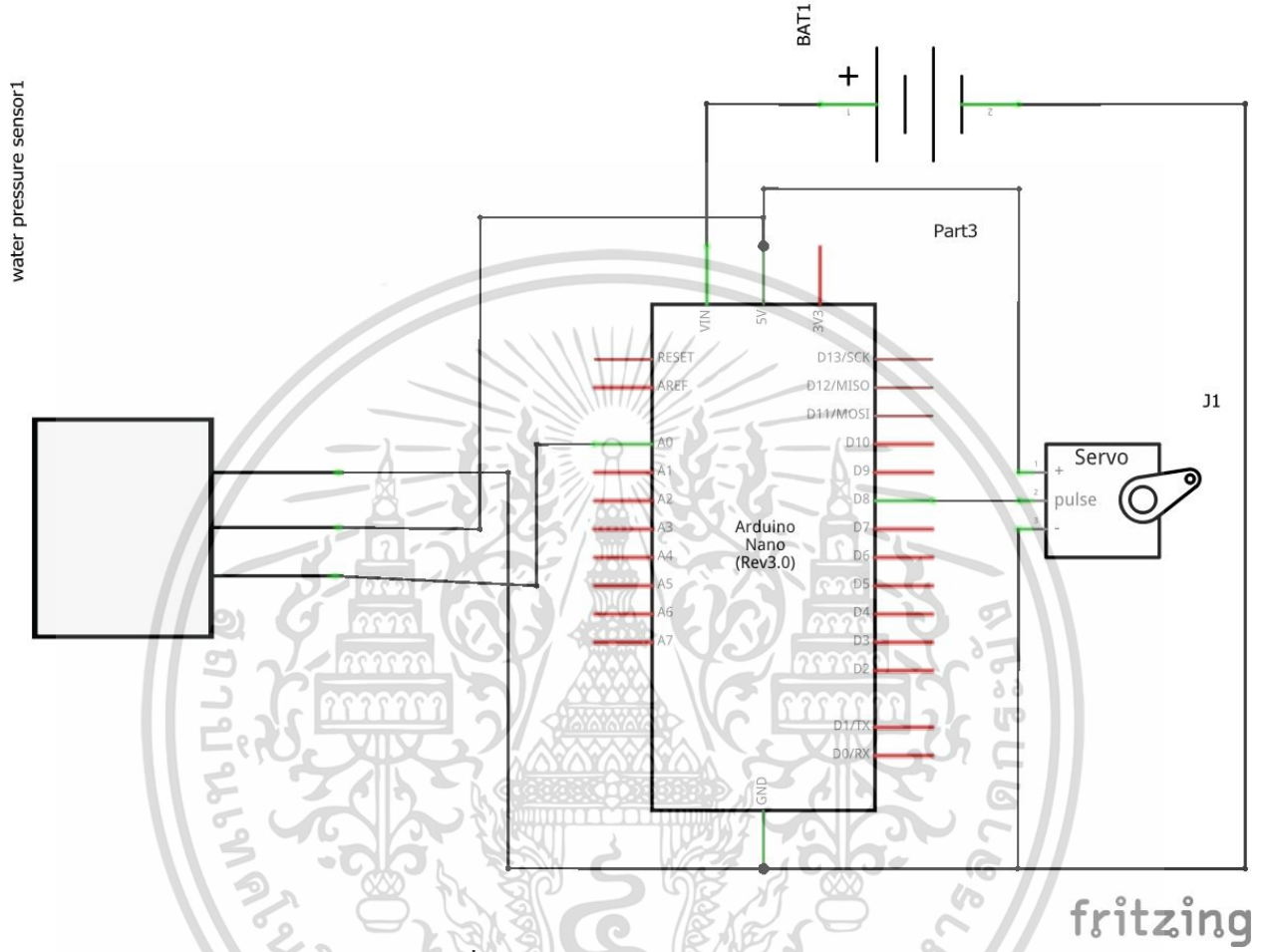


รูปที่ 10 กลไกเชื่อมต่อ 1



รูปที่ 11 กลไกเชื่อมต่อ 2

ภาคผนวก ข แบบวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 12 แบบวงจรไฟฟ้า