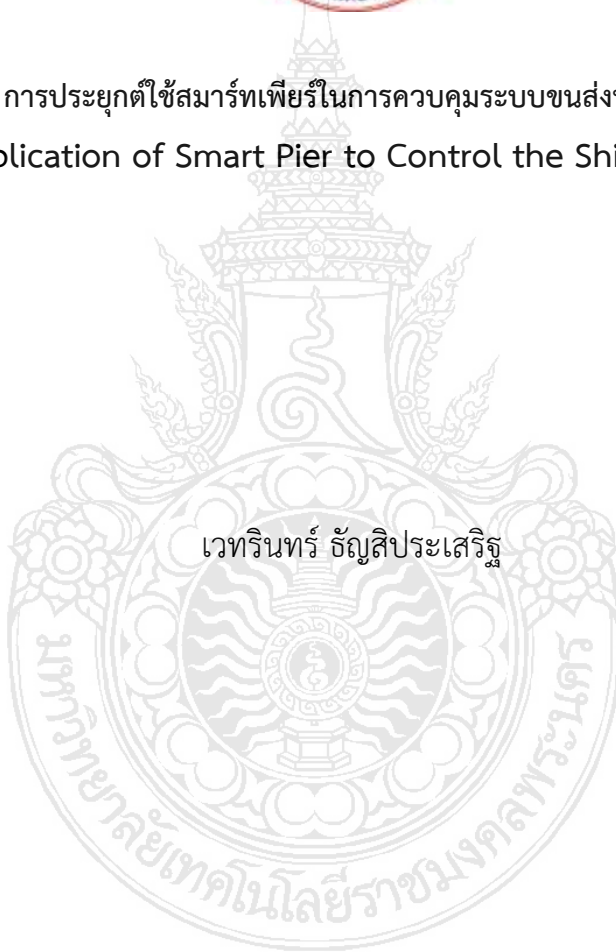




การประยุกต์ใช้สมาร์ทเพียร์ในการควบคุมระบบขนส่งทางเรือ
The Application of Smart Pier to Control the Shipping System

เวทรินทร์ ธัญสิประเสริฐ



งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2568
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง การประยุกต์ใช้สมาร์ทเพียร์ในการควบคุมระบบขนส่งทางเรือ
ผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์เวทรินทร์ ัญญสิประเสริฐ
 คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
พ.ศ. 2568

บทคัดย่อ

การคมนาคมทางเรือเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนระบบการค้าระหว่างประเทศ มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากสามารถรองรับการขนส่งสินค้าที่มีปริมาณและน้ำหนักมาก อีกทั้งยังมีต้นทุนค่าระวางที่ต่ำกว่าการขนส่งรูปแบบอื่น จึงเป็นช่องทางหลักในการนำเข้าและส่งออกของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบขนส่งทางเรือยังคงเป็นประเด็นท้าทายที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีมาช่วยเสริมสร้างความรวดเร็วและความแม่นยำ แนวคิด สมาร์ทเพียร์ (Smart Pier) อาศัยระบบอัตโนมัติและการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เข้ามาบริหารจัดการกระบวนการทำงาน เช่น การใช้เซนเซอร์ เครื่องจักรอัตโนมัติ และระบบควบคุม PLC เพื่อทดแทนการทำงานที่ซ้ำซ้อน ลดความผิดพลาดจากมนุษย์ และเพิ่มเสถียรภาพในการขนส่ง โดยเครื่องจักรในระบบอัตโนมัติแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ระบบกึ่งอัตโนมัติที่ยังต้องอาศัยแรงงานมนุษย์ในบางส่วน และระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบที่ทำงานทุกขั้นตอนด้วยคอมพิวเตอร์ การประยุกต์ใช้สมาร์ทเพียร์ในระบบท่าเรือจึงถือเป็นการสร้างต้นแบบของท่าเรืออัจฉริยะที่สามารถยกระดับมาตรฐานการขนส่งทางเรือของไทยให้มีความน่าเชื่อถือ เสถียร และสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาทางอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์สมัยใหม่

Title The Application of Smart Pier to Control the Shipping System
By Asst. Prof.Wetarin Thansiphraserth
 Faculty of Engineering
 Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Year 2025

Abstract

Maritime transportation has long been a crucial element of international trade, as it remains the only mode capable of handling large volumes and heavy cargo at lower freight costs compared to other means of transport. It is also the primary channel for Thailand's imports and exports. Nevertheless, enhancing the efficiency of maritime transport continues to be a key challenge, requiring the integration of advanced technologies to ensure speed, accuracy, and reliability. The concept of a Smart Pier incorporates automation systems and computer-based controls to manage port operations. This involves the use of sensors, automated machinery, and programmable logic controllers (PLCs) to reduce repetitive tasks, minimize human error, and enhance system stability. Automated machinery can be categorized into semi-automatic systems, which still require human involvement for precision tasks, and fully automatic systems, which operate entirely under computer control. Implementing Smart Pier technology in maritime transport provides a prototype for intelligent port systems that significantly improve reliability, stability, and operational efficiency. It also aligns with industrial and logistics modernization, strengthening Thailand's maritime competitiveness in the global trade system.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ กองทุนเพื่อการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และขอขอบคุณนางสาวอรณา แผนสมบูรณ์ นางสาวอภิญญา ยิ้มสบาย และนางสาวพิชชากร กนกนาค ที่ช่วยเหลือในการทดลอง

เวทรินทร์ ธีญสิประเสริฐ



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1. นิยามศัพท์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 บทนำ	5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.2.1 วรรณกรรมปริทัศน์	7
2.3. รายละเอียดทำเทียบเรือ เรือยนต์ข้ามฟาก	9
2.4 ระบบควบคุม	11
2.4.1 Arduino IDE	11
2.4.2 Arduino	11
2.4.2.1 คุณสมบัติเฉพาะของบอร์ด Arduino	12
2.4.2.2 ภาษา C/C++	13
2.4.3 Arduino Mega 2560	13
2.4.4 ส่วนประกอบของบอร์ด Arduino Mega 2560	14
2.4.4.1 คุณสมบัติเพิ่มเติม	15
2.4.4.2 Arduino Mega Pinout	16
2.5 รูปแบบการเขียนโปรแกรม	17
2.6 หลอดแอลอีดี (LED: Light Emitting Diode)	19
2.7 สวิตช์	20
2.8 เซ็นเซอร์ตรวจจับระดับน้ำ	22
2.9 Infrared Sensor (IR Sensor)	24
2.10 IR LED (Infrared LED)	24

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.11 หน้าจอแสดงผลแบบแอลซีดี	25
2.12 I2C Serial LCD Driver	28
2.13 Adapter 12V 2A	29
2.13.1 รายละเอียดของ Adapter 12V 2A	29
2.14 Step down 12V to 5V	29
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	31
3.1 ผังการดำเนินงาน	31
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	32
3.3 การวางแผนการทำงานของระบบการแจ้งเตือนความปลอดภัยของท่าเทียบเรือ	32
3.4 การสร้างระบบการแจ้งเตือนความปลอดภัยของท่าเทียบเรือ	34
3.4.1 คำสั่ง Arduino	34
3.4.2 การออกแบบและเขียนโปรแกรมสั่งงานโดยใช้โปรแกรม Arduino	34
3.4.3 การออกแบบวงจรการทำงาน	40
3.5 การออกแบบโครงสร้างของโมเดลท่าเทียบเรือ	41
3.6 การสร้างโมเดลท่าเทียบเรือ	43
3.7 การต่อวงจรของระบบการแจ้งเตือนแบบจำลองท่าเทียบเรือ	46
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	48
4.1 บทนำ	48
4.2 การทดสอบ	48
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	50
5.1 สรุปผลการทดสอบ	50
5.3 ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	52
ประวัติผู้วิจัย	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	รายละเอียดทำเทียบเรือ เรือยนต์ข้ามฟาก
2-2	ส่วนประกอบของโครง Arduino Mega Board
2-3	ตัวอย่างการทำงานในแต่ละบรรทัดคำสั่งของโค้ดโปรแกรม
2-4	ความถี่ของคลื่นประเภทต่างๆ
4-1	ตารางผลการทดลอง



สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำขึ้นสูง (มาตรวัดศูนย์) ระหว่างBayuquan, Tiger beach และChangxing Island ตามข้อมูลการวัดระดับน้ำตั้งแต่เดือนธันวาคม 2547 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2548	4
2-2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำลง (มาตรวัดศูนย์)ระหว่างBayuquan,Tiger beach และ Changxing Island ตามข้อมูลการวัดระดับน้ำตั้งแต่เดือนธันวาคม 2547 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2548	5
2-3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่สูงขึ้น (มาตรวัดศูนย์) ระหว่างเกาะ Bayuquan และเกาะ Changxing ตามข้อมูลการวัดระดับน้ำขึ้นน้ำลงตั้งแต่เดือนธันวาคม 2547 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2548	6
2-4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำขึ้นน้ำลงตอนล่าง (มาตรวัดศูนย์) ระหว่างเกาะ Bayuquan และเกาะ Changxing โดยอิงจากข้อมูลการวัดระดับน้ำขึ้นน้ำลงตั้งแต่เดือนธันวาคม 2547 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2548	7
2-5	Arduino IDE	11
2-6	Arduino standard board	12
2-7	Arduino Mega 2560	14
2-8	โครง Arduino Mega Board	15
2-9	Arduino Mega Pinout	17
2-10	ภาพแสดงขั้วและขาของ LED	19
2-11	หลอดแอลอีดีแบบ 3 สี การกำหนดขั้ว และการต่อใช้งาน	20
2-12	Button switch	20
2-13	การต่อใช้งานปุ่มกดแบบ Active High	21
2-14	การต่อใช้งานปุ่มกดแบบ Active Low	21
2-15	การต่อใช้งานปุ่มกดโดยให้เอาต์พุตมีหลายระดับแรงดัน	22
2-16	สวิตช์เปิด-ปิด แบบ 2 ช่องทาง	22
2-17	Ultrasonic Sensor	23
2-18	Infrared Sensor	24
2-19	Infrared LED และการต่อใช้งาน ไอซีในรูปแบบไอซีหมายเลข 555 (Timer)	25
2-20	โมดูลจอ 16x2 และ 20x4	26

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2-21 โมดูลจอ LCD ที่ใช้การเชื่อมต่อแบบขนาน (ไม่ได้ใช้ I2C LCD Controller	27
2-22 โมดูลจอ LCD ที่ใช้การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (ใช้ I2C LCO Controller)	27
2-23 Graphic LCD หรือ OLED	28
2-24 I2C Serial LCD Driver	28
2-25 Adapter	29
2-26 Step down	30
3-1 ผังการดำเนินงาน	31
3-2 ผังการทำงานของระบบการแจ้งเตือนความปลอดภัยของท่าเทียบเรือ	33
3-3 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(1)	34
3-4 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(2)	35
3-5 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(3)	35
3-6 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(4)	36
3-7 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(5)	36
3-8 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(6)	37
3-9 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(7)	37
3-10 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(8)	38
3-11 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(9)	38
3-12 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(10)	39
3-13 การออกแบบวงจรการทำงาน	40
3-14 แบบฐานท่าเทียบเรือ	41
3-15 แบบฐานเสา	41
3-16 แบบโครงท่าเทียบเรือ	42
3-17 แบบสะพานท่าเทียบเรือ	42
3-18 แบบตู้จำลอง	43
3-19 แบบโมเดลท่าเทียบเรือ	43
3-20 ฐานท่าเทียบเรือ และฐานเสา	44
3-21 โครงท่าเทียบเรือ	44
3-22 เสาท่าเทียบเรือ	45
3-23 สะพานท่าเทียบเรือ	45

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

3-24	ตู้จำลอง	46
3-25	โมเดลทำเทียบเรือ	46
3-26	วงจรของระบบควบคุมที่ติดตั้งบนโมเดล	47



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การคมนาคมทางเรือ เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของระบบการค้าระหว่างประเทศ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพราะเป็นเพียงการขนส่งชนิดเดียวที่ขนส่งสินค้าได้มีปริมาณน้ำหนักที่มาก ค่าระวางมีราคาถูกกว่าการขนส่งชนิดอื่น และการขนส่งทางเรือยังเป็นที่นิยมสำหรับการขนส่งสินค้าทั้งขาเข้าและขาออกของไทย

สมาร์ตเพียร์เป็นการส่งงานอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ คือ ระบบที่ทำงานผ่านการควบคุมจากคอมพิวเตอร์ อาจจะเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเริ่มทำงานได้ด้วยตัวเองตามโปรแกรมที่มนุษย์เป็นผู้ควบคุมไว้ เช่นระบบรดน้ำอัตโนมัติ ระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในปัจจุบันทั้งในด้านวิศวกรรม อุตสาหกรรม และรวมไปถึงการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ ระบบอัตโนมัติถูกคิดค้นมาเพื่อให้สามารถลดการใช้ทรัพยากรที่ไม่จำเป็น และตอบสนองความต้องการของมนุษย์

ในด้านอุตสาหกรรมจะเห็นการใช้ระบบอัตโนมัติมากขึ้น เนื่องจากด้านอุตสาหกรรมต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มคุณภาพให้กับสินค้าหรือบริการ ระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมเช่น หุ่นยนต์อุตสาหกรรม (Industrial Robots) รถขนส่ง AGV สายพานการผลิต (Conveyer) รวมทั้งระบบ PLCs (Programmable Logic Control) เป็นต้น การใช้เทคโนโลยีดังกล่าวเข้ามาช่วยในอุตสาหกรรมสามารถช่วยแก้ไขปัญหที่เกิดจากมนุษย์ (Human Error) และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตมากยิ่งขึ้น

เครื่องจักรในระบบอัตโนมัติมี 2 ประเภทได้แก่

1. ระบบเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ หมายถึงระบบเครื่องจักรที่ใช้งานผ่านการควบคุมจากคอมพิวเตอร์แค่บางส่วน ในส่วนที่เหลือยังต้องอาศัยการทำงานโดยมนุษย์ เนื่องจากเป็นงานที่ต้องการความแม่นยำ และความละเอียดสูง

2. ระบบเครื่องจักรอัตโนมัติ หมายถึงเครื่องจักรที่นำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนช่วยในการควบคุมหรือการทำงานในทุกขั้นตอน โดยจะให้เรามีหน้าที่ในการออกคำสั่ง ดูแล รักษาระบบเครื่องเพียงเท่านั้น การทำงานโดยใช้ระบบเครื่องจักรอัตโนมัติทุกขั้นตอนจะเหมาะกับงานที่ต้องการการควบคุมอย่างเต็มที่เต็มรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องด้านคุณภาพหรือความสะอาด อีกทั้งยังใช้ในงานที่ไม่สามารถให้คนทำได้ เช่น งานที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงๆเกินกว่าที่คนเราจะสามารถทนได้ ซึ่งเราจะมีหน้าที่การรับผิดชอบในการดูแลรักษาเครื่องจักรเท่านั้น

ดังนั้นการใช้สมรรถเพียร์ในการควบคุมระบบการขนส่งทางเรือเพื่อเป็นระบบต้นแบบในการใช้สมรรถเพียร์ที่เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในระบบขนส่งทางเรือโดยสมรรถทกริตซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการขนส่งทางเรือเป็นการพัฒนาสมรรถทกริตให้รองรับระบบควบคุมการขนส่งทางทำให้ระบบการขนส่งทางเรือมีความน่าเชื่อถือในการทำงานและมีความเสถียร

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อให้ได้ระบบต้นแบบในการใช้สมรรถเพียร์ในการควบคุมระบบคมนาคมทางเรือ
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาการควบคุมระบบคมนาคมทางเรือให้มีประสิทธิภาพในการคำนวณจำนวนผู้โดยสารที่ทำเทียบเรือจะสามารถรับน้ำหนักได้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้ทราบถึงหลักการทำงานของสมรรถเพียร์ในระบบควบคุม
- 1.3.2 ได้ทราบถึงหลักการทำงานของสมรรถเพียร์ในระบบควบคุม

1.4 นิยามศัพท์

ระบบควบคุม (Control System) หมายถึง การควบคุมระบบหรือสิ่งที่ผู้ออกแบบต้องการควบคุมให้ได้ผลลัพธ์ในรูปแบบของเอาต์พุตที่ต้องการซึ่งทำได้โดยการป้อนค่าอินพุตให้กับระบบโดยนิยามศัพท์พื้นฐานของระบบควบคุมมีดังนี้

1. อินพุต (Input) หมายถึง การสัญญาณเข้าที่ต้องการป้อนให้กับระบบรับรู้ซึ่งอาจแสดงในรูปแบบของสัญญาณทางไฟฟ้า
2. ระบบ (System) หมายถึง สิ่งที่ต้องการหรือระบบที่ต้องการควบคุม ซึ่งจะประกอบด้วยชุดควบคุมกระบวนการ (Process) ซึ่งอาจเป็นเครื่องมืออุปกรณ์หรือเครื่องจักร
3. ระบบควบคุมวงเปิด (Open-Loop Control) หมายถึง ระบบควบคุมที่ไม่ได้ใช้สัญญาณจากเอาต์พุต มาบ่งบอกถึงลักษณะการควบคุม
4. ระบบควบคุมวงปิด (Closed-Loop Control) หรือระบบป้อนกลับ (Feedback Control) หมายถึง ระบบควบคุมที่ใช้สัญญาณจากเอาต์พุตมาบ่งบอกหรือคำนวณค่าที่เหมาะสมสำหรับการควบคุม
5. เอาต์พุต (Output) หมายถึง ผลของการทำงานของระบบที่ผ่านการควบคุมซึ่งจะแสดงในรูปแบบ ผลตอบสนองทางกล (Mechanical Response) และผลตอบสนองทางไฟฟ้า (Electrical Response)

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอด ทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ (Ultrasonic Sensor) เป็นเซ็นเซอร์ (Sensor) ที่ทำงานโดยอาศัยคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 กิโลเฮิร์ต (kHz) ซึ่งเป็นคลื่นในย่านที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยินเสียง เซ็นเซอร์ชนิดอัลตราโซนิกทำงานโดยอาศัยการกระจาย หรือการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงไปกระทบกับพื้นผิวของตัวกลาง ซึ่งอาจเป็นของแข็งหรือของเหลว บางส่วนของคลื่นเสียงจะแทรกผ่านเข้าไปในตัวกลางนั้น และส่วนใหญ่ของคลื่นความถี่สูงนี้จะสะท้อนกลับเรียกว่า "Echo" โดยช่วงเวลาของการสะท้อนกลับของคลื่นเสียงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซ็นเซอร์

เซ็นเซอร์อินฟราเรด (Infrared Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่นำโฟโตไดโอด หรือโฟโตทรานซิสเตอร์ มารวมเข้ากับวงจรควบคุมภายใน เพื่อใช้สำหรับความถี่สูงโดยเฉพาะ IR Sensor นั้นจะตอบสนองกับแสงอินฟราเรดเท่านั้น ใช้งานร่วมกับ LED อินฟราเรด นิยมใช้ส่งข้อมูลที่อยู่ในระยะไกล เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้งาน IR Sensor ก็จำพวก โทรทัศน์ เครื่องเล่น DVD หรือวิทยุในรถยนต์ กล้องรับดาวเทียม

Step-down ใช้ลดแรงดันจากแรงดันสูงให้ต่ำลง ใช้หลักการสวิตชิง-ตัวเหนี่ยวนำ(L) จึงทำให้มีความร้อนและความสูญเสียกำลังไฟน้อย ไม่เหมือนกับการลดแรงดันโดยใช้ IC ตระกูล 78xx / 317 ทัวไปที่ใช้หลักการลดทอนทำให้เกิดความร้อนสูง วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์เมื่อลดแรงดันลงแล้วจะได้กระแส Output เพิ่มขึ้น

บทที่ 2

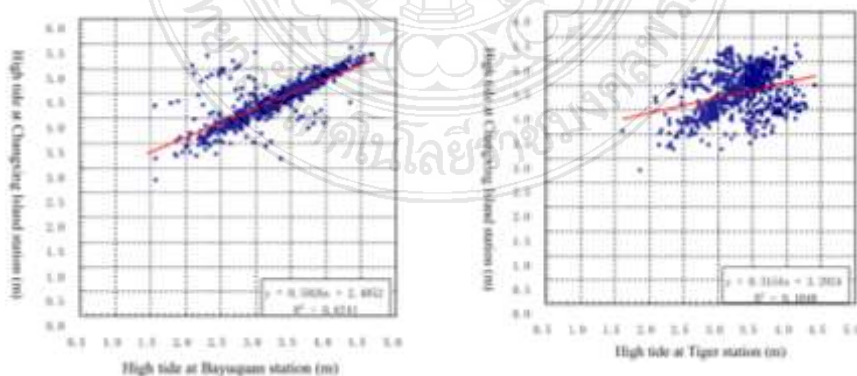
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

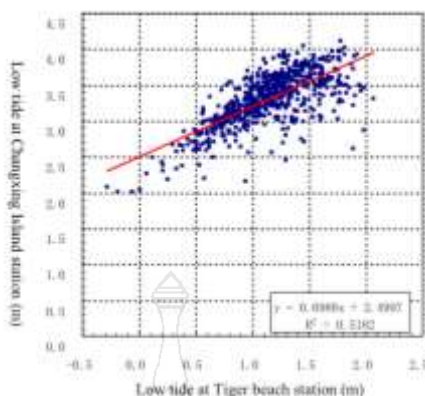
การศึกษาการทำงานของวงจรไฟฟ้าเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการศึกษาวงจรควบคุมระบบเซ็นเซอร์เพื่อที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาการวางแผนระบบควบคุมและยังสามารถพิจารณาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดระดับน้ำประกอบกับการแจ้งเตือนภัยเมื่อเกิดการผิดปกติของท่าเรือ โดยวัตถุประสงค์ของการตรวจวัดระดับน้ำเพื่อคำนวณระยะปลอดภัย ซึ่งการศึกษาวงจรควบคุมระบบเซ็นเซอร์จะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากการผิดปกติของท่าเรือ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Mai Miao, Xiao Hui, Li mengguo,(2016). [1] งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการคำนวณความสัมพันธ์ระดับน้ำ 1.ความสัมพันธ์ระดับน้ำขึ้นและลงระหว่างเกาะ Changxing และสถานีใกล้เคียง ตามการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระดับน้ำขึ้นและน้ำลงของข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2547 ถึง ธันวาคม 2548 ที่สถานีน้ำขึ้นของเกาะ Changxing หาด Tiger และBayuquanค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้ำขึ้นน้ำลง ระหว่างเกาะฉางซิงและหาดไทเกอร์เท่ากับ 0.32 และ 0.74 ระหว่างเกาะฉางซิงและปาหยูฉวน เท่ากับ 0.82 และ 0.76 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างเกาะฉางซิงและปาหยูฉวน นั้นดีกว่าเกาะฉางซิงและหาดไทเกอร์และปัจจัยกระทบ เช่น ลม คลื่น บริเวณทะเลเกาะฉางซิง ไม่เป็น เช่นเดียวกับหาด Tiger แต่คล้ายกับ Bayuquandังนั้นระดับน้ำขึ้นน้ำลง BaYuJuan จึงควรประเมินระดับน้ำขึ้นและน้ำลงสุดขีดในบริเวณทะเลของเกาะฉางซิง ดังแสดงในรูปที่ 2-1 และ 2-2



รูปที่ 2-1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำขึ้นสูง (มาตรวัดศูนย์) ระหว่างBayuquan, Tiger beach และChangxing Island ตามข้อมูลการวัดระดับน้ำตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2547 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2548



รูปที่ 2-2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำลง (มาตรวัดศูนย์)ระหว่าง Bayuquan, Tiger beach และ Changxing Island ตามข้อมูลการวัดระดับน้ำตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2547 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2548

2.ความสัมพันธ์น้ำขึ้นและน้ำลงระหว่างเกาะฉางซิงและปายูฉวน

(1) คำนวณความสัมพันธ์ของน้ำขึ้นน้ำลงระหว่างเกาะฉางซิงและปายูฉวน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.82 และ 0.76 ระดับที่เกี่ยวข้องไม่สูง เพื่อปรับปรุงความแม่นยำในการทำนาย โดยอิงจากลักษณะของน้ำขึ้นน้ำลงครึ่งวันที่ไม่ปกติและช่วงคลื่นโดยรวมขนาดเล็กที่บริเวณทะเลของเกาะฉางซิง ให้เลือกสังเกตข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงที่สูงขึ้นและข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงต่ำที่สถานี Changxing Island และสถานี Bayuquan เพื่อสร้างความสัมพันธ์ตามลำดับ จึงหลีกเลี่ยงผลกระทบของข้อมูลกระแสน้ำต่ำที่สูงขึ้นและข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงสูงที่ต่ำกว่าในระยะเวลาการกลับมาของระดับน้ำขึ้นน้ำลงสูงและต่ำ

(2) จากข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงและน้ำลงข้อมูลที่สถานี Changxing Island และสถานี Bayuquan ความสัมพันธ์ที่ได้รับดังนี้

$$\text{Higher high tide: } Y_{\text{Changxin Island}} = 0.6926 X_{\text{Bayuquan}} + 2.06$$

$$\text{Correlation coefficient: } r = 0.927$$

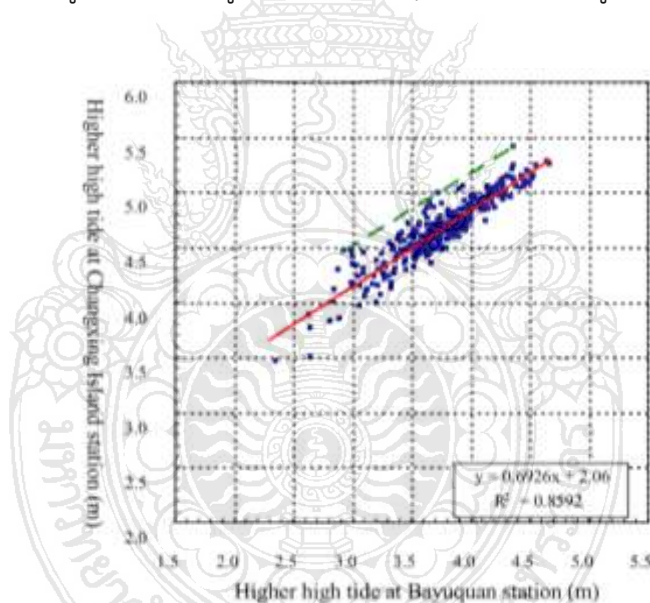
$$\text{Lower low tide: } Y_{\text{Changxin Island}} = 0.7930 X_{\text{Bayuquan}} + 2.61$$

$$\text{Correlation coefficient: } r = 0.872$$

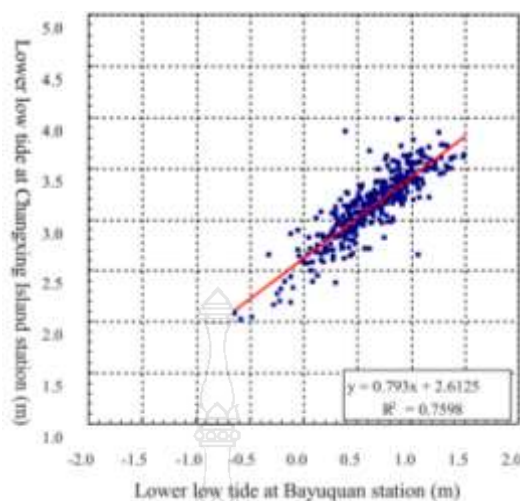
จะเห็นได้ว่า: ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกระแสน้ำที่สูงขึ้นจะดีกว่าค่าสัมประสิทธิ์ของค่าสัมประสิทธิ์ของกระแสน้ำที่ลดลงเล็กน้อยซึ่งทั้งคู่มีค่ามากกว่า 0.85 ซึ่งสามารถใช้ความสัมพันธ์ได้ แต่ควรแก้ไขตามสถานการณ์เฉพาะ

(3) เกาะฉางซิงตั้งอยู่ด้านในของอ่าวโปไห่และปายูฉวนตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของอ่าวเหลียวตงทางเหนือผลกระทบของทั้งสองสถานที่เนื่องจากกระแสน้ำ ลมและคลื่นไม่เท่ากัน ดังนั้นน้ำสูงสุด

(หรือน้ำลงต่ำสุด) จะไม่เกิดขึ้นที่ ในเวลาเดียวกัน เช่นน้ำขึ้นสูงสุดที่สถานี Changxing Island คือ 5.41m (8 สิงหาคม 16:55 น.) ระดับน้ำขึ้นที่สถานี Bayuquan คือ 4.37m (8 สิงหาคม 18:37); ในขณะที่น้ำขึ้นสูงสุดที่สถานี Bayuquan คือ 4.67m (24 มิถุนายน 17:37 น.) ระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่สถานี Changxing Island คือ 4.37m (24 มิถุนายน 16:27) หากใช้ค่าสหสัมพันธ์น้ำขึ้นสูงสุดในการคำนวณระดับน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดโดยข้อมูลกระแสน้ำที่รุนแรงที่สุดคล้อยกันของสองสถานี เห็นได้ชัดว่าผลลัพธ์นั้นต่ำกว่าค่าจริงที่สถานีเกาะฉางซิงเพื่อสร้างความไม่ตรงกันผลกระทบของข้อมูลสุดขีดที่สถานีสองแห่ง และปรับปรุงระดับน้ำขึ้นสูงที่สุดคล้อยกันที่สถานีเกาะฉางซิง รับรองความปลอดภัยของระดับน้ำสุดขีด ควรปรับเปลี่ยน ความสัมพันธ์ระหว่างสองสถานี ตามความสัมพันธ์ของกระแสน้ำที่สูงขึ้นระหว่างสองสถานี ให้สร้างแนวเขตของจุดน้ำขึ้นสูงสุดที่สถานีเกาะฉางซิงแล้วขยายออกไประยะห่างแนวตั้งเฉลี่ยระหว่างเส้นของจดหมายและเส้นสหสัมพันธ์เป็นค่าที่แก้ไขแล้ว ดังนั้นเราจึงสามารถใช้วิธีการสหสัมพันธ์เพื่อคำนวณระดับน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุดที่สอดคล้องกันของสถานี Changxing Island โดยปฎิทินข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงสูงที่สถานี Bayuquan ดังแสดงในรูปที่ 2-3 และ 2-4



รูปที่ 2-3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่สูงขึ้น(มาตรวัดศูนย์) ระหว่างเกาะ Bayuquan และเกาะ Changxing ตามข้อมูลการวัดระดับน้ำขึ้นน้ำลงตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2547 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2548



รูปที่ 2-4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำขึ้นน้ำลงตอนล่าง (มาตรวัดศูนย์) ระหว่างเกาะ Bayuquan และเกาะ Changxing โดยอิงจากข้อมูลการวัดระดับน้ำขึ้นน้ำลงตั้งแต่ เดือนธันวาคม 2547 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2548

(4) ดูจากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำขึ้นน้ำลงระหว่างเกาะฉางซิงและปาหยูฉวน ในขณะที่น้ำลงตอนล่างเกิดขึ้นที่สถานีปาหยูฉวน จุดนั้นอยู่ใกล้เส้นสหสัมพันธ์มากขึ้น ดังนั้นน้ำลงสุดชั่วจึงไม่จำเป็นต้องแก้ไขตามความสัมพันธ์ของกระแสน้ำที่สูงขึ้น

บทสรุป

เมื่อข้อมูลทฤษฎีที่มีอยู่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของข้อกำหนด และข้อผิดพลาดของผลการคำนวณโดยประมาณมีขนาดใหญ่ ระดับน้ำที่รุนแรงในท่าเรือใหม่สามารถคำนวณได้โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของข้อมูลระยะยาวในท่าเรือหรือสถานีน้ำขึ้นน้ำลงใกล้เคียง คำนวณระดับน้ำที่รุนแรงโดยสหสัมพันธ์ ผลลัพธ์ควรปรับตามสถานการณ์จริง วิธีการใหม่ในการตัดสินใจความเสี่ยงของกระแสน้ำและการคำนวณระดับน้ำที่รุนแรงสามารถให้ข้อมูลอ้างอิงสำหรับการกำหนดระดับน้ำที่รุนแรงสำหรับท่าเรือใหม่

2.2.1 บรรณกรรมปริทัศน์

Junjie Fu, Chi Zhou, (2014). [2] การดำเนินการควบคุมสถานะท่าเรือตามแนวคิดแบบกว้างๆ ในการจัดการแบบบูรณาการของเรือต่างประเทศ ศึกษาบทบาทของการควบคุมสถานะท่าเรือ (PSC) ในการจัดการเรือต่างประเทศแบบบูรณาการ (IMFV) การจัดการแบบบูรณาการเป็นมาตรการที่สำคัญสำหรับหน่วยงานของรัฐท่าเรือในการควบคุมการบาดเจ็บล้มตายของเรือต่างประเทศ จากการวิเคราะห์ของ การจัดการเรือต่างประเทศแบบบูรณาการ IMFV และการควบคุมสถานะท่าเรือ PSC

รูปแบบการทำงานของ "การควบคุมสถานะของท่าเรือตามแนวคิด Broad Sense (PSCBSC)" ได้รับการจัดตั้งขึ้นและนำไปใช้กับ IMFV การวิเคราะห์เปรียบเทียบของข้อมูลการตรวจสอบแสดงให้เห็นว่า: อัตราส่วนการกักขัง ความบกพร่องโดยเฉลี่ยของPSCBSC นั้นสูงกว่า PSC มาตรฐานอย่างมาก ในขณะที่ลักษณะของการกักขังก็แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน โดยPSCBSC สามารถบูรณาการทรัพยากรด้านความปลอดภัยทางทะเลได้และช่วยปรับปรุงสถานการณ์ของ IMFV

Beza Negash Getu, (2017). [3] ระบบเซ็นเซอร์และระบบควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติเราตรวจสอบการออกแบบอุปกรณ์เซ็นเซอร์ระดับน้ำที่สามารถตรวจจับและควบคุมระดับน้ำในถังเก็บน้ำหรือระบบกักเก็บน้ำที่คล้ายกันขั้นแรก ระบบจะตรวจจับปริมาณน้ำที่มีอยู่ในถังโดยส่วนเครื่องตรวจจับระดับ จากนั้นจึงปรับสถานะของปั๊มน้ำตามข้อมูลระดับน้ำ การออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์นี้ทำให้บรรลุผลการทำงานอัตโนมัติผ่านตรรกะแบบต่อเนื่องที่นำมาใช้โดยใช้ ฟลิปฟล็อป จอแสดงผลเจ็ดส่วนและวงจรขับปั๊มมอเตอร์แบบรีเลย์เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบแบบบูรณาการนี้ ปั๊มน้ำจะเปิดโดยอัตโนมัติและเริ่มเติมน้ำในถังเมื่อระดับน้ำว่างเปล่าหรือระดับ ONEและปิดและหยุดเติมถึงเมื่อระดับน้ำถึงระดับสูงสุด นอกจากนี้ ปั๊มน้ำจะยังคงอยู่ในสถานะหยุดนิ่งจากระดับแปดลงไปเป็นสองเมื่อระดับลดลงเนื่องจากการใช้น้ำ

บทสรุปในบทความนี้ ระบบอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการออกแบบมาเพื่อควบคุมและตรวจสอบระดับน้ำในถังหรืออ่างเก็บน้ำที่คล้ายกันตามข้อมูลเซ็นเซอร์ตรวจจับน้ำ ขั้นตอน ต่างๆของระบบที่นำเสนอได้รับการออกแบบโดยใช้ส่วนประกอบที่ไม่ต่อเนื่องซึ่งหา ได้ง่าย ระบบอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการออกแบบให้ควบคุมและแสดงระดับน้ำโดยอัตโนมัติจากศูนย์ถึงเก้า วิธีการออกแบบสามารถขยายไปถึงการออกแบบระบบสำหรับการควบคุมระดับน้ำ ที่ต้องการอื่นๆ ระบบที่เสนอนี้ช่วยจัดการ ตรวจสอบ และควบคุมด้วยตนเองสำหรับผู้ ใช้ตามบ้าน เกษตรกรรม หรืออุตสาหกรรมระบบบรรลุการจัดการน้ำที่เหมาะสมและช่วยเพิ่มผลผลิตจากระบบอัตโนมัติ

ประโยชน์ คำสวัสดิ์, (2558).[7] การพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ การออกแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับระบบฟาร์มอัจฉริยะ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม โดยติดตั้งโนดเซนเซอร์ในบริเวณแปลงเพาะปลูกสำหรับตรวจวัดค่าต่าง ๆ เช่น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิความชื้นในดินและความเข้มแสง จากนั้นส่งค่าการตรวจวัดผ่านเครือข่ายสื่อสารไร้สายด้วยโมดูล ZigBee ไปยังโนดโคออร์ดิเนเตอร์เพื่อการประมวลผลและรายงานผลโดยที่โนดโคออร์ดิเนเตอร์ที่ออกแบบขึ้นสามารถสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อนำข้อมูลจากการตรวจวัดขึ้นเซิร์ฟเวอร์ได้ งานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมแบบฟัซซีในการควบคุมช่วงเวลาการให้น้ำของระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติโดยใช้ค่าความชื้นในดินและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจากเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่

ติดตั้งในแปลงเกษตรกรรม ผลการจำลองการทำงานที่นำเสนอแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมและความเป็นไปได้ในการประยุกต์เพื่อการใช้งานได้จริง

2.3 รายละเอียดทำเทียบเรือ เรือยนต์ข้ามฟาก

โดยข้อมูลนี้จะยกตัวอย่างทำเทียบเรือข้ามฟากในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร และ ปริมณฑล เป็นจำนวน 10 ท่า ดังแสดงในตารางที่ 2-1 [25]

ตารางที่ 2-1 รายละเอียดทำเทียบเรือ เรือยนต์ข้ามฟาก ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2563

ลำดับ	ชื่อท่าเรือ/ที่ตั้ง	จังหวัด	หน่วยงาน เจ้าของท่า	ลักษณะท่าเรือ	ขนาดท่าเรือ
1	ท่าปากเกร็ด ที่ตั้ง ตลาดเทศบาล ปากเกร็ด อ. ปากเกร็ด จ. นนทบุรี	นนทบุรี	เอกชน	โป๊ะคอนกรีตเสริม เหล็ก สะพานเหล็กปรับ ระดับพื้นไม้	3.95 x 7.80 2.00 x 10.40
2	ท่าวัดเตย ที่ตั้ง วัดเตย อ. ปาก เกร็ด จ. นนทบุรี ฝั่ง ตะวันออกของแม่น้ำ เจ้าพระยา	นนทบุรี	เอกชน	โป๊ะคอนกรีตเสริม เหล็ก สะพานเหล็กปรับ ระดับพื้นไม้	4.80 x 12.00 2.00 x 10.70
3	ท่านนทบุรี (ท่าพิบูล สงคราม 3) โป๊ะกลาง ที่ตั้ง หน้าที่ว่าการ จังหวัดนนทบุรี (เก่า) อ. เมือง จ. นนทบุรี ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำ เจ้าพระยา	นนทบุรี	กรมเจ้าท่า	โป๊ะเหล็ก สะพานเหล็กปรับ ระดับ	5.00 x 20.00 1.50 x 11.00 ม. (2 สะพาน) 2.50 x 11.00 ม. (1 สะพาน)
4	ท่าเทศบาลบางศรีเมือง ที่ตั้ง ปลายถนนท่าน้ำ เมืองนนทบุรี อ. เมือง นนทบุรี ฝั่งตะวันตก ของแม่น้ำเจ้าพระยา	นนทบุรี	กรมเจ้าท่า	โป๊ะเหล็ก สะพานเหล็กปรับ ระดับ	6.00 x 12.00 ม. 1.50 x 11.00 ม. (2 สะพาน)

ลำดับ	ชื่อท่าเรือ/ที่ตั้ง	จังหวัด	หน่วยงาน เจ้าของท่า	ลักษณะท่าเรือ	ขนาดท่าเรือ
5	ท่าวัดตึก ที่ตั้ง ชุมชนข้างวัดตึก อ. เมือง นนทบุรี ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำ เจ้าพระยา	นนทบุรี	อบต. บาง ไผ่	โป๊ะเหล็ก สะพานเหล็กปรับ ระดับ	4.00 x 6.00 ม.. 1.50 x 5.00 ม.
6	ท่าพายัพ ที่ตั้ง ปลายถนนนครชัย ศรี เขตดุสิต กทม. ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำ เจ้าพระยา	กทม.	กรมเจ้าท่า	โป๊ะเหล็ก สะพานเหล็กปรับ ระดับ ศาลาพักผู้โดยสาร	4.00 x 10.00 ม. 2 x 8.00 ม. 81.60 ตร.ม.
7	ท่าวัดอาวุธวิศิฐาราม ที่ตั้ง ใกล้วัดอาวุธวิศิ ฐาราม เขตบางพลัด กทม.	กทม.	เอกชน	โป๊ะเหล็ก สะพานเหล็กปรับ ระดับ	4.00 x 6.10 ม. 1.35 x 14.50 ม.
8	ท่าเทเวศร์ (ด้านเหนือ) ที่ตั้ง ใกล้วัดเทวราช กุญชร เขตพระนคร กทม. ฝั่งตะวันออกของ แม่น้ำเจ้าพระยา	กทม.	เอกชน	โป๊ะเหล็ก สะพานเหล็กปรับ ระดับ	4.00 x 7.50 ม. 2.00 x 7.00 ม.
9	ท่าวัดบวรมงคล ที่ตั้ง วัดบวรมงคล เขต บางพลัด กทม. ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำ เจ้าพระยา	กทม.	เอกชน	โป๊ะเหล็ก สะพานเหล็กปรับ ระดับ	4.00 x 10.00 ม. 2.00 x 7.00 ม.
10	ท่าเทเวศร์ (ด้านใต้) ที่ตั้ง ใกล้วัดเทวราช กุญชร เขตพระนคร	กทม.	กรมเจ้าท่า	โป๊ะเหล็ก สะพานเหล็กปรับ ระดับ ทางเดินเชื่อม	4.00 x 10.00 ม. 2.00 x 8.00 ม. 190 ตร.ม.

ลำดับ	ชื่อท่าเรือ/ที่ตั้ง	จังหวัด	หน่วยงาน เจ้าของท่า	ลักษณะท่าเรือ	ขนาดท่าเรือ
	กทม. ฝั่งตะวันออกของ แม่น้ำเจ้าพระยา				

2.4 ระบบควบคุม

2.4.1 Arduino IDE

เป็นโปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่น ๆ ที่คล้ายกัน เช่น Generic ESP8266 modules, NodeMCU หรือ WeMos D1 เป็นต้น เป็นโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา C/C++ สำหรับ Arduino หรือเป็นภาษาสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์และบันทึกเป็น Intel Hex File จะอัปโหลด Intel Hex File ลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งอยู่บนบอร์ดผ่านสาย USB ดังแสดงในรูปที่ 2-5



รูปที่ 2-5 Arduino IDE

2.4.2 Arduino

โดยพื้นฐานแล้ว Arduino ไม่ใช่ "ไมโครคอนโทรลเลอร์" แต่ถือเป็น "การเคลื่อนไหวฮาร์ดแวร์โอเพ่นซอร์ส" และก่อตั้งโดย Massimo Banzi และ David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino และ David Mellis ในปี 2548 Arduino มีภาษาและไลบรารีที่ง่ายต่อการเรียนรู้โดยใช้ภาษา C++ และสภาพแวดล้อม IDE สำหรับอินเทอร์เฟซการเขียนโปรแกรมที่เหมาะสม Arduino ถือเป็น Platform Independent Hardware และสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows, Linux และ MAC [5]

Arduino ซึ่งเป็นบอร์ดฮาร์ดแวร์โอเพ่นซอร์สนั้นใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328 ที่ใช้เทคโนโลยี AVR 8-, 16- และ 32- บิต ATmega328 นั้นเป็นตัวควบคุม AVR 8 บิต RISC ที่ใช้เทคโนโลยี Dual Inline Package (DIP); มีออสซิลเลเตอร์นาฬิกา 20 MHz, แฟลช 32kB, 1kB

SRAM, ฟลैชที่ติดตั้งโปรแกรมได้ 23 I/O, 6 ช่อง 10 บิต ADC และเอาต์พุต PWM 6 ช่อง[5] ตัวจับเวลา/ตัวนับสามตัว เอาต์พุต PWM หกตัว และออกที่ทำงาน 3V สามารถควบคุมได้โดยตรงโดยไมโครคอนโทรลเลอร์หลากหลายเช่น Arduino, AVR, PIC, ARM เป็นต้น โมดูลรีเลย์ 5V ใช้สัญญาณควบคุมทรานซิสเตอร์ระดับต่ำ (3.3-5VDC) เพื่อควบคุมรีเลย์ ทรานซิสเตอร์ทำงานปกติเปิดหรือปิดตามปกติ มักใช้ในวงจรควบคุมอัตโนมัติ ที่จะง่ายๆ คือ เป็นสวิตช์อัตโนมัติเพื่อควบคุมวงจรกระแสสูงด้วยสัญญาณกระแสไฟฟ้าต่ำ รีเลย์ 5V ช่วงแรงดันไฟฟ้าอินพุตสัญญาณ 0-5V อินพุต 5V ไปยังรีเลย์ได้รับจาก Arduino UNO ตัวแบ่งแรงดันวงจรประกอบด้วยตัวต้านทาน $33k\Omega$ และตัวต้านทาน $1k\Omega$ ดังแสดงในรูปที่ 2-6 [4]



รูปที่ 2-6 Arduino Standard board

2.4.2.1 คุณสมบัติเฉพาะของบอร์ด Arduino

1. แพลตฟอร์มอิสระ: บอร์ด Arduino เข้ากันได้กับข้ามแพลตฟอร์มไม่ว่าจะเป็น Windows, Linux (All Flavours) และแม้แต่ระบบปฏิบัติการ MAC OS เมื่อเปรียบเทียบกับบอร์ดอื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows
2. ความคุ้มค่า: เทคโนโลยี Arduino ยังมีราคาถูกเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์อื่นๆ บอร์ดพื้นฐานซึ่งเหมาะสำหรับการพัฒนาทุกประเภทสำหรับโครงการสำหรับนักเรียน นักเล่นอดิเรก และผู้ที่ชื่นชอบไมโครคอนโทรลเลอร์มีราคาไม่ถึง 50 ดอลลาร์ ซึ่งเป็นเหตุผลที่ดีสำหรับการยอมรับจากทั่วโลก
3. ง่ายต่อการตั้งโปรแกรม: เทคโนโลยี Arduino นำเสนอสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมที่ง่ายและสะดวกผ่านซอฟต์แวร์ Arduino (IDE) ซึ่งเข้าใจง่าย ยืดหยุ่น ทนทานสำหรับผู้ใช้ทุกประเภท ตัวอย่างต่างๆ ในตัวยังมีอยู่ในซอฟต์แวร์ IDE ซึ่งสามารถใช้สำหรับการโต้ตอบต่างๆ กับบอร์ดได้
4. ฮาร์ดแวร์โอเพ่นซอร์ส: ในฐานะที่เป็นของประเภทฮาร์ดแวร์โอเพ่นซอร์ส เทคโนโลยี Arduino ถูกใช้โดยผู้ผลิตหลายรายและได้จัดทำบอร์ดที่ทำเอง

5. ซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์ส: Arduino พูตภาษา C++ ดังนั้นไลบรารี C++ ต่างๆ จึงสามารถนำไปยัง AVR ในระดับถัดไป และสามารถฝังลงในโปรแกรมหลักได้โดยตรง

บอร์ด Arduino คือบอร์ดพัฒนาสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อพ่วง เซ็นเซอร์ และอุปกรณ์สื่อสารไร้สายต่างๆ เพื่อจัดหาแพลตฟอร์มสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ R&D และการพัฒนาโครงการ

บอร์ดระดับเริ่มต้นใช้งานและตั้งโปรแกรมได้ง่ายที่สุด และมีประโยชน์แม้กระทั่งผู้ใช้อใหม่ในการเรียนรู้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสภาพแวดล้อม IDE หลัก บอร์ดเหล่านี้ยังสามารถจัดอยู่ในหมวด Starter kit ของ Arduino Technology [5]

2.4.2.2 ภาษา C/C++

ภาษา C++ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ทั้งแบบออบเจกต์ (Object) และการเขียนแบบปกติทั่วไป และยังมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการจัดการและเข้าถึงระดับหน่วยความจำ นอกจากนี้มันยังถูกนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบต่างๆ มากมาย เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบฝังตัว (Embedded) เว็บเซิร์ฟเวอร์ การพัฒนาเกม และแอปพลิเคชันที่ต้องการประสิทธิภาพอย่างสูง

นอกจากนี้ก็ยังเป็นภาษาที่ถูกออกแบบมาในการเขียนโปรแกรมระบบ ซึ่งมีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการออกแบบโปรแกรมสูง C++ เป็นภาษาที่ต้องคอมไพล์ก่อนที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในหลายๆ แพลตฟอร์ม ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยองค์กรต่างๆ ที่ประกอบไปด้วย Free Software Foundation (FSF's GCC) LLVM Microsoft Intel และ IBM [6]

2.4.3 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ ATmega2560 มีขาอินพุต/เอาต์พุตดิจิทัล 54 พิน (ซึ่งสามารถใช้เป็นเอาต์พุต PWM ได้ 15 ตัว), อินพุตอนาล็อก 16 ตัว, UART 4 ตัว (พอร์ตอนุกรมฮาร์ดแวร์), ออสซิลเลเตอร์คริสตัล 16 MHz, การเชื่อมต่อ USB, แจ็คไฟ, ส่วนหัว ISP, และปุ่มรีเซ็ต ดังแสดงในรูปที่ 2-7 [8]



รูปที่ 2-7 Arduino Mega 2560

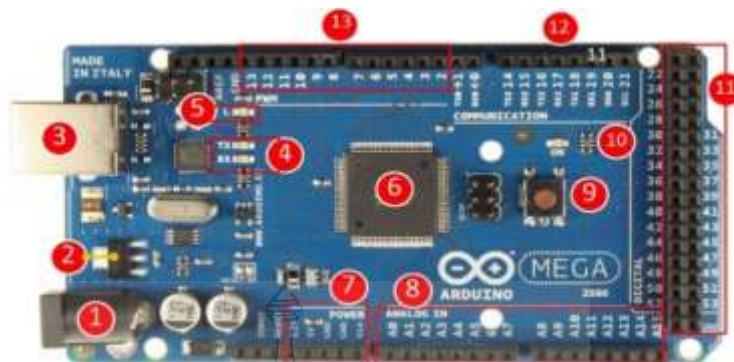
Arduino Mega 2560 เป็นบอร์ดที่มีขาสำหรับต่อใช้งานเยอะ จึงเป็นบอร์ดที่นิยมใช้กับโปรเจกต์ที่ต้องการใช้งาน Sensor จำนวนมาก และเนื่องจากบอร์ดมีหน่วยความจำค่อนข้างสูงจึงเหมาะกับงานที่ต้องการเก็บข้อมูลมาก ๆ [9]

ข้อมูลเฉพาะทางเทคนิค

ไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega2560
แรงดันการทำงาน	5 โวลต์ • แนะนำที่ 7-12 โวลต์ • จำกัดที่ 6-20 โวลต์
ดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต	54 ขา (ใช้เป็น PWM ได้ 15 ขา)
อนาล็อกอินพุต/เอาต์พุต	16 ขา
กระแสไฟฟ้าในพินอินพุต/เอาต์พุต	20 มิลลิแอมป์
กระแสไฟฟ้าในพิน 3.3 โวลต์	50 มิลลิแอมป์
หน่วยความจำ	256 กิโลไบต์
SRAM	8 กิโลไบต์
EEPROM	4 กิโลไบต์
ความเร็วสัญญาณนาฬิกา	16 เมกะเฮิร์ตซ์
ไฟ LED แบบ Built-in	ขา 13
ขนาด	ยาว 101.52 มิลลิเมตร กว้าง 53.3 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	37 กรัม

2.4.4 ส่วนประกอบของบอร์ด Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำงานบนพื้นฐานของ ATmega2560 ดังแสดงในรูปที่ 2-8 และดังแสดงในตารางที่ 2-2 [10]



รูปที่ 2-8 โครง Arduino Mega Board

ตารางที่ 2-2 ส่วนประกอบของโครง Arduino Mega Board

หมายเลข	คำอธิบาย
1	ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรของบอร์ดใช้ได้กับไฟ 9-12V DC
2	ไอซีปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้กับบอร์ดทดลอง
3	ช่องต่อ USB เพื่อดาวน์โหลดโปรแกรมและส่งข้อมูลแบบอนุกรม USART0
4	LED แสดงการทำงานดาวน์โหลดโปรแกรมและการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม USART0
5	LED แสดงผลต่อใช้งานที่พอร์ต 13
6	MCU ATmega2560
7	ช่องต่อไฟแหล่งจ่ายไปภายนอกบอร์ดทดลอง (+3.3V, +5V, GND,GND)
8	พอร์ตต่อสัญญาณอนาล็อกความละเอียด 10 บิต จำนวน 16 ช่อง (A0 - A15)
9	สวิตช์กดรีเซ็ตให้โปรแกรมเริ่มทำงานใหม่
10	LED แสดงไฟเลี้ยงวงจร
11	พอร์ตดิจิตอลอินพุตและเอาต์พุตตั้งแต่พอร์ต 21 - 52
12	พอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม USART0 - USART3
13	พอร์ต PWM และ Digital Input/Output ตั้งแต่พอร์ต 2-13

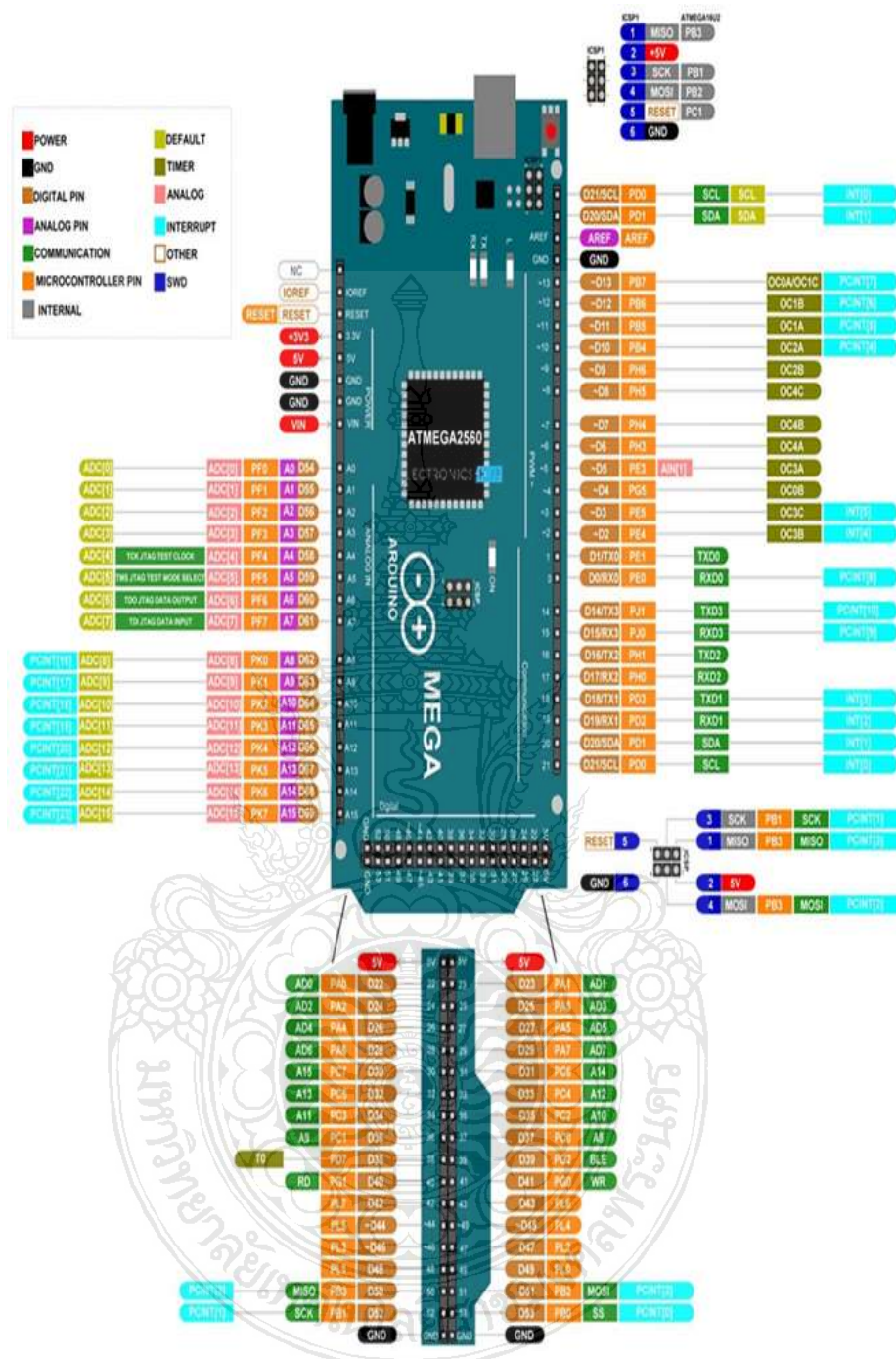
2.4.4.1 คุณสมบัติเพิ่มเติม

- มี LED ออนบอร์ดเชื่อมต่อกับพิน IO ดิจิตอล 13 ใช้ LED นี้เพื่อดำเนินการกะพริบตา แรงดันอ้างอิงสำหรับ ADC ภายในถูกตั้งค่าเริ่มต้นเป็น 5V แต่เมื่อใช้พิน AREF คุณสามารถตั้งค่าขีดจำกัดบนของ ADC ได้ด้วยตนเอง

- เมื่อใช้พิน IOREF คุณสามารถตั้งค่าแรงดันอ้างอิงสำหรับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
- ในการรีเซ็ตไมโครคอนโทรลเลอร์ คุณสามารถใช้ปุ่ม RESET ออนบอร์ด
- แม้ว่าคุณจะสามารถตั้งโปรแกรม Arduino Mega โดยใช้สาย USB ได้ แต่ก็มีข้อกำหนดในการตั้งโปรแกรม MCU โดยใช้อินเทอร์เฟซ In-Circuit Serial Programming (ICSP)
- UART bootloader ซึ่งโหลดไว้ล่วงหน้าในไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560 ช่วยให้สามารถเขียนโปรแกรมผ่านอินเทอร์เฟซแบบอนุกรมได้ แต่ ICSP ไม่ต้องการ bootloader ใดๆ คุณสามารถตั้งโปรแกรม Arduino Mega โดยใช้ ICSP หรือใช้ ICSP ของ Arduino Mega เพื่อตั้งโปรแกรมบอร์ด Arduino อื่นๆ
- Digital IO Pins 2, 3, 18, 19, 20 และ 21 สามารถกำหนดค่าเป็น External Interrupts Pins INT0, INT1, INT5, INT4, INT3 และ INT2 ตามลำดับใช้ฟังก์ชัน attachInterrupt() เพื่อกำหนดค่า Interrupt สำหรับขอบที่เพิ่มขึ้น ขอบตก หรือการเปลี่ยนแปลงระดับบนพิน
- หากคุณต้องการใช้ Shields ใดๆ Arduino Mega ก็เข้ากันได้ดีกับ Shield ส่วนใหญ่ที่ออกแบบมาสำหรับ Arduino UNO [11]

1.4.4.2 Arduino Mega Pinout

อธิบายแต่ละพินของ Arduino Mega ด้วยพินที่เทียบเท่ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ฟังก์ชันทางเลือก ฟังก์ชันเริ่มต้น และคุณสมบัติเพิ่มเติมอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2-9 [11]



รูปที่ 2-9 Arduino Mega Pinout

2.5 รูปแบบการเขียนโปรแกรม

การเขียนโค้ดโปรแกรมด้วยภาษา C สำหรับ Arduino เราจะแบ่งโครงสร้างหลักๆ ออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. Header เป็นส่วนหัวของโค้ดโปรแกรมที่รวบรวมคำสั่งเพื่อการ เรียกใช้ฟังก์ชันหรือตัวแปร จากไฟล์ Libraries การประกาศตัวแปร และค่าคงที่ต่างๆ เพื่อให้ระบบเข้าใจถึงตัวแปรและค่าคงที่ เหล่านั้น ซึ่งปกติแล้วในส่วนของ Header จะมีหรือไม่มีก็ได้ เนื่องจากการประกาศตัวแปร และค่าคงที่ ต่างๆ ตลอดจนการกำหนดสถานะ Input/Output ให้กับขาต่างๆ เราสามารถที่จะเขียนไว้ในส่วนของ void setup() ก็ได้ ส่วนข้อความใดๆ ที่อยู่หลังเครื่องหมาย // จะเป็นคอมเม้นหรือส่วนอธิบายที่เรา สามารถจะเขียนบันทึกอะไรลงไปก็ได้โดยที่มันจะไม่ถูกรันไปพร้อมๆ กับโปรแกรมด้วย

2. void setup() เป็นฟังก์ชันบังคับที่จะต้องมียู่ในทุกๆ โค้ดโปรแกรม โดยจะเป็นส่วนที่ใช้ ใส่คำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมรันการทำงานเพียงรอบเดียวนับตั้งแต่บอร์ดเริ่มทำงาน (เริ่มจ่ายไฟเลี้ยง หรือรีเซ็ตบอร์ด) เช่น คำสั่งที่ใช้เกี่ยวกับการเชื่อมต่อหรือตั้งค่าการทำงานให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ เชื่อมต่อ และการใช้คำสั่ง pinMode เพื่อกำหนดสถานะ Input/Output ให้กับขาต่างๆ เป็นต้น

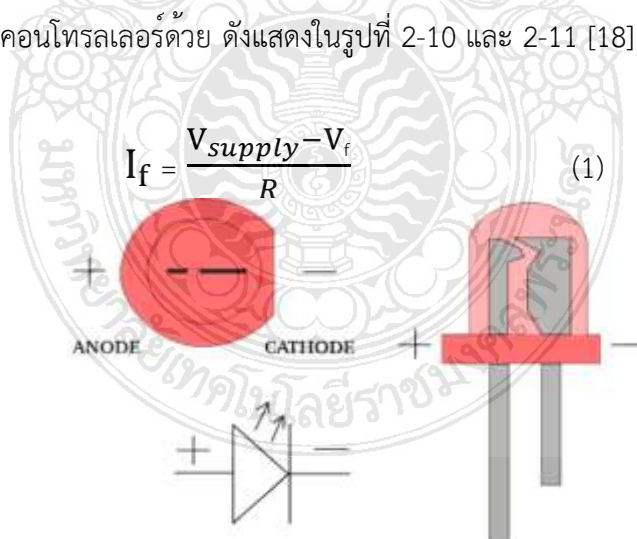
3. void loop() เป็นอีกหนึ่งฟังก์ชันบังคับที่จะต้องมียู่ในทุกๆ โค้ดโปรแกรมเช่นกัน โดย หลังจากรันคำสั่งที่ void setup() เพียงรอบเดียวเสร็จแล้ว ก็จะมาที่ void loop() นี้ ซึ่งจะเป็นส่วนที่ ใช้ใส่คำสั่งและเงื่อนไขต่างๆ ที่ต้องการให้โปรแกรมรันการทำงานแบบวนซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีคำสั่ง ให้ออกจาก loop หรือจนกว่าบอร์ดจะหยุดทำงาน ดังตารางที่ 2-3 [18]

ตารางที่ 2-3 ตัวอย่างการทำงานในแต่ละบรรทัดคำสั่งของโค้ดโปรแกรม

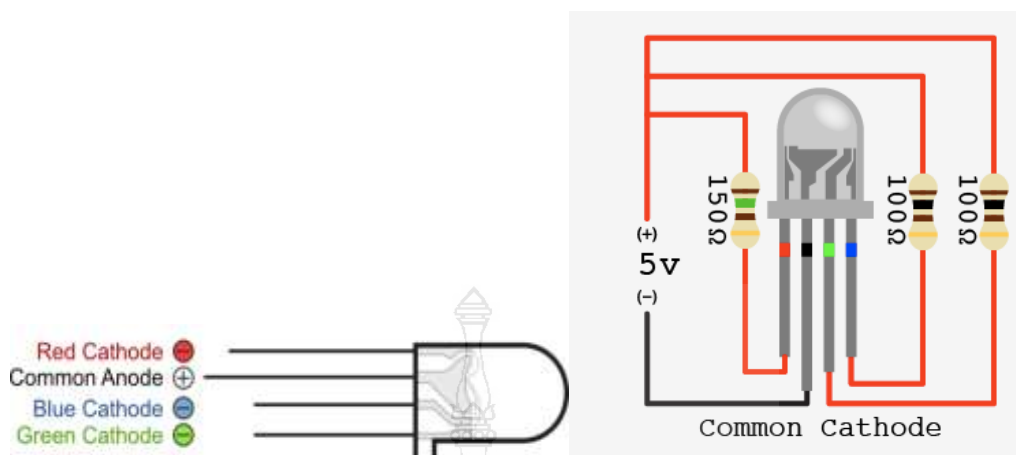
บรรทัดคำสั่ง	การทำงาน
void setup()	เป็นฟังก์ชันที่ใช้กำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ซึ่งจะรันเพียงครั้งเดียว
pinMode(D4, OUTPUT);	กำหนดให้ขา D4 มีสถานะเป็น OUTPUT (ส่งสัญญาณออก)
Void loop()	เป็นฟังก์ชันที่จะมีคำสั่งและเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งจะรันแบบวนซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีคำสั่งให้ออก หรือบอร์ดหยุดทำงาน
digitalWrite(D4,LOW);	สั่งให้ขา D4 มีสถานะเป็น LOW หรือมีค่าแรงดันไฟฟ้าเป็น 0V ซึ่ง ในที่นี้จะทำให้หลอดไฟ LED ที่ต่ออยู่กับขา D4 ติด
บรรทัดคำสั่ง	การทำงาน
digitalWrite(D4,HIGH);	สั่งให้ขา D4 มีสถานะเป็น HIGH หรือมีค่าแรงดันไฟเป็น 3.3V ซึ่ง ในที่นี้จะทำให้หลอดไฟ LED ที่ต่ออยู่กับขา D4ดับ
delay(1000);	สั่งให้หน่วงเวลารอ 1000 ms หรือ 1 วินาที (สถานะที่ขา D4 ยังคงเป็น LOW ยังคงติดค้างอยู่เป็นเวลา 1 วินาที
Delay(2000);	สั่งให้หน่วงเวลา 2000 ms หรือ 2 วินาที (สถานะที่ขา D4 ยังคง เป็น HIGH หลอดไฟ LED ยังคงดับอยู่เป็นเวลา 2 วินาที

2.6 หลอดแอลอีดี (LED: Light Emitting Diode)

หลอดแอลอีดี เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กำเนิดแสงที่นิยมนำมาใช้ในการแสดงสถานะของ การทำงาน ของระบบ หลอดแอลอีดีนั้นทำงานเหมือนไดโอด (Diode) ที่จะ ทำงานที่ทิศทางการไหลของ กระแสไฟฟ้าเพียงทางเดียว จากขั้วแอโนด (Anode) ไปแคโทด (Cathode) โดยจะมีแรงดันคร่อม แอลอีดีค่าหนึ่งเรียกว่า Forward Voltage หรือ V_f ที่ ขนาดของแรงดันจะขึ้นกับยี่ห้อ สี รุ่นและขนาด ของแอลอีดี ทั้งนี้ส่วนใหญ่จะมีค่าประมาณ 3 โวลต์ ระดับความสว่างจะขึ้นกับขนาดของกระแสที่ไหล ผ่านที่ถูกกำหนดโดยตัวต้านทานที่ ต่ออนุกรมร่วมอยู่ซึ่งคำนวณได้จากสมการ 5.3 หลอดแอลอีดี สามารถทนต่อกระแสได้เพียง ค่าหนึ่ง โดยทั่วไปไม่เกิน 30 มิลลิแอมป์ การเลือกขนาดของตัวต้านทาน จึงต้องเลือกให้มี ขนาดที่เหมาะสม หลอดแอลอีดีอาจให้แสงเพียงสีเดียวหรือหลายสีก็ได้ ในกรณีที่ เป็น หลอดแอลอีดีเป็นแบบหลายสี ตามหลักการแล้วคือการรวมหลอดแอลอีดีหลายหลอดมารวมกัน ซึ่ง แต่ละหลอดจะมีค่า Forward Voltage ที่ต่างกัน จึงอาจจะเป็นต้องเลือกความต้านทานที่ใช้ร่วมกับ หลอดแอลอีดีแต่ละหลอดให้ต่างกันจึงจะได้ความสว่างที่เท่ากัน หลอด แอลอีดีแบบหลายสีนี้อาจอยู่ ในรูปแบบขั้วแอโนดร่วม (Common Anode) หรือเป็นแบบ ขั้วแคโทดร่วม (Common Cathode) ก็ได้ การใช้งานหลอดแอลอีดีร่วมกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ส่วนใหญ่สามารถต่อเข้าโดยตรงกับ พอร์ต GPIO ประเภทดิจิทัล เอาต์พุต หากเลือกขนาดความต้านทานเพื่อจำกัดกระแสที่เหมาะสม เนื่องจากต้องการ กระแสไม่มาก อย่างไรก็ตามในกรณีที่ต้องการใช้งานเพื่อขับหลอดแอลอีดีหลาย หลอด ให้สว่างพร้อมกันในพอร์ตเดียว อาจจะไม่สามารถทำได้ ทั้งนี้ขึ้นกับความสามารถในการ ขับ กระแสของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2-10 และ 2-11 [18]



รูปที่ 2-10 ภาพแสดงขั้วและขาของ LED



รูปที่ 2-11 หลอดแอลอีดีแบบ 3 สี การกำหนดขั้ว และการต่อใช้งาน

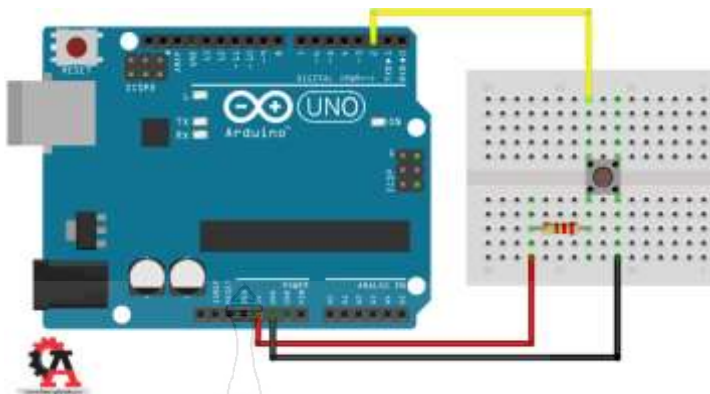
2.7 สวิตช์

Button Switch หรือปุ่มกดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้าขณะทำการกดปุ่ม และตัดวงจรไฟฟ้าขณะไม่ถูกกด ปัจจุบันปุ่มกดมีให้ใช้งานหลากหลายประเภท สามารถออกแบบวงจรให้ใช้งานได้ให้เอาต์พุตที่หลากหลายเช่นเดียวกัน เช่น ออกแบบปุ่มกดแบบ Active Low, แบบ Active High, และออกแบบให้เอาต์พุตมีหลายระดับแรงดันเพื่อใช้อ่านค่าแบบแอนาล็อก ดังแสดงในรูปที่ 2-12



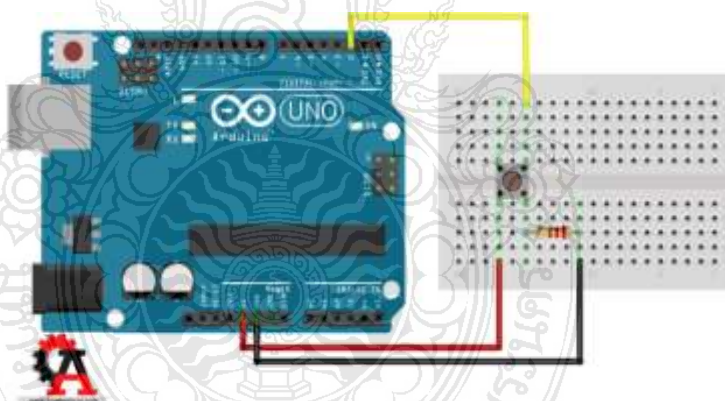
รูปที่ 2-12 Button switch

1. การต่อใช้งานปุ่มกดแบบ Active High ด้วยตัวต้านทาน pull up เป็นการต่อใช้งานให้ได้เอาต์พุตเป็น High ตลอด เมื่อทำการกดปุ่มสถานะเอาต์พุตจะเปลี่ยนเป็น Low ดังแสดงในรูปที่ 2-13



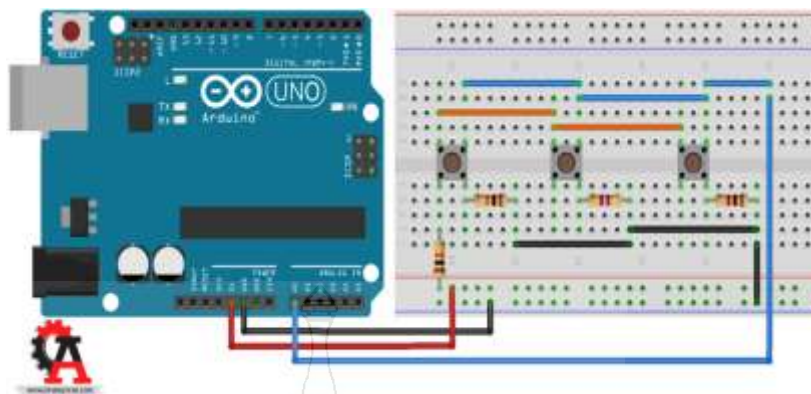
รูปที่ 2-13 การต่อใช้งานปุ่มกดแบบ Active High

2. การต่อใช้งานปุ่มกดแบบ Active Low ด้วยตัวต้านทาน pull down เป็นการต่อใช้งานให้ได้เอาต์พุตเป็น Low ตลอด เมื่อทำการกดปุ่มสถานะเอาต์พุตจะเปลี่ยนเป็น High ดังแสดงในรูปที่ 2-14



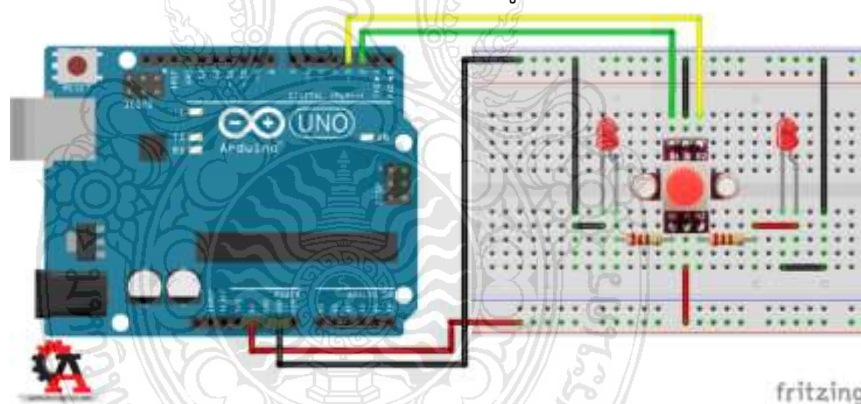
รูปที่ 2-14 การต่อใช้งานปุ่มกดแบบ Active Low

3. การต่อใช้งานปุ่มกดโดยให้เอาต์พุตมีหลายระดับแรงดัน เป็นการต่อใช้งานร่วมกับตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานแตกต่างกัน สามารถนำปุ่มกดมาใช้งานได้หลายตัวโดยใช้เอาต์พุตเพียง 1 เอาต์พุต ดังแสดงในรูปที่ 2-15



รูปที่ 2-15 การต่อใช้งานปุ่มกดโดยให้เอาต์พุตมีหลายระดับแรงดัน

4. สวิตช์เปิด-ปิด แบบ 2 ช่องทาง เป็นสวิตช์ที่ใช้ในการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ตัวสวิตช์ประกอบไปด้วยขาทั้งหมด 6 ขาคือ A, A1, A2, B, B1 และ B2 หากสวิตช์ไม่ถูกกด ตัวสวิตช์จะมีสถานะที่ B ต่อร่วมกับ B2 และ A ต่อร่วมกับ A2 เมื่อสวิตช์ถูกกด ตัวสวิตช์จะมีสถานะที่ B ต่อร่วมกับ B1 และ A ต่อร่วมกับ A1 เป็นการทำให้แบบ 2 ทาง ดังแสดงในรูปที่ 2-16 [12]



รูปที่ 2-16 สวิตช์เปิด-ปิด แบบ 2 ช่องทาง

2.8 เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำ

เซ็นเซอร์ชนิดอัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดระยะทางโดยอาศัยคลื่นอัลตราซาวด์ (Ultrasound) โดยทั่วไปมีช่วงความถี่ 20 kHz ถึง 15 MHz ซึ่งเป็นช่วงคลื่นเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน คลื่นอัลตราซาวด์จะถูกผลิตและส่งด้วยตัวทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) เมื่อคลื่นได้เดินทางถึงวัตถุและสะท้อนกลับมากลื่นสะท้อนจะถูกวัดด้วยรีซีฟเวอร์ (Receiver) (Transmitter และ Receiver) จะมีรูปร่างเหมือนลำโพงบนตัวอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 2-17 [16]



รูปที่ 2-17 Ultrasonic Sensor

Ultrasonic Sensor เช่น คลื่นอัลตราซาวด์ เป็นคลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่าคลื่นอินฟราเรด ดังตารางที่ 2-4 [16]

ตารางที่ 2-4 ความถี่ของคลื่นประเภทต่างๆ

คลื่น	ความถี่คลื่น
X-ray	30 EHz – 30 PHz
Ultraviolet	30 PHz – 790 THz
Visible Light	790 THz – 430 THz
Infrared	430 THz – 300 GHz
Microwave	300 GHz – 300 MHz
Radio	300 MHz – 3 Hz
Ultrasound	15 MHz – 20 kHz
Sound	20 kHz – 20

เมื่อคลื่นอัลตราโซนิกแพร่กระจายตามแนวเส้นตรงในอากาศ เมื่อกระบวนการส่งสัญญาณเจอสิ่งกีดขวาง คลื่นอัลตราโซนิกจะสะท้อนกลับมายังเครื่องรับอัลตราโซนิกที่รับคลื่นสะท้อน และหยุดเวลา ความเร็วในการส่งของ Ultrasonic คลื่นในอากาศคือ v (340m/s) ตามเวลาการบันทึก t ของตัวจับเวลา ระยะทาง d จากตัวส่งถึงสิ่งกีดขวางสามารถคำนวณจากสมการที่ (1) [17]

$$d = \frac{vt}{2} \quad (1)$$

2.9 Infrared Sensor (IR Sensor)

เทคโนโลยี IR ถูกใช้ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรมเพื่อวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน ตัวอย่างเช่นทีวีใช้ไฟร์ เซ็นเซอร์ IR เพื่อทำความเข้าใจสัญญาณที่ส่งจากรีโมทคอนโทรล ประโยชน์หลักของเซ็นเซอร์ IR คือการใช้พลังงานต่ำการออกแบบที่เรียบง่ายและคุณสมบัติที่สะดวก สัญญาณ IR ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตามนุษย์ การแผ่รังสี IR ใน สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถพบได้ในบริเวณที่มองเห็นได้และไมโครเวฟ โดยปกติความยาวคลื่นของคลื่นเหล่านี้อยู่ในช่วง $0.7\ \mu\text{m}$ ถึง $1,000\ \mu\text{m}$ สเปกตรัม IR สามารถแบ่งออกเป็นสามพื้นที่เช่นใกล้อินฟราเรดกลางและอินฟราเรดไกล ความยาวคลื่นของพื้นที่ใกล้ IR อยู่ในช่วง $0.75 - 3\ \mu\text{m}$ ความยาวคลื่นของย่านอินฟราเรดช่วงกลางอยู่ในช่วง 3 ถึง $6\ \mu\text{m}$ และความยาวคลื่นของรังสีอินฟราเรดของพื้นที่ IR ไกลสูงกว่า $6\ \mu\text{m}$ [13]

IR Sensor คืออุปกรณ์ที่นำโฟโตไดโอด หรือโฟโตทรานซิสเตอร์ มารวมเข้ากับวงจรควบคุมภายใน เพื่อใช้สำหรับความถี่สูงโดยเฉพาะ IR Sensor นั้น จะตอบสนองกับแสงอินฟราเรดเท่านั้น ใช้งานร่วมกับ LED อินฟราเรด นิยมใช้ส่งข้อมูลที่อยู่ในระยะใกล้ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้งาน IR Sensor ก็จะมีจำพวก โทรศัพท์ เครื่องเล่นDVD หรือวิทยุในรถยนต์ กล้องรับดาวเทียม เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2-18 [14]

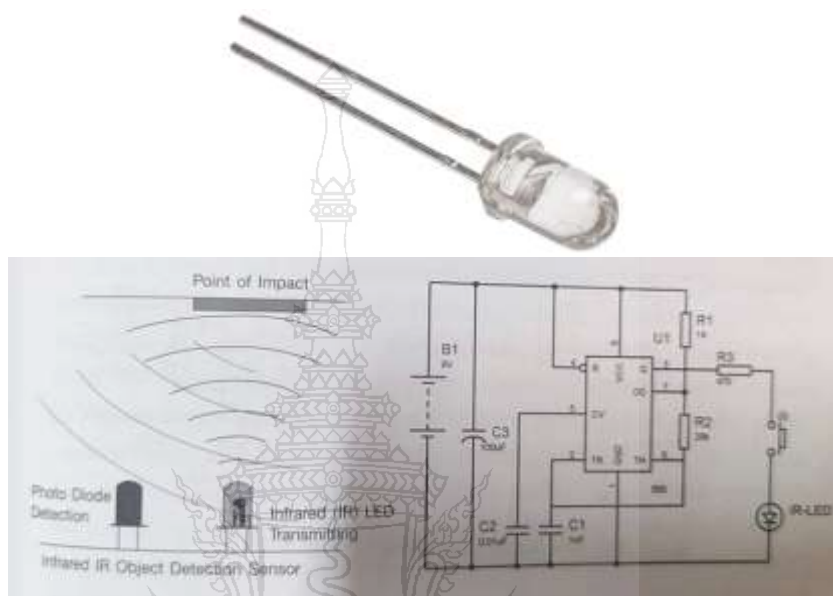


รูปที่ 2-18 Infrared Sensor

2.10 IR LED (Infrared LED)

Infrared LED หรือ IR LED ถูกใช้ในการสร้างคลื่นอินฟราเรดเพื่อใช้ในงานประยุกต์ ต่างๆ เช่น ใช้กับ Photodiode ในการนับชิ้นงาน (วัดจำนวนเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการบังคลื่น อินฟราเรดที่ผลิตโดย IR LED) หรือใช้งานเป็นโมดควบคุม (Remote Controller) ของ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ก็ได้ รูปแบบการส่งคลื่นอินฟราเรด นั้นสามารถกำหนดได้โดยไมโคร คอนโทรลเลอร์ (ผ่านพอร์ต GPIO) หรืออาจใช้ร่วมกับการสร้างวงจรกำหนดรูปแบบสัญญาณ (ใช้ร่วมกับไอซี MAX555) หรืออาจใช้ร่วมกับไอซี LM358 (Op-amp) ในการทำงานที่ไม่ซับซ้อนก็ได้เช่นกัน ซึ่งหากมีการนำวงจรช่วยสร้าง

สัญญาณมาใช้งาน ก็อาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่อย่างใด ดังแสดงในรูปที่ 2-19 [18]



รูปที่ 2-19 Infrared LED และการต่อใช้งาน ไอซีในรูปแบบไอซีหมายเลข 555 (Timer)^{47,48}

2.11 หน้าจอแสดงผลแบบแอลซีดี

โมดูลจอ LCD เป็นอุปกรณ์ที่มีความไวต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยทั่วไป ร่วมกับการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าโดยหลักผ่านสองวิธี ได้แก่ การนำสัญญาณรบกวนและการรบกวนแบบแผ่รังสี การรบกวนที่นำไฟฟ้าหมายถึงการส่งสัญญาณรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าตามตัวนำ การรบกวนที่นำไฟฟ้าของสายไฟรวมถึงการสั้นชั่วคราว การรบกวนของพัลส์ และการรบกวนที่ดำเนินการด้วยแรงดันไฟฟ้าต่ำเป็นเวลานาน ในการออกแบบระบบไฟฟ้า เลือกรูปแบบนี้มาใช้: ตัวกรองบรอดแบนด์การแปลง DC/DC อันที่เชื่อมต่อ $0.1 \mu\text{F}$ ตัวเก็บประจุแยกตัวระหว่างใน V_{SS} และ V_{DD} ของโมดูล LCD และเชื่อมต่ออยู่ $100 \mu\text{F}$ ตัวกรองตัวเก็บประจุ หลังจากการตรวจสอบทดลอง คับปลั๊สัญญาณรบกวนที่ดำเนินการของโมดูล LCD จะถูกลบออก

เมื่อโมดูล LCD รวมอยู่ในระบบเลเซอร์ ระบบควบคุมการแสดงผลจะถูกแยกออกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ การรบกวนหลักของโมดูล LCD คือการรบกวนการแผ่รังสี LCD ได้รับการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่รุนแรงเมื่อเลเซอร์ทำงาน โมดูล LCD มีการกระจายของอักขระ หน้าจอ

กระตุก เซ็นเซอร์ตัวเลขเด่นใหญ่เกินไป อ่านไม่ออก และหน้าจอทั้งหมดไม่แสดงผล ในกรณีนี้ที่ร้ายแรง โมดูล LCD จะไม่ทำงาน [15]

จอ LCD เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่ได้รับความนิยมและถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น นาฬิกา, โทรศัพท์, เครื่องคิดเลข, เครื่องชั่งน้ำหนัก, เครื่องคิดเงิน ฯลฯ สำหรับงาน IoT เอง ก็มีผลิ ตออกมาเป็นโมดูลอยู่มากมายเพื่อนำไปใช้เชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเฉพาะ [18]

ปัจจุบันโมดูลจอ LCD ที่นิยมใช้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มีอยู่ 2 ชนิด

1. Character LCD เป็นจอที่ใช้แสดงผลเป็นตัวอักษร โดยจะแบ่งแต่ละตัวอักษรออกเป็น ช่องๆ แบบตายตัว ซึ่งในท้องตลาดมีให้เลือกใช้อยู่หลายขนาด เช่น โมดูลจอ 16x2 หรือ 1602 Character LCD (แสดงตัวอักษรได้ทั้งหมด 2 แถว แถวละ 16 ตัวอักษร) และ 20x4 หรือ 2004 Character LCD (โดยจะแสดงตัวอักษรได้ทั้งหมด 4 แถว แถวละ 20 ตัวอักษร) เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2-20



รูปที่ 2-20 โมดูลจอ 16x2 และ 20x4

นอกจากนี้ Character LCD นั้นยังมีการเชื่อมต่ออยู่ 2 รูปแบบ

รูปแบบแรก จะเป็นการเชื่อมต่อแบบขนาน (Parallel) ที่จะอาศัยเพียงตัวโมดูลจอ LCD เดียว ๆ ที่มีจำนวนขามากถึง 16 ขา เชื่อมต่อเข้ากับขาของ บอร์ด MCU โดยตรง วิธีนี้ไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากต้องใช้สายและขาเชื่อมต่อจำนวนมาก ยกตัวอย่าง ถ้าเป็นการเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด Arduino Uno แม้จะเป็นการส่งข้อมูลคราวละ 4 บิต ก็ยังต้องใช้สาย และขาในการเชื่อมต่ออย่างน้อยๆ 6 ขา ซึ่งนั่นอาจจะทำให้บอร์ดเหลือพอร์ตไม่เพียงพอที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2-21



รูปที่ 2-21 โมดูลจอ LCD ที่ใช้การเชื่อมต่อแบบขนาน (ไม่ได้ใช้ I2C LCD Controller)

รูปแบบที่สอง จะเป็นการเชื่อมต่อแบบอนุกรม (Serial) วิธีนี้จะอาศัยอุปกรณ์เสริมที่เรียกว่า I2C LCD Controller เข้ามาช่วย เพื่อให้มีการเชื่อมต่อผ่าน I2C บัส โดยมันจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างโมดูลจอ LCD กับ บอร์ด MCU ซึ่งโดยปกติในท้องตลาดจะมีตัวโมดูลจอ LCD รวมกับ I2C LCD Controller ที่ประกอบสำเร็จหรือบัดกรีเข้าด้วยกันจัดมาเป็นชุดให้อยู่แล้ว หรือใครที่ซื้อแยกกันมา ก็แค่เอาหลังบอร์ดมาประกอบให้ขาทั้ง 16 ตรงกัน แล้วใช้ขาก้างปลาเชื่อมระหว่างขาทั้งหมด ก่อนจะบัดกรีขาทุกจุดเข้าด้วยกัน แค่นี้ก็เอาไปใช้งานได้แล้ว ข้อดีของการเชื่อมต่อผ่าน I2C LCD Controller ก็คือ ใช้สายและขาในการ เชื่อมต่อกับบอร์ด MCU เพียงแค่ 4 ขาเท่านั้นคือ SDA (รับ ส่งข้อมูล), SCL (ส่งสัญญาณนาฬิกาไปควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูล), Vcc (ไฟ 5 Vdc จากแหล่งจ่าย) และ GND ดังแสดงในรูปที่ 2-22 [18]



รูปที่ 2-22 โมดูลจอ LCD ที่ใช้การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (ใช้ I2C LCD Controller เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ)

2. Graphic LCD หรือ OLED เป็นจอที่ใช้แสดงผลเป็นตัวอักษรและภาพกราฟิกต่างๆ ซึ่งจะมีความละเอียดและสามารถแสดงเป็นสีเส้นต่างๆได้ ในท้องตลาดมีให้เลือกใช้อยู่หลายขนาด โดยจะ

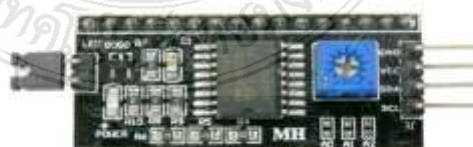
ระบุขนาดมาเป็นตัวเลขของจำนวนจุด (Pixels) ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง หรือก็คือความละเอียดสูงสุดที่สามารถแสดงผลได้ และขนาดความยาวของจอแสดงผลที่มีหน่วยเป็นนิ้ว เช่น OLED Display Module 128x64 0.96" ที่มีจำนวนจุดพิกเซลตามแนวนอน 128 จุด และแนวตั้ง 64 จุด ขนาดความยาวหน้าจอ 0.96 นิ้ว เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2-23 [18]



รูปที่ 2-23 Graphic LCD หรือ OLED

2.12 I2C Serial LCD Driver

เป็นอุปกรณ์ที่มีชิป PCF8574 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้เป็นตัวขยาย I/O ซึ่งสื่อสารกับชิปไมโครคอนโทรลเลอร์อื่นด้วยโปรโตคอลการสื่อสารแบบมีสายสองสาย การใช้แฉับเตอร์นี้ทำให้ทุกคนสามารถควบคุม LCD ขนาด 16x2 ได้โดยใช้สายเพียงสองเส้น (SDA, SCL) มันช่วยประหยัดพิน Arduino หรือไมโครคอนโทรลเลอร์อื่น ๆ ได้มากมาย มีโพเทนชิโอมิเตอร์ในตัวสำหรับควบคุมความคมชัดของจอ LCD ที่อยู่ I2C เริ่มต้นคือ 0x27 คุณสามารถเปลี่ยนที่อยู่นี้ได้โดยเชื่อมต่อ A0, A1, A2 ดังแสดงในรูปที่ 2-24 [19]



รูปที่ 2-24 I2C Serial LCD Driver

2.13 Adapter 12V 2A

IEEE Std 1823-2015 กำหนดการเชื่อมต่อการจ่ายพลังงานระหว่างอะแดปเตอร์จ่ายไฟและอุปกรณ์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าที่มากกว่า 10 W ขึ้นไป แต่น้อยกว่า 240 W 1 สิ่งการสื่อสารระหว่างอะแดปเตอร์จ่ายไฟและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานแบบเคลื่อนที่ซึ่งถูกกำหนดไว้ อาจใช้การสื่อสารเพื่อประสานงานการส่งพลังงานและระบุข้อมูลประจำตัวระหว่างอะแดปเตอร์แปลงไฟและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน แม้ว่ามิใช่สำหรับคอมพิวเตอร์แบบพกพาและอุปกรณ์เพื่อความบันเทิง แต่อาจใช้อะแดปเตอร์ไฟฟ้าที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้กับอุปกรณ์อื่นๆ [20]

Adapter 12V 2A เป็นแหล่งจ่ายไฟให้อุปกรณ์ หั้วแจ็ค สามารถต่อเข้า Arduino บอร์ด ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2-25



รูปที่ 2-25 Adapter

2.13.1 รายละเอียดของ Adapter 12V 2A

- 1x AC 100-240V to DC 12V 2A Switching Power supply Converter Adaptor
- Adapter แบบสวิตชิง จาก AC 100-240V เป็น ดีซี 12V 2 A
- ด้านปลายเป็นดีซีแจ็คขนาด 5.5*2.5mm และใช้ได้กับ 5.5*2.1mm
- ขั้วในบวก ขั้วนอกลบ [21]

2.14 Step Down 12V to 5V

ตัวแปลง DC-DC Step Down คือตัวแปลง DC-DC สารานุกรมที่แปลงไฟฟ้าแรงสูงเป็นแรงดันต่ำอย่างเหมาะสม การแปลงพลังงานที่เพียงพอช่วยยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ ลดความร้อน และยอมให้อุปกรณ์ขนาดเล็กประดิษฐ์ขึ้น ตัวแปลงสเต็ปดาวน์ DC-DC ประสิทธิภาพสูงอย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน [22]

ภาคจ่ายไฟถือว่าเป็นส่วนสำคัญของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่จะทำให้เครื่องหรืออุปกรณ์นั้นๆสามารถใช้งานได้ แต่แหล่งจ่ายไฟมีหลายแบบหลายชนิด และหลายขนาดของแรงดัน บางครั้งเรามีแหล่งจ่ายไฟที่เป็นกระแสตรง 12V แต่อุปกรณ์ที่เราต้องการนำไปใช้งาน ต้องการไฟเลี้ยง 5V สิ่งที่จะมาช่วยแก้ปัญหานี้ก็คือ โมดูลลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง หรือที่เรียกว่า Buck Converter Step Down [23]

วงจรลดแรงดันแบบ Step-Down หรือ Buck Converter (บัคคอนเวอร์เตอร์) ใช้ลดแรงดันจากแรงดันสูงให้ต่ำลง ใช้หลักการสวิตชิง-ตัวเหนี่ยวนำ(L) จึงทำให้มีความร้อนและความสูญเสียกำลังไฟน้อย ไม่เหมือนกับการลดแรงดันโดยใช้ IC ตระกูล 78xx / 317 ทัวไปที่ใช้หลักการลดทอนทำให้เกิดความร้อนสูง วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์เมื่อลดแรงดันลงแล้วจะได้กระแส Output เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2-6 [24]



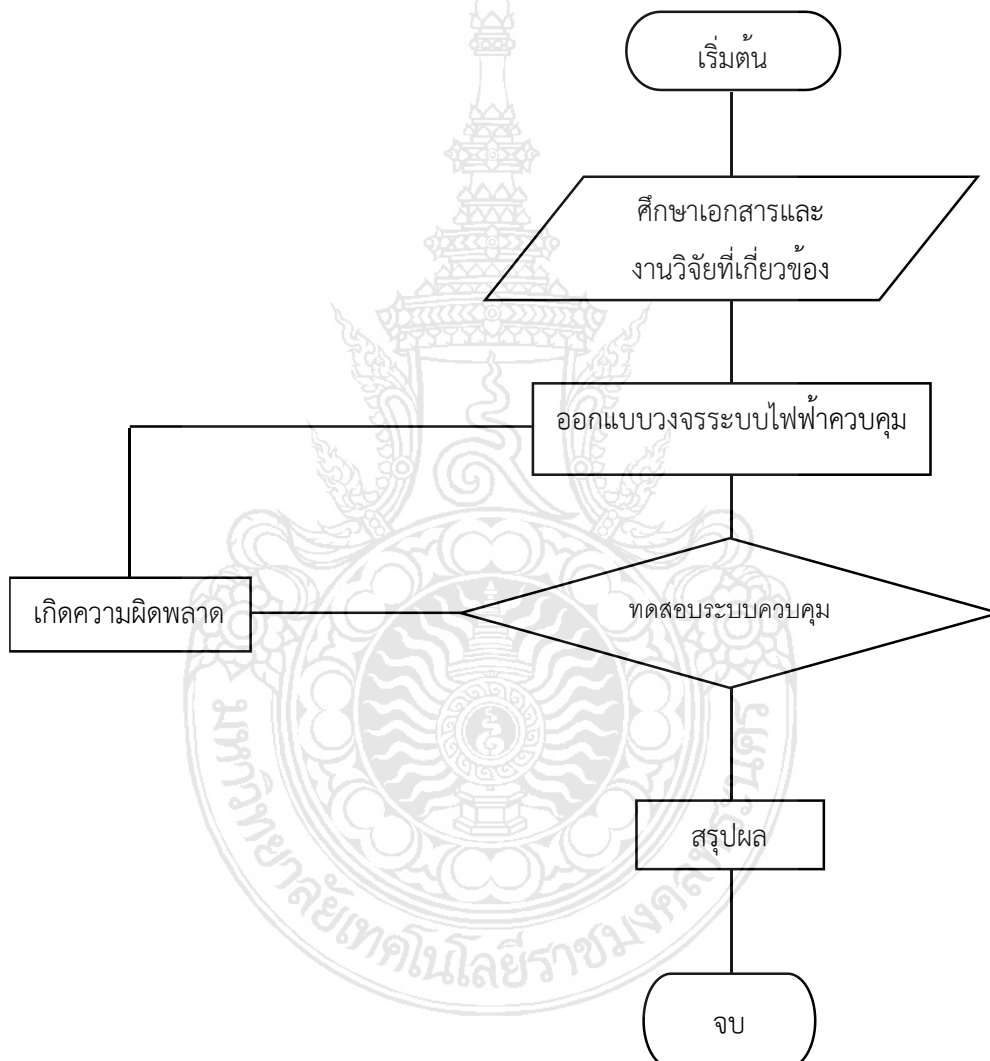
รูปที่ 2-26 Step Down

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 แผนผังการดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงการนี้ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ดังแสดงในรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 แผนผังการดำเนินงาน

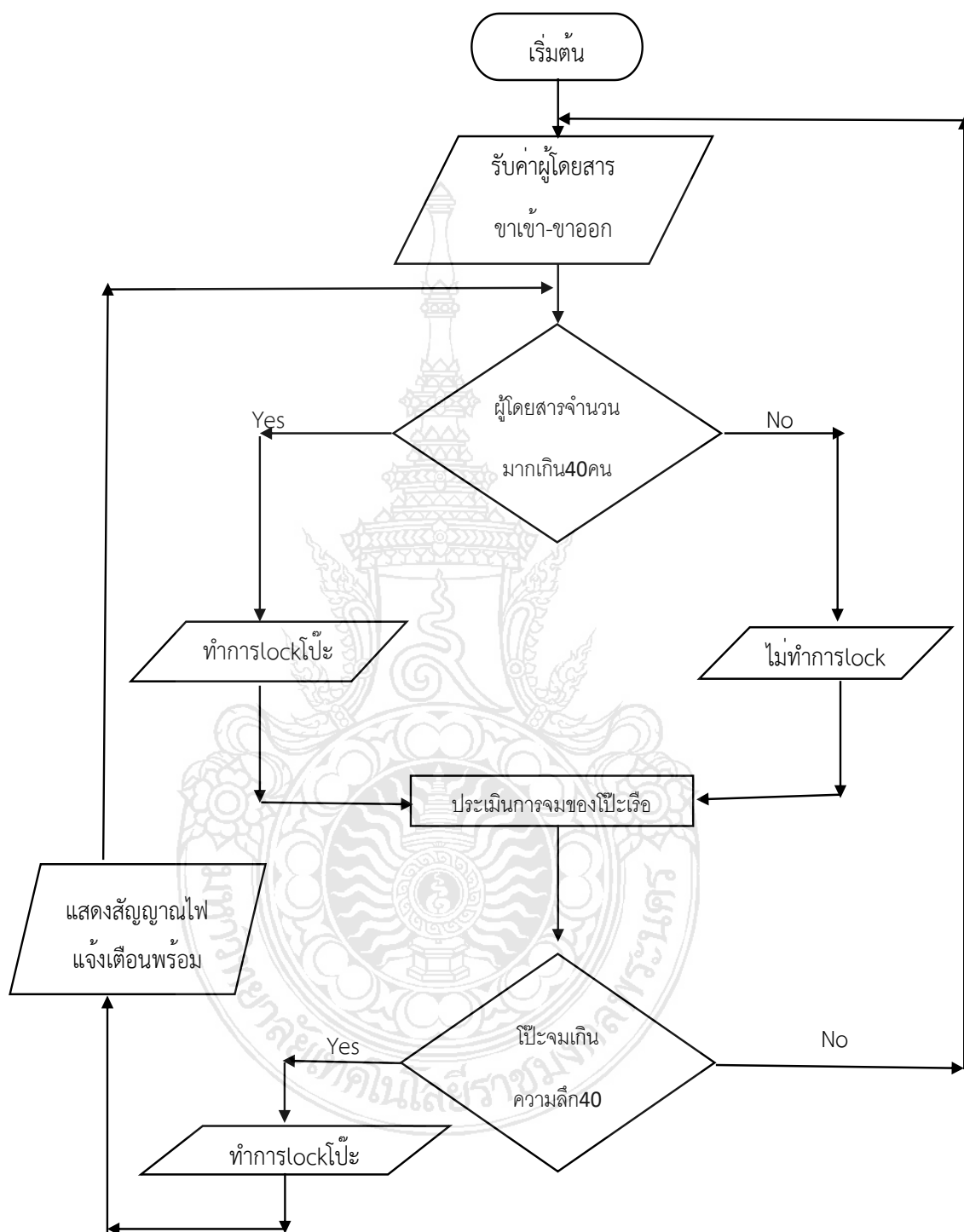
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาความเป็นมาและสาเหตุของปัญหา
2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. ออกแบบวงจรระบบควบคุม
4. เขียนวงจรระบบควบคุมในโปรแกรมคอมพิวเตอร์
5. ทดสอบการทำงานของสมาร์ทกริดในการควบคุมระบบคมนาคมทางเรือ
6. แก้ไขข้อบกพร่อง
7. จัดทำรูปเล่มรายงาน

3.3 การวางแผนการทำงานของระบบการแจ้งเตือนความปลอดภัยของท่าเทียบเรือ

ในการสร้างและออกแบบการทำงานทั้งหมด ได้มีการวางแผนการทำงานของระบบการแจ้งเตือนเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 3-2





รูปที่ 3-2 ผังการทำงานของระบบการแจ้งเตือนความปลอดภัยของท่าเทียบเรือ


```

blynk-button-led-normalSwitch | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

blynk-button-led-normalSwitch
28 const int reset = 1;
29 const int lock = 0;
30 bool buttonState = false;
31 unsigned int LED7 = 13;
32 const int dis = 0;
33 int status_work = 0;
34 unsigned int blinkL1 = 32;
35 unsigned int blinkL2 = 23;
36 unsigned int blinkL3 = 24;
37 unsigned int blinkL4 = 25;
38 int CURRENTBUTTONSTATE = LOW;
39
40
41
42 void setup()
43 {
44   Serial.begin(9600);
45   pinMode(S1, INPUT);
46   pinMode(S2, INPUT);
47   pinMode(S3, INPUT);
48   pinMode(LED1, OUTPUT);
49   pinMode(LED2, OUTPUT);
50   pinMode(LED3, OUTPUT);
51   pinMode(blinkL1, OUTPUT);
52   pinMode(blinkL2, OUTPUT);
53   pinMode(blinkL3, OUTPUT);
54   pinMode(blinkL4, OUTPUT);
55   pinMode(reset, INPUT);
56
57   pinMode(lock, INPUT);
58   CURRENTBUTTONSTATE = LOW;
59   attachInterrupt(1, Ground_To_Por_31, FALLING);
60   attachInterrupt(0, Por_To_Boat_32, RISING);
61   attachInterrupt(5, Boat_To_Por_33, FALLING);
62   attachInterrupt(4, Por_To_Ground_34, FALLING);
63   pinMode(trigger, OUTPUT);
64   pinMode(echo, INPUT);
65   lcd.begin(16);
66   delay(100);
67   TCCR4B = TCCR4B | B11110000 | B00000001;
68   pinMode(8, OUTPUT);
69   TCCR2B = TCCR2B | B11110000 | B00000001;
70   pinMode(5, OUTPUT);
71   TCCR2B = TCCR2B | B11110000 | B00000001;
72   pinMode(10, OUTPUT);
73   TCCR1B = TCCR1B | B11110000 | B00000001;
74   pinMode(11, OUTPUT);
75   status_work = 0;
76   c = 0; cd = 0; d = 0; sd = 0;
77 }
78
79 void loop()
80 { if(digitalRead(lock) == 0) {
81   digitalWrite(LED2, 1);
82   digitalWrite(LED3, 1);
83   delay(200);
84 }
85 }
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
2576

```

```

Blynk-button-led-normalSwitch
84
85 while (digitalRead(lock) == 1){
86   digitalWrite(LED2, 0);
87   digitalWrite(LED3, 0);
88   delay(200);
89 }
90
91 analogWrite(8, 155);
92 analogWrite(9, 155);
93 analogWrite(10, 155);
94 analogWrite(11, 155);
95
96 digitalWrite(blinkL1, LOW);
97 delay(25);
98 digitalWrite(blinkL2, LOW);
99 delay(25);
100 digitalWrite(blinkL3, LOW);
101 delay(25);
102 digitalWrite(blinkL4, LOW);
103 delay(25);
104
105
106 currentButtonState = digitalRead(reset);
107 int dis = get_Distance();
108 lcd.setCursor(12, 0);
109 lcd.print(dis + String(" ") + String("cm"));
110
111 if (dis <= 244 mill) { time_1 > Check_10Sec){
112   digitalWrite(LED1, HIGH);
113 }
114
115 }
116
117 if (dis > 244) {
118   digitalWrite(LED1, LOW);
119 }
120
121
122 if (c < 0) {
123   c = 0;
124 }
125 if (od < 0) {
126   od = 0;
127 }
128 if (d < 0) {
129   d = 0;
130 }
131 if (dd < 0) {
132   dd = 0;
133 }
134
135
136
137 if (currentButtonState == LOW) {
138   c = 0;
139   od = 0;
140 }

```

Done uploading
avrdude done. Thank you.

รูปที่ 3-6 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(4)

```

Blynk-button-led-normalSwitch
112   digitalWrite(LED1, HIGH);
113   time_1 = millis();
114 }
115
116 if (dis > 244) {
117   digitalWrite(LED1, LOW);
118 }
119
120
121 if (c < 0) {
122   c = 0;
123 }
124 if (od < 0) {
125   od = 0;
126 }
127 if (d < 0) {
128   d = 0;
129 }
130 if (dd < 0) {
131   dd = 0;
132 }
133
134
135
136
137 if (currentButtonState == LOW) {
138   c = 0;
139   od = 0;
140 }

```

Done uploading
avrdude done. Thank you.

รูปที่ 3-7 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(5)



```

blynk-button-led-normalSwitch
194   lcd.print(d + String(" "));
195   lcd.setCursor(10, 1);
196   lcd.print(dd + String(" "));
197
198   switch (d) {
199     case 20:
200       digitalWrite(LED2, HIGH);
201       break;
202     case 30:
203       digitalWrite(LED3, HIGH);
204       break;
205     case 40:
206       digitalWrite(LED1, HIGH);
207       break;
208     case 39:
209       digitalWrite(LED1, LOW);
210       break;
211     case 29:
212       digitalWrite(LED3, LOW);
213       break;
214     case 19:
215       digitalWrite(LED2, LOW);
216       break;
217   }
218 }
219 }
220 }
221

```

รูปที่ 3-10 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(8)



```

blynk-button-led-normalSwitch
222 void Around_To_For_21() {
223   d += 1;
224   digitalWrite(blinkL1, HIGH);
225   delay(25);
226 }
227
228 void For_To_Boat_22() {
229   d--;
230   d += 1;
231   d--;
232   digitalWrite(blinkL2, HIGH);
233   delay(25);
234 }
235
236 void Boat_To_For_23() {
237   d += 1;
238   digitalWrite(blinkL3, HIGH);
239   delay(25);
240 }
241
242 void For_To_Ground_24() {
243   d--;
244   dd++;
245   d--;
246   digitalWrite(blinkL4, HIGH);
247   delay(10);
248 }
249
250

```

รูปที่ 3-11 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(9)



```

Blink-button-led-normalSwitch
// void FOR_echoing_24() {
243   d--;
244   dd++;
245   a--;
246   digitalWrite(blinkL4, HIGH);
247   delay(10);
248 }
249
250
251 long get_Distance() {
252   long duration, cm;
253   pinMode(trigger, OUTPUT);
254   digitalWrite(trigger, LOW);
255   delayMicroseconds(2);
256   digitalWrite(trigger, HIGH);
257   delayMicroseconds(10);
258   digitalWrite(trigger, LOW);
259
260   pinMode(echo, INPUT);
261   duration = pulseIn(echo, HIGH);
262   cm = microsecondsToCentimeters(duration);
263
264   return cm;
265 }
266
267 long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
268 {
269   return microseconds / 29 / 2;
270 }

```

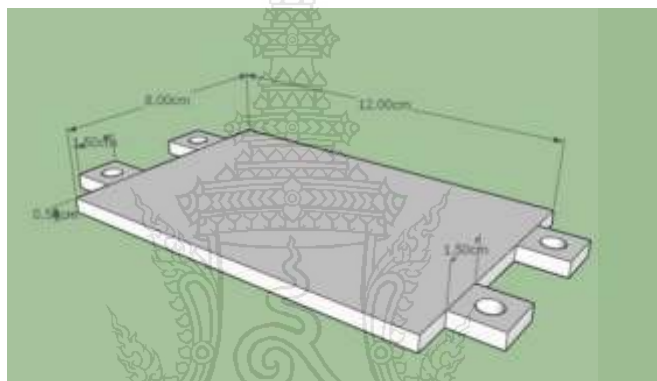
รูปที่ 3-12 โปรแกรม Arduino ที่ใช้ในการสั่งงาน(10)



3.5 การออกแบบโครงสร้างของโมเดลทำเทียบเรือ

จากการศึกษาข้อมูล คณะผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์เพื่อประกอบการออกแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ และลักษณะทำเทียบเรือโดยสาธารณะจากเอกสารต่าง ๆ จึงได้ทำการออกแบบโมเดลทำเทียบเรือด้วยกระบวนการดังนี้

1. ขั้นตอนนี้ทำการออกแบบฐานทำเทียบเรือ โดยเริ่มจากกำหนดความหนาของตัวฐานเป็น 0.50 เซนติเมตร ขนาด 8 x 12 เซนติเมตร ตรงส่วนของรูใส่เสาทำเทียบเรือมีขนาด 1.5 x 1.5 เซนติเมตร และส่วนของฐานเสากำหนดความหนาเป็น 0.20 เซนติเมตร ขนาด 2.5 x 4.5 x 1.5 x 7 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3-14 และ 3-15

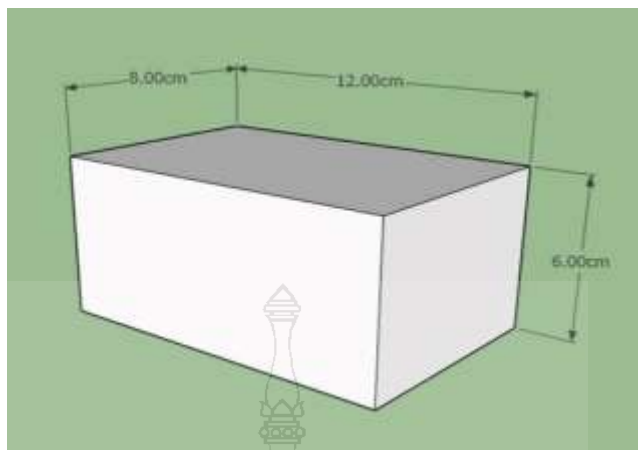


รูปที่ 3-14 แบบฐานทำเทียบเรือ



รูปที่ 3-15 แบบฐานเสา

2. ขั้นตอนนี้ทำการออกแบบโครงทำเทียบเรือ โดยกำหนดขนาด 8 x 12 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3-16



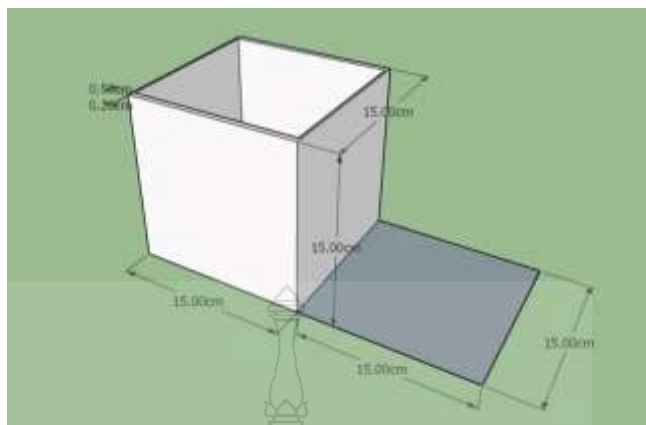
รูปที่ 3-16 แบบโครงทำเทียบเรือ

3. ขั้นตอนนี้ทำการออกแบบสะพานทำเทียบเรือ โดยกำหนดขนาด 6 x 18 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3-17



รูปที่ 3-17 แบบสะพานทำเทียบเรือ

4. ขั้นตอนนี้ทำการออกแบบตู้จำลอง โดยเริ่มจากกำหนดขนาดของสองด้านแรกเป็น 15x15 เซนติเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ส่วนอีกสองด้านจะกำหนดขนาด 15 x15 เซนติเมตร หนา 2 มิลลิเมตร และฐานของตู้กำหนดขนาดไว้ที่ 15 x15 เซนติเมตร หนา 5 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3-18



รูปที่ 3-18 แบบตู้จำลอง

จากขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างของโมเดลทำเทียบเรือที่ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นและได้ทำการออกแบบไปแล้วนั้น นอกจากนี้ก็ยังได้ทำการออกแบบตัวโครงสร้างโดยรวมของโมเดลทำเทียบเรือ ดังแสดงในรูปที่ 3-19



รูปที่ 3-19 แบบโมเดลทำเทียบเรือ

3.6 การสร้างโมเดลทำเทียบเรือ

เป็นการนำแบบที่ได้จากการออกแบบไว้ในข้อที่ 3.5 มาทำการสร้างโมเดลจำลองทำเทียบเรือ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เริ่มจากการใช้อะคริลิกหนา 0.5 เซนติเมตร ทำการตัดฐานทำเทียบเรือให้ได้ตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นใช้อะคริลิกหนา 0.2 เซนติเมตร ตัดส่วนของฐานเสาเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูให้ได้ตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อตัดเสร็จแล้วจะนำมาเจาะรูตรงส่วนที่เราจะใส่เสาลงไป ดังแสดงในรูปที่ 3-20



รูปที่ 3-20 ฐานทำเทียบเรือ และฐานเสา

2. เริ่มจากการตัดโฟมให้ได้ตามขนาดที่ได้ทำการออกแบบ แล้วใช้ตะไบขัดโฟมเพื่อเพิ่มความเรียบของโฟมและนำอะคริลิกที่ได้ทำการตัดเรียบร้อยแล้วเป็นฐานทำเรือมาติดกับโฟม ดังแสดงในรูปที่ 3-21



รูปที่ 3-21 โครงทำเทียบเรือ

3. เริ่มจากการนำตะเกียบไม้มาใส่ลงไปในฐานเสาที่ได้ทำการเจาะรูไว้ และทำการยึด ตะเกียบไม้กับฐานเสาโดยใช้กาวร้อน ดังแสดงในรูปที่ 3-22



รูปที่ 3-22 เสาทำเทียบเรือ

4. เริ่มจากตัดแผ่นอะคริลิกเป็นฐานสะพานให้ได้ขนาด 6×18 เซนติเมตร ตามที่ได้ออกแบบไว้ และทำการตัดโฟมเพื่อทำเป็นราวสะพาน แล้วนำฐานสะพานกับราวสะพานมาประกอบติดกัน ดังแสดงในรูปที่ 3-23



รูปที่ 3-23 สะพานทำเทียบเรือ

5. เริ่มจากการนำแผ่นอะคริลิกหนา 0.5 เซนติเมตร และแผ่นอะคริลิกหนา 0.2 เซนติเมตร มาตัดให้ได้ขนาด 15×15 เซนติเมตร โดยจะต้องตัดให้ได้อย่างละ 2 แผ่น และนำแผ่นอะคริลิกหนา 0.5 เซนติเมตร มาตัดให้ได้ขนาด 15×30 เซนติเมตร เพื่อทำเป็นส่วนฐานของตู้จำลอง แล้วนำแผ่นอะคริลิกทั้งหมดที่ได้ตัดไว้มาประกอบติดกัน ดังแสดงในรูปที่ 3-24



รูปที่ 3-24 ตู้จำลอง

6. ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำส่วนประกอบต่าง ๆ ของโมเดลที่ได้ทำไว้ในขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5 มาประกอบให้เป็นโมเดล ดังแสดงในรูปที่ 3-25



รูปที่ 3-25 โมเดลทำเทียบเรือ

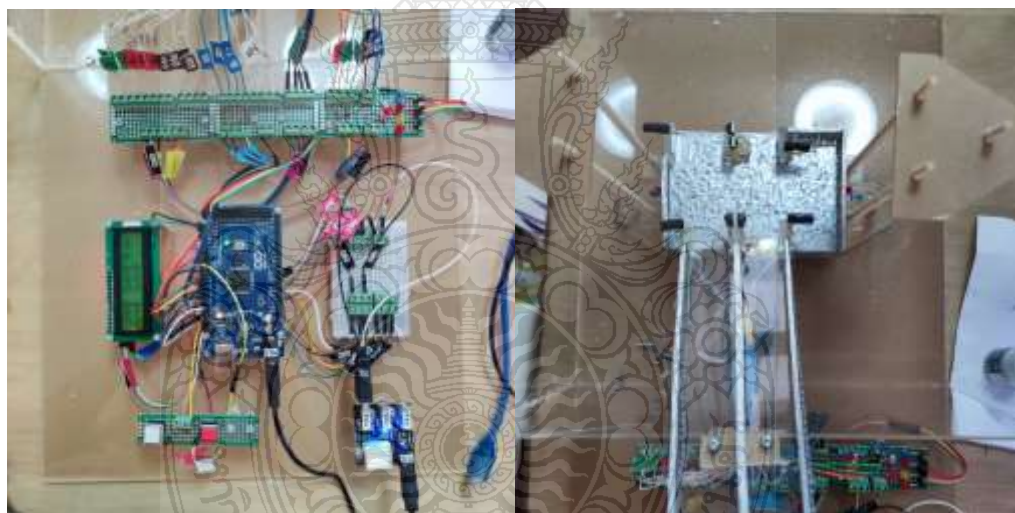
3.7 การต่อวงจรของระบบการควบคุม

จากการออกแบบวงจรการทำงานในข้อ 3.4.3 คณะผู้จัดทำจึงได้นำแบบวงจรมาเพื่อประกอบการต่อวงจร ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. การต่อไฟสีเมื่อคนเดินผ่าน สีนํ้าเงิน (S1), สีแดง (S2), สีเหลือง (S3) และสีแดง (S4)

2. ต่อวงจรส่วน Sensor นับจำนวนคนจะมี Sensor IR LED , IR Sensor เซ็นเซอร์ 2 ตัวนี้จะมีทั้งหมดอย่างละ 4 ตัว โดยที่ชุดแรกต่อตรงส่วนที่คนจากฝั่งลงทำเทียบเรือ ชุดที่2 ต่อตรงทำเทียบเรือลงเรือ ชุดที่3 ต่อตรงเรือขึ้นมาทำเทียบเรือ และในส่วนของชุดที่4 ต่อตรงทำเทียบเรือขึ้นฝั่ง
3. เป็นการต่อวงจรส่วนของไฟสัญญาณในการ Lock ทำเทียบเรือ โดยจะแสดงสัญญาณไฟสีฟ้าเพื่อบอกถึงการ Lock ชั้นล่าง และแสดงสัญญาณไฟสีแดงเพื่อบอกถึงการ Lock ชั้นบน
4. ขั้นตอนนี้เป็นการต่อไฟแจ้งเตือน และ switch reset กับ switch lock
5. ทำการต่อวงจร ultrasonic และ จอ LCD ขนาด 16 x2
6. เมื่อทำการต่อวงจรเรียบร้อยแล้วจะทำการจ่ายไฟ โดย Adapter ผ่านตัวแปลงไฟ 12 V to 5 V ลงไป Board Arduino และ Bread Board

จากขั้นตอนการต่อวงจรของระบบการควบคุมตาม 6 ขั้นตอนที่กล่าวมานั้นก็จะได้วงจรของระบบที่ติดตั้งบนโมเดล ดังแสดงในรูปที่ 3-26



รูปที่ 3-26 วงจรของระบบควบคุมที่ติดตั้งบนโมเดล

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ใช้สมาร์ทกริดในการควบคุมระบบขนส่งทางเรือเพื่อต้องการทราบว่าชิ้นงานที่ออกแบบเป็นไปตามขอบเขตที่กำหนดหรือไม่ โดยการทดสอบจะเป็นการแสดงผลสัญญาณไฟในการแจ้งเตือนการล็อกท่าเทียบเรือกับแสดงผลสัญญาณไฟไว้เตือนภัย โดยการทดสอบระยะของ Ultrasonic และจำนวนคนที่อยู่บนท่าเทียบเรือ

4.2 การทดสอบ

การทดสอบศึกษาการประยุกต์ใช้สมาร์ทกริดในการควบคุมระบบขนส่งทางเรือเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้โดยสารโดยแบ่งออกเป็น 3 กรณีศึกษา ได้แก่

- กรณีศึกษาที่ 1 กรณีผู้โดยสารรอลงท่าเทียบเรือโดยในกรณีนี้จะรวมทั้งผู้โดยสารที่ลงมาจากฝั่งและผู้โดยสารที่ลงมาจากเรือ
 - กรณีศึกษาที่ 2 กรณีผู้โดยสารรอขึ้นเรือโดยในกรณีนี้จะรวมผู้โดยสารที่รอขึ้นท่าเทียบเรือและผู้โดยสารที่รอขึ้นฝั่งด้วย
 - กรณีศึกษาที่ 3 การทำงานของเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกเพื่อป้องกันและแก้ไขการผิดพลาดของเซ็นเซอร์
- ตรวจนับจำนวนผู้โดยสาร
ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดลอง

กรณีศึกษาที่	การทดสอบ		
	จำนวนผู้โดยสาร	สัญญาณเตือน	หมายเหตุ
1	20	ไฟสีฟ้า	ล๊อคท่าเทียบเรือชั้นล่าง
	30	ไฟสีแดง	ล๊อคท่าเทียบเรือชั้นบน
	40	อันตราย	-
	39	ไฟอันตรายดับ	-
	29	ไฟสีแดงดับ	ปลดล๊อคท่าเทียบเรือชั้นบน
	19	ไฟสีฟ้าดับ	ปลดล๊อคท่าเทียบเรือชั้นล่าง
2	20	ไฟสีฟ้า	ล๊อคท่าเทียบเรือชั้นล่าง
	30	ไฟสีแดง	ล๊อคท่าเทียบเรือชั้นบน
	40	อันตราย	-
	39	ไฟอันตรายดับ	-
	29	ไฟสีแดง	ปลดล๊อคท่าเทียบเรือชั้นบน
	19	ไฟสีฟ้า	ปลดล๊อคท่าเทียบเรือชั้นล่าง
3	-	ไฟสีแดง	เมื่อท่าเทียบเรืออยู่เหนือระดับน้ำ น้อยกว่า 3 เซนติเมตร ล๊อคแบบ Manual - ล๊อคท่าเทียบเรือชั้นล่าง - ล๊อคท่าเทียบเรือชั้นบน

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัย

การจัดทำวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้สมรรถกิริยาในการควบคุมระบบขนส่งทางเรือนี้หลังจากได้ทำการศึกษาและดำเนินการทดสอบจากบทที่แล้วมาในบทนี้ผู้จัดทำได้นำผลการดำเนินงานมาสรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาและทดสอบการประยุกต์ใช้สมรรถกิริยาในการควบคุมระบบขนส่งทางเรือทำการทดสอบระบบการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุทางน้ำ โดยใช้ระบบเซ็นเซอร์เตือนแจ้งเตือนระดับความอันตรายในกรณีศึกษาทั้ง 3 กรณีจากการศึกษาทำให้สามารถที่จะสรุปผลการทดสอบทั้ง 11 ข้อได้ดังนี้

1. จากการศึกษากรณีผู้โดยสารรอลงท่าเทียบเรือการทำงานของระบบล๊อคท่าเทียบเรือชั้นล่างเมื่อมีจำนวนผู้โดยสารเกิน 20 คนเซ็นเซอร์สามารถควบคุมการล๊อคท่าเทียบเรือชั้นล่างพร้อมกับแสดงสัญญาณไฟสีฟ้า
2. จากการศึกษากรณีผู้โดยสารรอลงท่าเทียบเรือการทำงานของระบบล๊อคท่าเทียบเรือชั้นบนเมื่อมีจำนวนผู้โดยสารเกิน 30 คนเซ็นเซอร์สามารถควบคุมการล๊อคท่าเทียบเรือชั้นบนพร้อมกับแสดงสัญญาณไฟสีแดง
3. จากการศึกษากรณีผู้โดยสารรอลงท่าเทียบเรือเมื่อมีจำนวนผู้โดยสารเกิน 40 คนเซ็นเซอร์สามารถควบคุมการล๊อคท่าเทียบเรือชั้นบนและชั้นล่างพร้อมกับแสดงสัญญาณเตือนอันตราย
4. จากการศึกษากรณีผู้โดยสารรอขึ้นเรือเมื่อเหลือผู้โดยสารจำนวน 29 คนเซ็นเซอร์สามารถควบคุมการคลายล๊อคของท่าเทียบเรือชั้นบนพร้อมกับปิดสัญญาณไฟสีแดง
5. จากการศึกษากรณีผู้โดยสารรอขึ้นเรือเมื่อเหลือผู้โดยสารจำนวน 19 คนเซ็นเซอร์สามารถควบคุมการคลายล๊อคของท่าเทียบเรือชั้นล่างพร้อมกับปิดสัญญาณไฟสีฟ้า
6. จากการศึกษางานของเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกเพื่อป้องกันและแก้ไขการผิดพลาดของเซ็นเซอร์ตรวจจับจำนวนผู้โดยสารเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกสามารถแสดงสัญญาณไฟสีแดงพร้อมกับทำการควบคุมท่าเทียบเรือโดยการล๊อคท่าเทียบเรือทั้ง 2 ชั้นพร้อมกันเมื่อท่าเทียบเรืออยู่เหนือระดับน้ำน้อยกว่า 3 เซนติเมตร
7. จากการศึกษากรณีผู้โดยสารรอขึ้นท่าเทียบเรือการทำงานของระบบล๊อคท่าเทียบเรือชั้นล่างเมื่อมีจำนวนผู้โดยสารเกิน 20 คนเซ็นเซอร์สามารถควบคุมการล๊อคท่าเทียบเรือชั้นล่างพร้อมกับแสดงสัญญาณไฟสีฟ้า

8. จากการศึกษากรณีผู้โดยสารรอขึ้นท่าเทียบเรือการทำงานของระบบล้อยกท่าเทียบเรือขึ้นบนเมื่อมีจำนวนผู้โดยสารเกิน 30 คนเซ็นเซอร์สามารถควบคุมการล้อยกท่าเทียบเรือขึ้นบนพร้อมกับแสดงสัญญาณไฟสีแดง

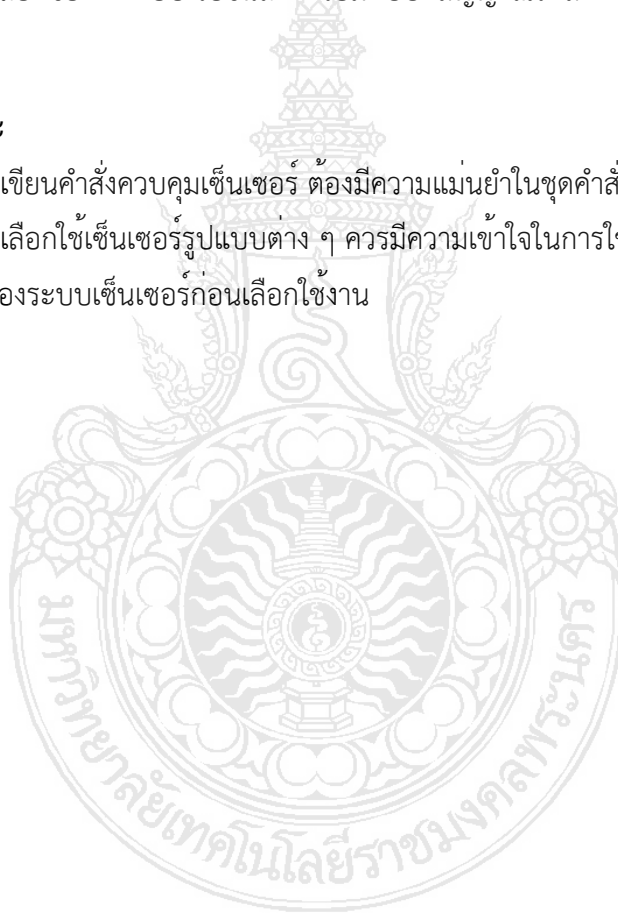
9. จากการศึกษากรณีผู้โดยสารรอขึ้นท่าเทียบเรือเมื่อมีจำนวนผู้โดยสารเกิน 40 คนเซ็นเซอร์สามารถควบคุมการล้อยกท่าเทียบเรือขึ้นบนและชั้นล่างพร้อมกับแสดงสัญญาณเตือนอันตราย

10. จากการศึกษากรณีผู้โดยสารรอขึ้นฝั่งเมื่อเหลือผู้โดยสารจำนวน 29 คนเซ็นเซอร์สามารถควบคุมการคลายล้อยกของท่าเทียบเรือขึ้นบนพร้อมกับปิดสัญญาณไฟสีแดง

11. จากการศึกษากรณีผู้โดยสารรอขึ้นฝั่งเมื่อเหลือผู้โดยสารจำนวน 19 คนเซ็นเซอร์สามารถควบคุมการคลายล้อยกของท่าเทียบเรือชั้นล่างพร้อมกับปิดสัญญาณไฟสีฟ้า

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การเขียนคำสั่งควบคุมเซ็นเซอร์ ต้องมีความแม่นยำในชุดคำสั่งคำสั่ง
2. การเลือกใช้เซ็นเซอร์รูปแบบต่าง ๆ ควรมีความเข้าใจในการใช้งานและลักษณะการทำงานของระบบเซ็นเซอร์ก่อนเลือกใช้งาน



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- [1] Mai Miao, Xiao Hui, Li mengguo, “A new method for calculating the extreme water level based on insufficient data of the new port”, 2015 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, 21 January 2016.
- [2] Junjie Fu, Chi Zhou, “Research on the Implementation of Port State Control Based on Broad Sense Concept in the Integrated Management of Foreign Vessel”, 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 27 January 2014.
- [3] Beza Negash Getu, Hussain A. Attia, “Automatic Water Level Sensor and Controller System”, 2016 5th International Conference on Electronic Devices, Systems and Applications (ICEDSA), 19 January 2017.
- [4] S.Mahata, A.Maiti, and C.K Maiti , “Investigation on Water Level Regulation Using Floating Sensor and Arduino Uno”, 2010 IEEE- International Conference on Technology for Education (Mumbai, India), Oct 2019.
- [5] Anand Nayyar, Vikram Puri, “A review of Arduino board's, Lilypad's & Arduino shields”, 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 31 October 2016.
- [6] ภาษา C/C++. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://marcuscode.com/lang/cpp> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 15 มกราคม 2565).
- [7] นัทกมล ผินนอก. การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, วิทยานิพนธ์, 2563.
- [8] Arif Ainur Rafiq ,Muhamad Yusuf ,Pujono , “Implementation of Digital Image Processing Using NI myRIO and Arduino Mega 2560 as Controller On Rover Bogie Robot”, 2018 International Conference on Applied Science and Technology (iCAST), 01 July 2019

บรรณานุกรม(ต่อ)

- [9] Arduino Mega 2560. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.ai-corporation.net> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 2 กุมภาพันธ์ 2565).
- [10] บอร์ด Arduino Mega 2560. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://satapisat.blogspot.com> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 2 กุมภาพันธ์ 2565).
- [11] Arduino Mega Board. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.electronicshub.org> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 2 กุมภาพันธ์ 2565).
- [12] Button switch. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.analogread.com> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 26 มกราคม 2565)
- [13] เซ็นเซอร์ IR คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://th.jf-parede.pt> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 26 มกราคม 2565)
- [14] IR Sensor. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 26 มกราคม 2565)
- [15] Xinhong Ge, Xiaolin Li, “Field-line coupling interference prediction of LCD module in high-power TEA CO₂ laser system”, 2012 International Conference on Optoelectronics and Microelectronics, 02 October 2012.
- [16] ทวีชัย อวยพรกชกร. (2562). เรียนรู้ระบบฝังตัวด้วย Raspberry Pi กรุงเทพฯ: บริษัท วี.พรีน จำกัด.
- [17] Hongli Tai 1, Huan Zhang, “The hardware research of ultrasonic ranging system based on variable emission wavelength”, 2019 IEEE 4th Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC)
- [18] ภาสกร พาเจริญ. (2562). พัฒนา IOT บนแพลตฟอร์ม Arduino ด้วย NodeMCU กรุงเทพฯ: บริษัท พิมพ์ดี จำกัด.
- [19] I2C Serial LCD Driver. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.instructables.com> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 2 กุมภาพันธ์ 2565).
- [20] IEEE-SA Standards Board, “IEEE Standard for Universal Power Adapter for Mobile Devices”, IEEE Std 1823-2015, 16 February 2015.
- [21] Adapter 12v 2A. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.cybertice.com> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 2 กุมภาพันธ์ 2565).

บรรณานุกรม(ต่อ)

- [22] Sairatun Nesa Soheli, Golam Sarowar, Md. Ashraful Hoque, Md Saidul Hasan, “A DC-DC Step Down Converter for Unprecedented Higher Efficiency”, 2018 International Conference on Advancement in Electrical and Electronic Engineering (ICAEEE), 18 February 2019.
- [23] Buck convertor step down. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://jekdiy.com> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 2 กุมภาพันธ์ 2565).
- [24] step down . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.thaiconverter.com> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 2 กุมภาพันธ์ 2565).
- [25] กรมเจ้าท่า, รายละเอียดท่าเทียบเรือ เรือข้ามฟาก .[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก file:///C:/Users/Administrator/Downloads/description_cross_port63.pdf (วันที่ค้นคว้าข้อมูล: 2 กุมภาพันธ์ 2565).



ประวัติผู้วิจัย





ประวัติผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เวทรินทร์ ธัญลิประเสริฐ

การศึกษา

ปริญญาตรี วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริญญาโท วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า

Technische Universität Chemnitz, Germany

ปัจจุบัน

ตำแหน่ง อาจารย์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



ภาคผนวก ก. การเผยแพร่งานวิจัย

