กังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วย GPS

Automatic mobility aerator with GPS

กมลภัทร เพชรสุวรรณ

กรวิชญ์ อินทวงษ์

ชัยมงคล ศิลากร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic mobility aerator with GPS

KAMOLPAT PETSUWAN
KORAWICH INTHAWONG
CHAIMONGKOL SILAKORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2566

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ กังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยจีพีเอส

Automatic mobility aerator with GPS

นักศึกษาผู้จัดทำ นายกมลภัทร เพชรสุวรรณ **รหัสนักศึกษา** 64015003

นายกรวิชญ์ อินทวงษ์ **รหัสนักศึกษา** 64015004

นายชัยมงคล ศิลากร **รหัสนักศึกษา** 64015029

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขา วิศวกรรมการวัดคุม (ต่อเนื่อง)

ปีการศึกษา 2566

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธรรม สัทธรรมสกุล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	กังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วย GPS		
	Automatic mobility aerator with GPS		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกมลภัทร	เพชรสุวรรณ	รหัสนักศึกษา 64015003
	นายกรวิชญ์	อินทวงษ์	รหัสนักศึกษา 64015004
	นายชัยมงคล	ศิลากร	รหัสนักศึกษา 64015029
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สุธรรม สัทธรรมสกุล		
ปีการศึกษา	2566		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา เพื่อพัฒนากังหันน้ำไฟฟ้าพร้อมระบบควบคุมระยะไกลเป็นกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ ด้วยระบบจีพีเอสซึ่งสามารถทำงานด้วยการควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาจาก MIT App Inventor เพื่อใช้การควบคุมการเคลื่อนที่ของกังหัน การเปิดปิดการทำงานของกังหันน้ำรวมถึงการทิ้งสมอของกังหันน้ำผ่านโทรศัพท์มือถือ และพลังงานจากแสงอาทิตย์จะใช้โซล่าเซลล์มาแปลง เป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วชาร์จเก็บไว้ในแบตเตอรี่ และนำพลังงานไฟฟ้าที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่ไปทำการจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2 ตัว เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่กังหันน้ำไปยังตำแหน่งที่กำหนด โดยใช้มอเตอร์กระแสตรงตัวหนึ่งใช้ในการบำบัดน้ำเสีย และอีกตัวหนึ่งใช้ในการทิ้งสมอเมื่อถึงจุดหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	AUTOMATIC MOBILITY AERATOR WITH GPS
Authors	Mr. KAMOLPAT PETSUWAN
	Mr. KORAWICH INTHAWONG
	Mr. CHAIMONGKOL SILAKORN
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Sutham Satthamsakul
Year	2023

ABSTRACT

This thesis is a study aimed at developing a hydroelectric turbine with remote control capabilities using an automatic mobile water turbine system controlled via the Internet. The system is implemented with a GPS-controlled system that can operate through Internet-based control using a program developed with MIT App Inventor. The program is designed to control the movement of the turbine, manage the on/off operation of the water turbine, and dispose of the turbine's debris through a mobile phone. Solar energy is harnessed using solar cells, converting it into electrical energy, which is then stored in batteries. The stored electrical energy in the batteries is utilized to power two direct current (DC) electric motors, enabling the movement of the water turbine to predefined positions. One motor is used for water purification, while the other is employed to dispose of debris when reaching the target point.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถดำเนินการจนสำเร็จลุล่วงได้ดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และการแนะนำความรู้ ให้ความรู้ ข้อคิด ข้อแนะนำ ให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธรรม สัทธรรมสกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา จนกระทั่งการดำเนินโครงงานครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณพ่อแม่ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านทุนปัจจัยที่ใช้ในการทำโครงการ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำโครงงานและสระน้ำสำหรับทำการทดลอง

สุดท้ายนี้ ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานนี้คงจะเป็นประโยชน์สำหรับนักศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจต่อไป

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 อาดุยโน่ เมกา (Arduino Mega) 3
2.2.1 ขาต่อใช้งานทั่วไป 4
2.2.2 ขาต่อใช้งานอื่น ๆ 4
2.2 BTS7960 h-bridge dc motor drive 5
2.3 แผงโซล่าเซลล์ (Solar Cell) 5
2.3.1 หลักการทำงาน 6
2.3.2 ชนิดของแผงโซล่าเซลล์ 7
2.4 ชาร์จเจอร์ (MPPT Solar Charge Controller) 10
2.5 แบตเตอรี่ลิเธียมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ (Lithium Battery NMC) 11
2.5.1 ชนิดของแบตเตอรี่ลิเธี่ยม (Types of Lithium Battery) 12
2.6 ระบบจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System : BMS) 13
2.7 โหลดเซลล์ (Load Cell) 14
2.8 มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor) 14
2.8.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor : AC Motor) 15
2.8.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor : DC Motor) 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9 การระบุตำแหน่งในรูปแบบตาราง 16
2.9.1 ละติจูด (Latitude) 17
2.9.2 ลองจิจูด (Longitude) 17
2.10 สมการที่ใช้ในการคำนวณหาทิศทางและระยะทาง 18

บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 20
3.1 ขั้นตอนการออกแบบวงจรควบคุมกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ 20
3.1.1 ขั้นตอนการออกแบบวงจรควบคุมกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ 20
3.1.2 การออกแบบแอพพลิเคชั่นในการควบคุมระยะไกล 22
3.2 ผังงานโปรแกรมควบคุมกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ 24
3.3 อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในโครงการกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ 25
3.4 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมควบคุม 29
3.4.1 ผังงานการทำงานของบล็อกควบคุมในแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล 30
3.4.2 รูปบล็อกและผังงานการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล 33
3.4.3 ผังงานการทำงานของบล็อกควบคุมในแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล 45
3.4.4 รูปบล็อกและผังงานการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล 50

บทที่ 4 ผลการทดลอง 71
4.1 ทดลองหาระยะเวลาการทำงานของกังหันน้ำไปจนถึงจุดหมาย 71
4.2 ทดลองหาระยะคลาดเคลื่อนของกังหันน้ำจากจุดหมาย 72

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 73
5.1 สรุปผลการทดลอง 73
5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน 73
5.3 ข้อเสนอแนะ 73

บรรณานุกรม 74

ภาคผนวก 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 คำอธิบายรายละเอียดปุ่มหน้าแอพพลิเคชั่น....21
3.2 คำอธิบายรายละเอียดปุ่มหน้าแอพพลิเคชั่น ตัวรับข้อมูล....22
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน....24
3.4 บล็อกและการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล....29
3.5 บล็อกและการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล....46
4.1 ระยะเวลาการทำงานของกังหันไปจนถึงจุดหมาย....71
4.2 ระยะคลาดเคลื่อนของกังหันจากจุดหมาย....72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 อาดุยโน่ เมกา 3
2.2 อาดุยโน่และขาการต่อใช้งาน 4
2.3 BTS7960 h-bridge dc motor drive 5
2.4 แผงโซล่าเซลล์ 6
2.5 การทำงานของโซล่าเซลล์ 7
2.6 ชนิดของแผงโซล่าเซลล์ 7
2.7 โมโนคริสตัลไลน์ 8
2.8 โพลีคริสตัลไลน์ 9
2.9 แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง 10
2.10 ML4830 SRNE 11
2.11 แบตเตอรี่ลิเธียมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ 12
2.12 กราฟแสดงประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ 13
2.13 ระบบจัดการแบตเตอรี่ 14
2.14 โหลดเซลล์ 14
2.15 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 15
2.16 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 16
2.17 เส้นละติจูด (Latitude) 17
2.18 เส้นลองจิจูด (Longitude) 18
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจรควบคุมกังหันน้ำอัตโนมัติ 20
3.2 วงจรควบคุมกังหันน้ำอัตโนมัติ 20
3.3 วงจรชาร์จเจอร์สำหรับโซล่าเซลล์ 20
3.4 หน้าแอพพลิเคชั่น ตัวส่งข้อมูล 21
3.5 หน้าแอพพลิเคชั่น ตัวรับข้อมูล 22
3.6 ผังงานโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่อัตโนมัติ 23
3.7 ผังงานการทำงานของแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล 28
3.8 บล็อกคำสั่งแอพส่งข้อมูลทั้งหมด 29
3.9 ผังงานการทำงานของบล็อกแผนที่ 32
3.10 บล็อกแผนที่ 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.11 ผังงานการทำงานของบล็อกตั้งค่าตำแหน่ง....33
3.12 บล็อกตั้งค่าตำแหน่ง....33
3.13 ผังงานการทำงานของบล็อกแจ้งเตือนการตั้งค่าตำแหน่ง....34
3.14 บล็อกแจ้งเตือนการตั้งค่าตำแหน่ง....35
3.15 ผังงานการทำงานของบล็อกเริ่มทำงาน....35
3.16 บล็อกเริ่มทำงาน....35
3.17 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ....36
3.18 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ....36
3.19 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ....37
3.20 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ....37
3.21 ผังงานการทำงานเมื่อบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ....38
3.22 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ....38
3.23 ผังงานการทำงานเมื่อได้รับค่าของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องรับ....39
3.24 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องรับ....39
3.25 ผังงานการทำงานของบล็อกนาฬิกาเครื่องส่ง....40
3.26 บล็อกนาฬิกาเครื่องส่ง....41
3.27 ผังงานการทำงานของบล็อกปล่อยสมอ....41
3.28 บล็อกปล่อยสมอ....42
3.29 ผังงานการทำงานของบล็อกดึงสมอ....42
3.30 บล็อกดึงสมอ....42
3.31 ผังงานการทำงานของบล็อกเปิดกังหันบำบัดน้ำ....43
3.32 บล็อกเปิดกังหันบำบัดน้ำ....43
3.33 ผังงานการทำงานของบล็อกปิดกังหันบำบัดน้ำ....44
3.34 บล็อกปิดกังหันบำบัดน้ำ....44
3.35 ผังงานการทำงานของบล็อกคำนวณระยะทาง....45
3.36 บล็อกคำนวณระยะทาง....45
3.37 บล็อกคำสั่งแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล....46
3.38 ผังงานการทำงานของบล็อกเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งกังหันน้ำ....51
3.39 บล็อกเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งกังหันน้ำ....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.40 ผังงานการทำงานของบล็อกเชื่อมต่ออาดุยโน่....52
3.41 บล็อกเชื่อมต่ออาดุยโน่ 52
3.42 ผังงานการทำงานของบล็อกตัดการเชื่อมต่ออาดุยโน่....53
3.43 บล็อกตัดการเชื่อมต่ออาดุยโน่ 53
3.44 ผังงานการทำงานของบล็อกนาฬิกาเครื่องรับ....54
3.45 บล็อกนาฬิกาเครื่องรับ 54
3.46 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง 55
3.47 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง....55
3.48 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง 56
3.49 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง....56
3.50 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง 57
3.51 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง....57
3.52 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง 58
3.53 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง....58
3.54 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง 59
3.55 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง....59
3.56 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง 60
3.57 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง....60
3.58 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง 61
3.59 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง....61
3.60 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง 62
3.61 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง....62
3.62 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลควบคุมสมอและกังหันน้ำ 63
3.63 บล็อกฐานข้อมูลควบคุมสมอและกังหันน้ำ....63
3.64 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลควบคุมสมอและกังหันน้ำ 64
3.65 บล็อกฐานข้อมูลควบคุมสมอและกังหันน้ำ....65
3.66 ผังงานการทำงานของบล็อกเซ็นเซอร์ตรวจจับระนาบกังหันน้ำ....66
3.67 บล็อกเซ็นเซอร์ตรวจจับระนาบกังหันน้ำ 67
3.68 ผังงานการทำงานของบล็อก ก....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.69 บล็อก ก....68
3.70 ผังงานการทำงานของบล็อก ข....68
3.71 บล็อก ข....68
3.72 ผังงานการทำงานของบล็อก ค....69
3.73 บล็อก ค....69
3.74 ผังงานการทำงานของบล็อกคำนวณระยะทาง....69
3.75 บล็อกคำนวณระยะทาง....70
3.76 ผังงานการทำงานของบล็อกคำนวณระยะทาง....70
3.77 บล็อกคำนวณระยะทาง....70
4.1 ระยะคลาดเคลื่อนของกังหันจากจุดหมาย....72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

แหล่งน้ำที่เน่าเสียจะสร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศในธรรมชาติ เพราะส่วนหนึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ที่ส่งผลทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสีย ได้แก่ น้ำเสียจากชุมชนซึ่งเป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน น้ำเสียจากอุตสาหกรรมประกอบไปด้วย น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม ตั้งแต่ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจนถึงการทำความสะอาดโรงงานรวมทั้งน้ำเสียที่ยังไม่ได้รับการบำบัด น้ำเสียจากกระบวนการทางเกษตรกรรม ประกอบไปด้วย น้ำเสียที่ได้จากการเพาะปลูกที่มีการปนเปื้อนของการใช้สารเคมี การเลี้ยงสัตว์เป็นต้น ด้วยปัญหาการเน่าเสียของน้ำนี้เองทำให้มีการคิดค้นนวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อเข้ามาช่วยบรรเทาปัญหาในเรื่องนี้ เช่น การเติมอากาศในน้ำ การใช้กังหันน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจน การเติมสารชีวภาพเพื่อบำบัดน้ำเป็นต้น ปัจจุบันกังหันน้ำนั้นนับเป็นอุปกรณ์สำคัญที่เข้ามาช่วยในการบำบัดน้ำเสีย โดยอาศัยวิธีการเติมอากาศ ณ จุดใดจุดหนึ่ง ซึ่งทำให้การบำบัดน้ำเสียในบริเวณกว้างทำได้อย่างไม่ทั่วถึงและการเคลื่อนย้ายตัวกังหันน้ำก็ทำได้ลำบาก การติดตั้งในจุดที่อยู่ห่างจากฝั่งมาก ๆ ก็ทำได้ลำบากและ ต้องใช้กังหันน้ำหลายตัวในพื้นที่ใช้งาน

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นได้มีการจัดทำโครงงานกังหันน้ำไฟฟ้าพร้อมระบบควบคุมระยะไกลที่สามารถควบคุมให้กังหันน้ำเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายพร้อมทั้งทิ้งสมอเพื่อให้กังหันน้ำลอยอยู่ในตำแหน่งดังกล่าว แต่ก็ยังพบปัญหาเพิ่มเติม เช่น สมอไม่สามารถรั้งให้กังหันน้ำอยู่ในตำแหน่งเดิมได้เนื่องจากมีลมพัดแรง ทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จะทำโครงการกังหันน้ำแบบเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยจีพีเอส เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ทั้งนี้การสร้างกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติจะมีการติดตั้งเซนเซอร์วัดค่าต่าง ๆ ในน้ำแล้วใช้สำหรับการบำบัดน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อสร้างกังหันน้ำที่สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนดได้เอง แบบอัตโนมัติผ่านระบบจีพีเอสบนมือถือ
2) เพื่อศึกษาการเขียนแอพพลิเคชั่นควบคุมการทำงานของกังหันน้ำด้วยมือถือ
3) เพื่อศึกษาการทำงานของระบบจีพีเอสร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และแอพพลิเคชั่นบนมือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) สร้างกังหันน้ำที่สามารถกำหนดจุดหมายปลายทางได้ด้วยระบบจีพีเอส
2) สร้างกังหันน้ำที่สามารถเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบจีพีเอส

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1) ศึกษาการเขียนโปรแกรมของบอร์ดอาดุยโน่
2) ศึกษาเงื่อนไขการทำงานของโค้ดโปรแกรม
3) ศึกษาข้อมูลการเขียนแอพพลิเคชั่น
4) ศึกษาเงื่อนไขการทำงานของแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

โครงงานกังหันน้ำเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติด้วยระบบจีพีเอส เป็นการประยุกต์การทำงานของกังหันน้ำแบบใช้รีโมทควบคุมสั่งการให้สามารถเคลื่อนที่เองแบบอัตโนมัติ โดยขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและระบบนำทางจีพีเอส โดยสามารถกำหนดตำแหน่งที่ต้องการได้รวมทั้งสามารถโปรแกรมได้หลายตำแหน่ง มีการแสดงผลผ่านทางอุปกรณ์ควบคุม โดยในบทนี้จะกล่าวถึงการใช้ทฤษฎีและสมการในการควบคุมกังหันน้ำได้แก่ สมการการหาทิศทางกังหันน้ำ สมการการหาระยะทางบนพื้นผิวทรงกลม ทฤษฎีการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวที่ใช้ในกังหัน

2.1 อาดุยโน่ เมกา (Arduino Mega)

อาดุยโน่ เมกา 2560 ดังรูปที่ 2.1 เป็นบอร์ดที่ใช้ชิป ATmega2560 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก เป็นบอร์ดที่ต่อยอดมาจากอาดุยโน่ ยูโน่ R3 มีพอร์ตดิจิทัลอินพุต/เอาต์พุต 54 ขา ดังรูปที่ 2.2 สามารถใช้เป็นเอาต์พุตแบบ PWM (Pulse Width Modulation) ซึ่งเป็นเทคนิคที่อาดุยโน่ใช้ในการควบคุมวงจร ให้เสมือนพอร์ตแอนะล็อคแต่ใช้พอร์ตดิจิตัลแทน มีทั้งหมด 15 ขา มีขาแอนะล็อคอินพุต 16 ขา มี UARTs (hardware serial ports) 4 ขา ทำงานที่ความถี่ 16 MHz สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิลยูเอสบี หรือใช้ตัวแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรงเพื่อเริ่มต้นใช้งาน และมีปุ่มรีเซ็ต โดยสามารถต่อเข้ากับ shields ที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับอาดุยโน่รุ่น Duemilanove หรือ รุ่น Diecimila

รูปที่ 2.1 อาดุยโน่ เมกา
ที่มา : https://www.gravitechthai.com/product-detail.php?WP=qmIZAJ1CM5O0hJatrTZo7o3Q

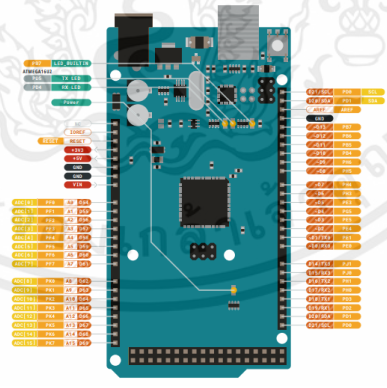
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ขาต่อใช้งานทั่วไป

1) VIN : เป็นขาจ่ายแรงดันขาเข้าของบอร์ด โดยใช้แหล่งจ่ายจากภายนอก
2) 5V : เป็นขาที่จ่ายแรงดัน 5V โดยควบคุมจากบอร์ด
3) 3V3 : เป็นแรงดันที่สร้างขึ้นจากเรกูเรเตอร์บนบอร์ด และให้กระแสได้สูงสุด 50 mA
4) GND : เป็นขากราวด์
5) IOREF : เป็นขาที่ให้แรงดันอ้างอิงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเลือกค่าแรงดันให้กับ shield ที่มาเชื่อมต่อกับบอร์ด

2.2.2 ขาต่อใช้งานอื่น ๆ

1) External Interrupts : 2, 3, 18, 19 , 20 , 21 ขาเหล่านี้สามารถกำหนดค่าที่เรียก interrupt ในค่าต่ำ ๆ ขอบขาขึ้นและลง หรือเปลี่ยนแปลงค่าได้
2) PWM : 2 ถึง 13 และ 44 ถึง 46 ให้ PWM output 8-bits
3) SPI : 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS) ใช้สำหรับรองรับการสื่อสารแบบ SPI โดยที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับ ICSP header
4) LED 13 : เป็น build-in LED ที่เชื่อมต่อกับ digital pin 13 เมื่อ pin มีค่าเป็น HIGH LED จะติด , แต่เมื่อ pin เป็น LOW LED จะดับ
5) TWI : 20 (SDA) and 21 (SCL). รองรับการเชื่อมต่อแบบ TWI(I2C)
6) AREF : แรงดันอ้างอิงสำหรับแอนะล็อคอินพุต
7) Reset : ใช้ในการรีเซ็ตไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทั่วไปจะใช้โดยการเพิ่มปุ่มรีเซ็ต ไว้บน shield เพื่อป้องกันปุ่มที่อยู่บนบอร์ด



รูปที่ 2.2 อาดุยโน่ เมกาและขาการต่อใช้งาน
ที่มา : https://1th.me/ptGzD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 BTS7960 h-bridge dc motor drive

โมดูลขับดีซีมอเตอร์แบบฟูลบริดจ์ใช้ไอซีเบอร์ BTN7960 ดังรูปที่ 2.3 บอร์ดสำหรับขับมอเตอร์กระแสสูงมีช่วงแรงดันใช้งาน 6-27 โวลท์ ขับกระแสได้สูงสุด 43 แอมป์ ควบคุมมอเตอร์หมุนกลับทางได้ IBT-2 (BTS7960) เป็นโมดูลขนาดกะทัดรัดสำหรับขับมอเตอร์ สามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 1 ตัวด้วยสัญญาณควบคุมแบบ PWM ที่ 25 กิโลเฮิร์ตซ์ เหมาะสำหรับควบคุมมอเตอร์กำลังสูง (High Power Motor) แรงดันทำงานที่ 24 โวลต์ สามารถขับกระแสสูงสุดได้ถึง 43 แอมป์ มีระบบป้องกันต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน และป้องกันอุณหภูมิสูงเกิน กระแสใช้งานที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 20 แอมป์ เพื่อความปลอดภัย

รูปที่ 2.3 BTS7960 h-bridge dc motor drive
ที่มา : https://1th.me/SuTeJ

2.3 แผงโซล่าเซลล์ (Solar Cell)

โซล่าเซลล์ หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ หรือ เซลล์โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic cell) มีหลายรูปแบบและหลายลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 2.4 คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษ ที่มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซล่าเซลล์นั้นจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที รวมทั้งสามารถเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อใช้งานภายหลังได้ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์จัดว่าเป็นแหล่งพลังงานสะอาดและไม่สร้างมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อมและไม่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก เหมือนกับแหล่งพลังงาน อื่น เช่น น้ำมัน, โรงไฟฟ้าที่มีกระบวนการผลิตจากก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน โซล่าเซลล์ เป็นพลังงานที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดไป ซึ่งหลังการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์เรียบร้อยแล้วจะสามารถใช้ได้เหมือนไฟฟ้าแบบปกติทั่วไป เช่น ใช้สำหรับใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในบ้านได้ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นใช้กับเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เครื่องซักผ้า ใช้กับคอมพิวเตอร์ ชาร์จรถยนต์ เครื่องเสียง และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

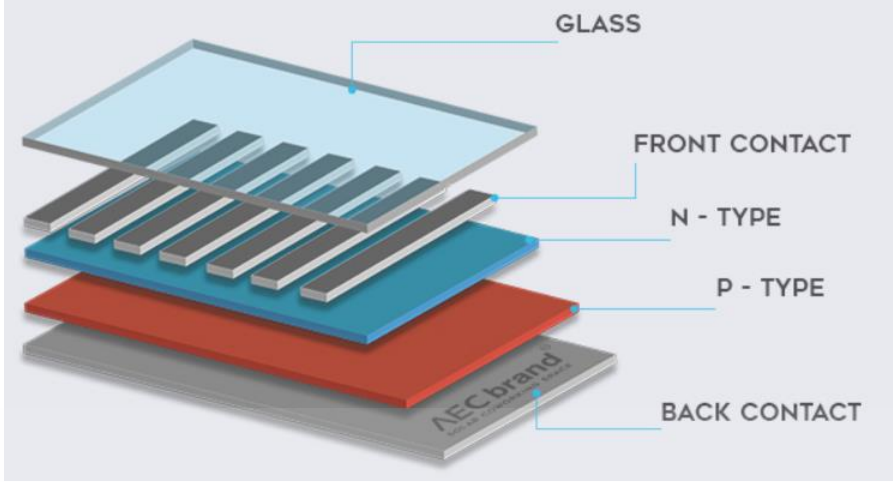
รูปที่ 2.4 แผงโซล่าเซลล์
ที่มา : https://1th.me/FivAF

2.3.1 หลักการทำงาน

การทำงานของโซล่าเซลล์ เป็นกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานไปกระทบกับสารกึ่งตัวนำจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเล็กตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำ ซึ่งสามารถนำกระแสไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้งานได้ หลักการทำงานคือเมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบ แสงอาทิตย์จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนและโฮล ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวขึ้น โดยอิเล็กตรอนจะเคลื่อนไหวไปรวมตัวกันที่ระดับชั้นบนสุด (Front Electrode) และโฮลจะเคลื่อนไหวไปรวมตัวกันที่ระดับชั้นล่างสุด (Back Electrode) และเมื่อมีการเชื่อมต่อระบบวงจรไฟฟ้าจากระดับชั้นบนสุดและระดับชั้นล่างสุดให้ครบวงจร จะเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าขึ้นให้สามารถนำไปใช้งานได้โดยส่วนประกอบตามรูปที่ 2.5 ของสารกึ่งตัวนำทั้งสองประกอบไปด้วย

- **N-Type** คือแผ่นซิลิคอนที่ผ่านกระบวนการโดปปิ้งด้วยสารฟอสฟอรัส โดยจะทำให้มีคุณสมบัติเป็นตัวส่งอิเล็กตรอน เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์
- **P-Type** คือแผ่นซิลิคอนที่ผ่านกระบวนการโดปปิ้งด้วยสารโบรอน ทำให้โครงสร้างของอะตอมสูญเสียอิเล็กตรอน เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์จะมีคุณสมบัติเป็นตัวรับอิเล็กตรอน หลักการคือเมื่อมีแสงอาทิตย์มาตกกระทบ แสงอาทิตย์จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวขึ้น โดยอิเล็กตรอนก็จะเคลื่อนไหวไปรวมตัวกันที่ระดับชั้นบนสุด และโฮลก็จะเคลื่อนไหวไปรวมตัวกันที่ระดับชั้นล่างสุด เมื่อมีการเชื่อมต่อระบบจนครบวงจรจะเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าที่สามารถนำไปใช้งานได้

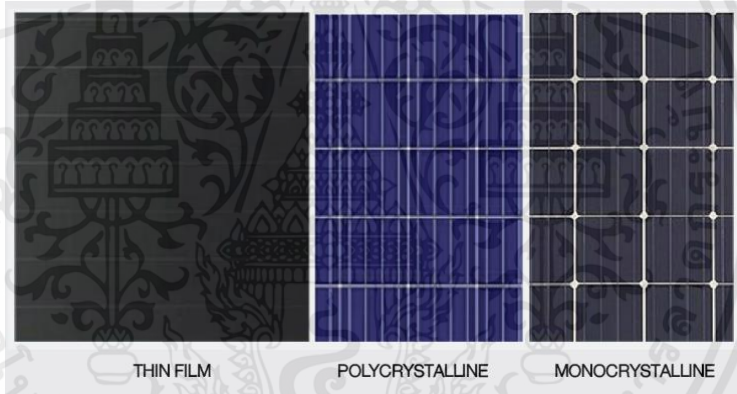
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การทำงานของโซล่าเซลล์
ที่มา : https://1th.me/XPDdN

2.3.2 ชนิดของแผงโซล่าเซลล์

แผงโซล่าเซลล์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ชนิดของแผงโซล่าเซลล์
ที่มา : https://1th.me/AqEYP

2.3.2.1 โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) แสดงดังรูปที่ 2.7 ทำจากผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว หรือบางทีเรียกว่า single crystalline มีวิธีการสังเกต คือ แต่ละเซลล์จะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุมและมีสีเข้ม

ข้อดี

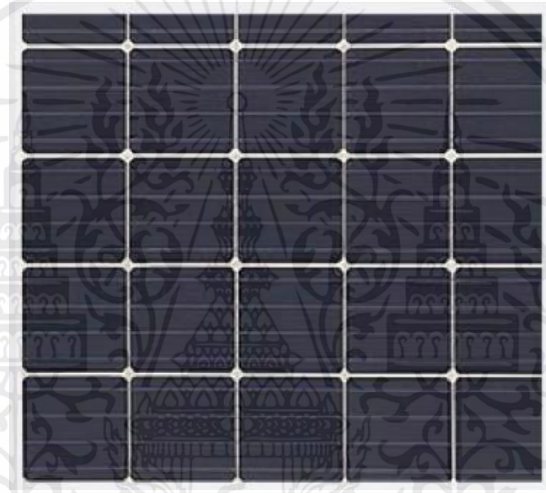
1) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพสูงสุดเพราะผลิตมาจาก ซิลิคอนเกรดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20%
2) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงสุดเพราะให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่น้อยที่สุด ในการติดตั้งแผงโซลล่าเซลล์ชนิดนี้ โดยแผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากสุดเกือบ 4 เท่า ของชนิดฟิล์มบางหรือ thin film

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุดโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป
4) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าชนิดโพลีคริสตัลไลน์ เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสีย

1) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุดในบางครั้งการติดตั้งด้วยแผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิดฟิล์มบางอาจมีความคุ้มค่ามากกว่า
2) ถ้าหากแผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์มีความสกปรกหรือถูกบังแสงในบางส่วนของแผงอาจทำให้วงจรหรืออินเวอร์เตอร์ไหม้ได้เพราะอาจจะทำให้เกิดแรงดันสูงเกินไป



รูปที่ 2.7 โมโนคริสตัลไลน์
ที่มา : https://1th.me/AqEYP

2.3.2.2 โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells) แสดงดังรูปที่ 2.8 ทำจากผลึกซิลิคอนโดยทั่วไปเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์ แต่บางครั้งเรียกว่ามัลติคริสตัลไลน์ (multi-crystalline-Si) โดยในกระบวนการผลิตสามารถที่จะนำเอาซิลิคอนเหลวมาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่เหลี่ยมก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกครั้ง จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสไม่มีการตัดมุมซึ่งสีของแผงจะออกน้ำเงินไม่เข้มมาก

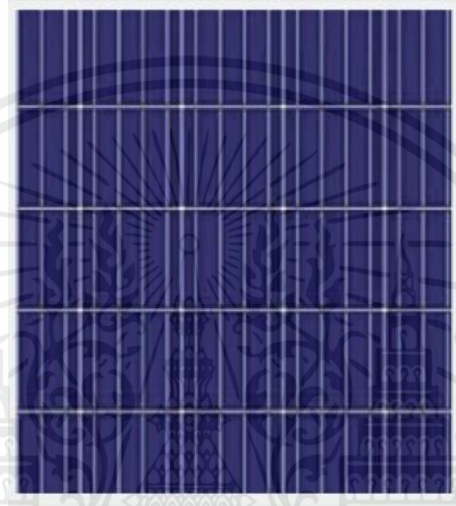
ข้อดี

1) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์นั้น มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่ายไม่ซับซ้อน จึงใช้ปริมาณซิลิคอนในการผลิตน้อยกว่า เมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์
2) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งานในพื้นที่อุณหภูมิสูงดีกว่าชนิดโมโนคริสตัลไลน์เล็กน้อย
3) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ มีราคาถูกกว่าเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

1) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่าเมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์
2) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ที่ต่ำกว่าโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์
3) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ มีสีน้ำเงินทำให้อาจดูไม่สวยงามเมื่อเทียบกับชนิดโมโนคริสตัลไลน์ และชนิดฟิลม์บางที่มีสีเข้มซึ่งสามาถเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่า เช่น หลังคาบ้าน



รูปที่ 2.8 โพลีคริสตัลไลน์
ที่มา : https://1th.me/AqEYP

2.3.2.3 แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells) แสดงดังรูปที่ 2.9 คือการนำสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า มาฉาบเป็นชั้นฟิล์มบาง ซ้อนกันหลายชั้น จึงเรียกโซล่าเซลล์ชนิดนี้ว่าฟิล์มบาง แผ่นชนิดนี้มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบแต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีสัดส่วนการใช้งานแผงชนิดนี้ประมาณ 5% เท่านั้น

ข้อดี

1) แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบางมีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตในจำนวนมากได้ง่ายกว่าชนิดผลึกซิลิคอน
2) ในที่อากาศร้อนมาก ๆ แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบางมีผลกระทบน้อยกว่า
3) ไม่มีปัญหาเรื่องวงจรไหม้เมื่อแผงสกปรก
4) เนื่องจากฟิล์มบางทำให้แผงโซล่าเซลล์มีความยืดหยุ่น จึงทำให้สามารถใช้ในที่ที่มีรูปทรงหรือพื้นที่ที่ไม่ได้รับแสงแดดตลอดเวลา และอีกทั้งยังสามารถให้รูปทรงหลายรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

1) แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบางมีประสิทธิภาพต่ำ
2) แผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบางมีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำ
3) สิ้นเปลืองค่าโครงสร้างและอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น สายไฟ
4) ไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้าน เพราะมีพื้นที่จำกัด
5) การรับประกันสั้นกว่าชนิด ผลึกซิลิคอน

รูปที่ 2.9 แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง
ที่มา : https://1th.me/AqEYP

2.4 ชาร์จเจอร์ (MPPT Solar Charge Controller)

MPPT (Maximum Power Point Tracking) คือ อัลกอลิธึมหรือรูปแบบการคำนวณอย่างหนึ่งที่นำมาใช้กับการทำงานของเครื่องผลิตไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แผงโซล่าเซลล์ หรือ กังหันลม เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพและมีเสถียรภาพมากขึ้น เพราะในความเป็นจริงพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องผลิตไฟฟ้ากระแสตรงเหล่านี้มีความไม่แน่นอน โดยจะขึ้นอยู่กับปริมาณและความเข้มของแสงอาทิตย์ และความเร็วลมเป็นหลักซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ อัลกอลิธึมหรือรูปแบบการคำนวณแบบ MPPT จึงถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อเอาจุดที่ก่อให้เกิดพลังงานไฟฟ้าสูงสุดมาใช้งาน ไม่ว่าความเข้มของแสงอาทิตย์หรือความเร็วลมจะเปลี่ยนแปลงไป

ข้อดีของ อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ แบบ MPPT

1) ในฤดูหนาวที่มีเวลากลางวันสั้นกว่า แม้ว่าแผงโซล่าเซลล์จะมีประสิทธิภาพดีกว่าเมื่อทำงานในอุณหภูมิต่ำ แต่ทว่าในฤดูหนาวเวลารับแสงจะน้อยลง นั่นคือกำลังโดยรวมที่ได้จะลดลงมาก เมื่อใช้อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จแบบธรรมดา ในบางครั้งการชาร์จแบตเตอรี่อาจไม่เต็มความจุ
2) เมื่อแบตเตอรี่เหลือไฟน้อย จะต้องใช้กำลังไฟมากและการได้กระแสสูงจากอุปกรณ์ควบคุม การชาร์จแบบ MPPT จะทำให้การชาร์จแบตเตอรี่ชาร์จไฟได้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

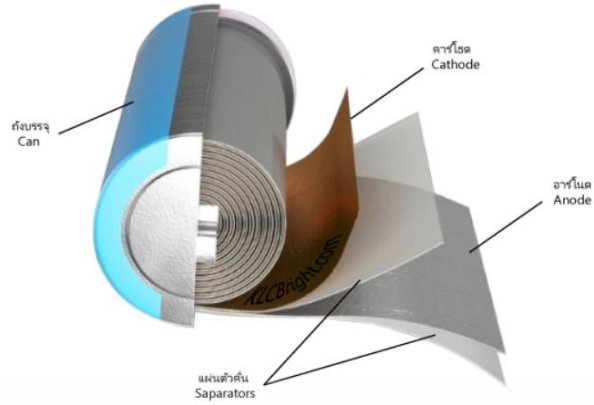
3) แผงโซล่าเซลล์อยู่ห่างจากแบตเตอรี่ ในกรณีที่แผงโซล่าเซลล์อยู่ห่างจากแบตเตอรี่มาก ๆ หากเป็นระบบ 12V แล้วใช้อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จแบบธรรมดา เมื่อใช้สายไฟขนาดเล็กเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสียอย่างมาก หรืออาจจะต้องใช้สายไฟที่มีขนาดใหญ่นั่นก็ย่อมมีราคาสูง วิธีแก้ไขก็คืออาจจะต้องใช้แผงโซล่าเซลล์มาต่ออนุกรมกัน เพื่อให้มีแรงดันสูงขึ้น หรือไม่ก็หันมาใช้ ตัวอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ แบบ MPPT มาช่วยควบคุมระดับแรงดันในการชาร์จจะทำให้สามารถลดขนาดสายไฟลงได้

รูปที่ 2.10 ML4830 SRNE
ที่มา : https://1th.me/nfbiO

2.5 แบตเตอรี่ลิเธียมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ (Lithium Battery NMC)

แบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ หรือชื่อแบบเต็มว่าแบตเตอรี่ลิเธี่ยมไอออนนั้นเรียกชื่อตามการกักเก็บพลังงานในลิเธี่ยมไอออน โดยการสร้างศักย์ไฟฟ้าให้เกิดขึ้นระหว่างขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่และคั่นด้วยฉนวนที่เรียกว่า Saparator หรือตัวคั่น ดังรูปที่ 2.11 ตัวคั่นสามารถเป็นได้ทั้งฉนวนและตัวนำไอออน เมื่อตอนขณะชาร์จไฟ ลิเธี่ยมไอออนจะเคลื่อนที่จากขั้วบวกไปยังขั้วลบผ่านตัวคั่น และเมื่อตอนคายประจุ ลิเธี่ยมไอออนจะเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้ามการเคลื่อนที่ของประจุลิเธี่ยมไอออนนี้เอง ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าหรือที่เรียกว่าแรงดันไฟฟ้า เกิดขึ้น แต่เมื่อไม่มีการใช้งานแบตเตอรี่ตัวคั่นจะทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นไม่ให้ไอออนเคลื่อนที่ข้ามไปมา และเมื่อมีการเอาแบตเตอรี่ไปต่อเข้ากับอุปกรณ์เพื่อใช้งาน ประจุลิเธี่ยมไอออนหรืออิเล็คตรอนที่ถูกกั้นอยู่ด้วยตัวคั่นอยู่นั้นจะถูกดันให้วิ่งผ่านตัวกั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แบตเตอรี่ลิเธียมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์
ที่มา : https://1th.me/NOtQP

2.5.1 ชนิดของแบตเตอรี่ลิเธี่ยม (Types of Lithium Battery)

ประเภทหรือชนิดของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนั้น ส่วนใหญ่เรียกชนิดตามองค์ประกอบของแคโทด แต่ก็มีที่เรียกตามองค์ประกอบของอาร์โนดด้วยเช่นกัน ดูจากภายนอกไม่สามารถจำแนกได้ ดังนั้นจึงควรตรวจสอบให้แน่ชัดและศึกษารายละเอียดให้แน่ใจก่อนเลือกซื้อและนำไปใช้งาน ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย ประสิทธิภาพสูงสุดและมีคุณสมบัติตรงตามแต่ละประเภทการใช้งานของอุปกรณ์หรือเครื่องมือนั้น ๆ ชนิดของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมมี 6 ชนิดหลัก ได้แก่ Lithium Cobalt Oxide (LCO), Lithium Ion Phosphate (LFP), Lithium Manganese Oxide (LMO), Lithium Nikel Manganese Cobalt Oxide (NMC), Lithium Nikel Cobalt Aluminum Oxide (NCA), Lithium Titanate (LTO) แบตเตอรี่ลิเธียมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ หรือ NMC มีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการเพิ่มนิเคิล (Ni) ซึ่งมีความจุพลังงานจำเพาะ (Specific Capacity; Ah/kg) สูง เข้าไปในส่วนประกอบของคาร์โธด ทำให้แบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ มีค่าพลังงานจำเพาะสูงขึ้น ผลที่ได้คือได้เซลล์ที่มีความต่างศักดิ์หรือแรงดันไฟฟ้าสูงถึงประมาณ 4 โวลต์ต่อเซลล์ เดิมทีแบตเตอรี่ชนิดลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ นั้นไม่ได้มีส่วนผสมของแมงกานีสต่อมา นักวิจัยจึงได้เพิ่มแมงกานีสเข้าไปเพื่อเพิ่มความเสถียร ผลคือแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ มีทั้งความเสถียรและใช้งานได้ในงานแรงดันสูง (high voltage applications) การปรับเปลี่ยนส่วนผสมระหว่างนิเคิลแมงกานีส และโคบอลต์ ทำให้เกิดชนิดย่อยและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ในปัจจุบันแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ มีความต้องการสูงในอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้า เพราะด้วยคุณสมบัติ มีค่าพลังงานสูง จ่ายกระแสได้สูง มีเสถียรภาพ และทนต่ออุณหภูมิได้ดีมาก ดังรูปที่ 2.12 กราฟแสดงประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์

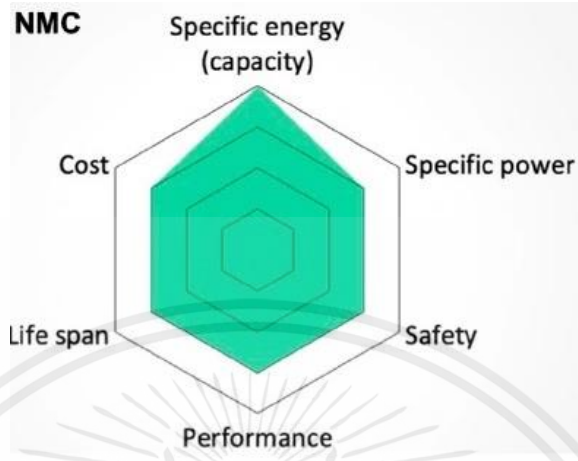
ข้อเด่นของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์

1) มีค่าพลังงานจำเพาะสูง
2) สามารถจ่ายกระแสได้มาก
3) มีอายุการใช้งานยาวนานและปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์

1) ข้อด้อยของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ คือมีแรงดันไฟฟ้าต่อเซลล์ต่ำกว่า LCO เล็กน้อย แสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 กราฟแสดงประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลิเธี่ยมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์
ที่มา : https://1th.me/NOtQP

2.6 ระบบจัดการแบตเตอรี่ (Battery Management System : BMS)

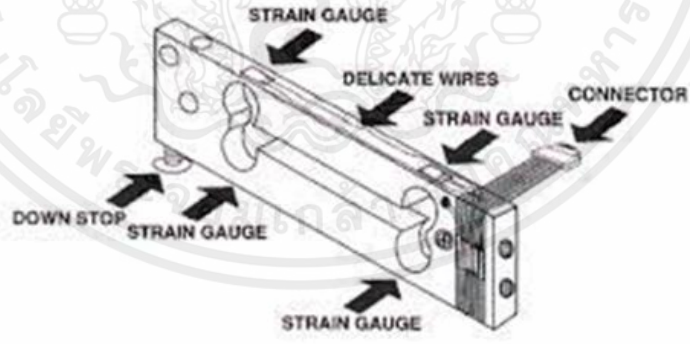
ระบบการจัดการแบตเตอรี่แสดงดังรูปที่ 2.13 ทำหน้าที่หลัก ๆ ในการรักษาและสร้างสมดุลให้กับแบตเตอรี่ เพื่อชาร์จไฟให้เต็มมากที่สุด และยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ โดยการวัดสถานะการชาร์จ สถานะสุขภาพของเซลล์ รวมถึงการตรวจสอบเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ระบบจัดการแบตเตอรี่จะทำการตรวจสอบขั้นพื้นฐาน คือ การตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเซลล์ อุณหภูมิของเซลล์ การวัดกระแส ความต้านทานต่อเซลล์ เพื่อแก้ไขปัญหาหรือการจัดการให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบจัดการแบตเตอรี่จะมีประสิทธิภาพในการตรวจจับความผิดปกติของความจุที่หายไป ซึ่งจะประเมินจากแรงดันและความต้านทานภายใน จาก 100 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าความจุจะลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ของแรงดันระบบจัดการแบตเตอรี่จะตรวจสอบต่อความผิดปกติ และความต่างศักย์ระหว่างเซลล์ที่เกิดจากความไม่สมดุลของเซลล์ ในการควบคุมการเปิด/ปิด ความสมดุลในการชาร์จจะทำงานแปรผันตามความเสื่อมลงของแบตเตอรี่ ระบบจัดการแบตเตอรี่ เหมาะกับการใช้งานด้านแบตเตอรี่ลิเธียมนิเคิลแมงกานิสโคบอลต์ออกไซด์ประเภทอื่น การใช้งานหลากหลาย เช่น ใช้งานในด้านโซลล่าเซลล์ รถยนต์ มอเตอร์ไซค์ เครื่องเสียง ฯลฯ ป้องกันการชาร์จเกิน (Over Charge) 4.25V ต่อเซล ป้องกันการดิสชาร์จ เกิน (Over Discharge) 2.7 V ต่อเซล ป้องกันการจ่ายกระแสไฟเกิน (Over Current) ตามสเปค ป้องกันการช๊อต (Short-Circuit) ป้องกันอุณภูมิสูงเกิน (Over Temperature) สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับ รถไฟฟ้า, ชุดแบตเตอรี่สำรอง หรืออื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 ระบบจัดการแบตเตอรี่
ที่มา : https://1th.me/wPYeX

2.7 โหลดเซลล์ (Load Cell)

โหลดเซลล์ คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนจากแรงหรือน้ำหนักที่กระทำต่อตัวโหลดเซลล์เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า จึงสามารถนำไปจ่ายเข้าจอแสดงผล และแสดงค่าเป็นน้ำหนักหรือแรงที่กระทำได้ โหลดเซลล์ถูกสร้างมาจากแสตนเกจ ที่จัดเรียงวงจรในรูปแบบวงจรวีทสโตนบริดจ์ ซึ่งสามารถแปลงค่าแรงกดหรือแรงดึงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าโหลดเซลล์ โดยสามารถนำไปประยุกต์ทำเครื่องชั่งตวงในอุตสาหกรรมได้ หรือ ใช้ทดสอบวัสดุ (วัดแรงดึง) ได้อีกด้วย การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน การทดสอบการเข้ารูปชิ้นงาน ใช้สำหรับงานทางด้านวัสดุโลหะ ทดสอบโลหะ ชิ้นส่วนรถยนต์ วิศวกรรมโยธา ทดสอบคอนกรีต ทดสอบไม้ ฯลฯ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับงานภาคอุตสาหกรรม โดยโครงสร้างของแสตนเกจแสดงดังรูปที่ 2.14



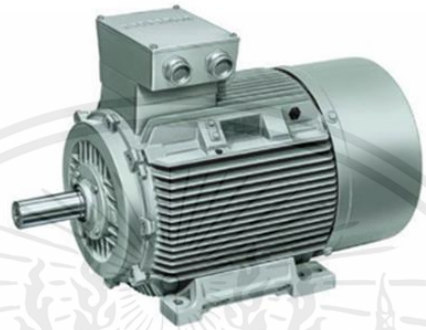
รูปที่ 2.14 โหลดเซลล์
ที่มา : http://1.bp.blogspot.com/_UUio0zZEymY/.png

2.8 มอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor)

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังกล มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปต้องการความเร็วรอบหรือกำลังงานที่แตกต่างกัน มอเตอร์ไฟฟ้าถูกนำไปใช้งานที่หลากหลายเช่น พัดลมอุตสาหกรรม เครื่องเป่า ปั๊ม เครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือน และดิสก์ไดร์ฟ มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนโดยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC) เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแบตเตอรี่, ยานยนต์หรือวงจรเรียงกระแส หรือจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ (AC) เช่น จากไฟบ้าน อินเวอร์เตอร์ หรือ เครื่องปั่นไฟเป็นต้น มอเตอร์ทั่วไปที่มีขนาดและคุณลักษณะมาตรฐานสูงจะให้พลังงานกลที่สะดวกสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดใช้สำหรับการใช้งานลากจูงเรือ และการบีบอัดท่อส่งน้ำมันและปั๊มสูบจัดเก็บน้ำมันซึ่งมีกำลังถึง 100 เมกะวัตต์ มอเตอร์ไฟฟ้าอาจจำแนกตามประเภทของแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้า หรือตามโครงสร้างภายใน หรือตามการใช้งานและอื่น ๆ มอเตอร์แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการใช้งานกระแสไฟฟ้าคือ มอเตอร์กระแสสลับแสดงตามรูปที่ 2.15 และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 2.15 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
ที่มา : https://th.sogears.com/images/2020/12/15/Electric-motor-2.jpg

2.8.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor : AC Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกได้อีก 3 ชนิดได้แก่

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ จะใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์มีสายไฟ เข้า 2 สาย มีแรงม้าไม่สูง ส่วนใหญ่จะใช้งานทั่วไปตามบ้านเรือน
2) มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟสหรือเรียกว่า ทูเฟสมอเตอร์
3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสหรือเรียกว่า ทรีเฟสมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แรงดัน 380 โวลต์ มีสายไฟเข้ามอเตอร์ 3 สาย

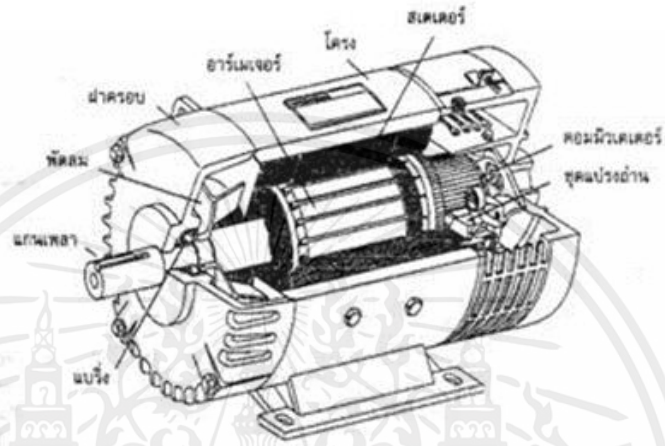
2.8.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor : DC Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีโครงสร้างภายในแตกต่างจาก มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับในส่วนของโครงสร้างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ตามรูปที่ 2.16 จะมีส่วนประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่คือส่วนที่อยู่กับที่เรียกว่า สเตเตอร์ ส่วนที่เคลื่อนที่จะเรียกว่า โรเตอร์ หลักการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด ซึ่งขดลวดชุดหนึ่งอยู่ที่ สเตเตอร์ เรียกว่าขดลวดสนามแม่เหล็กที่ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กถาวร ซึ่งแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายมานั้นจะมาจากแหล่งเดียวกันกับขดลวดอาร์เมเจอร์ แต่ในบางครั้ง สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กนั้น จะใช้แม่เหล็กถาวรแทนการใช้ขดลวดเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กถาวร และ ขดลวดชุดที่สองที่อยู่ในส่วนของโรเตอร์จะเรียกว่า ขดลวดอาร์เมเจอร์ ซึ่งจะจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้าขดลวดอาร์เมจอร์ผ่านแปรงถ่าน และชุดคอมมูเตเตอร์ ซึ่งตัวขดลวดนั้นจะทำให้เกิดแรงบิด ในการหมุนของโรเตอร์ที่เกิดมาจากการกระทำระหว่างขั้วแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของขดลวดใน สเตเตอร์ และโรเตอร์ ที่ต่างขั้วกันและผลักกันทำให้ เกิดการหมุนขึ้นได้ในที่สุด โดยการแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1) มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)
2) มอเตอร์แบบขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)
3) มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)



รูปที่ 2.16 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
ที่มา : http://4.bp.blogspot.com/. Jpg

2.9 การระบุตำแหน่งในรูปแบบตาราง

ทุกพื้นที่บนโลกนั้นมีพิกัดทางภูมิศาสตร์กำหนดไว้ พิกัดทางภูมิศาสตร์จะระบุเป็นในรูปของตัวเลข ที่สามารถที่จะเข้าใจถึงตำแหน่งนั้น ๆ ได้จากค่าตัวเลขของพิกัดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์จะมีตัวเลข 2 ชุด เรียกว่า เลขละติจูด (Latitude) และเลขลองจิจูด (Longitude) (Lat/Long) การใช้พิกัดทางภูมิศาสตร์แบบละติจูดและลองจิจูด (Lat/Long) นั้นแตกต่างจากการใช้การระบุตำแหน่งที่อยู่ตามถนนหรือตามเขตพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งละติจูดและลองจิจูดนั้นสามารถระบุได้ด้วยตัวเลขในระบบตารางเหมือนที่มักเห็นกันในกราฟต่าง ๆ โดยแผนที่ในรูปแบบตารางนี้จะมีเส้นที่วางในแนวนอนและตัดกันกับเส้นที่วางในแนวตั้ง ซึ่งการระบุตำแหน่งที่จะทำได้ในแบบตารางนี้ วิธีอย่างง่ายคือกำหนดเลข 2 ชุดขึ้นมา ซึ่งตัวเลขชุดแรกเป็นตัวที่ใช้ระบุตำแหน่งในแนวนอน และตัวเลขอีกชุดเป็นเป็นตัวเลขที่ระบบตำแหน่งในแนวตั้งซึ่งจะเป็นเส้นที่มีจุดตัดกัน หรือพูดอีกนัยหนึ่งก็คือจุดที่เกิดการตัดกันจะเป็นจุดที่ใช้ในการระบุพิกัดตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 ละติจูด (Latitude)

เส้นละติจูด เป็นเส้นสมมติที่วางตามแนวนอนของโลก และยังมีเส้นที่วางตัวตามแนวนอนของโลกตามระดับความสูงกว่าหรือต่ำกว่า ซึ่งเรียกว่า เส้นขนานเส้นละติจูด (Parallels of Latitude) ซึ่งเส้นขนานของเส้นละติจูดเหล่านี้จะเป็นเส้นที่วางขนานกับเส้นละติจูดที่อยู่บริเวณตรงกลางหรือเรียกว่าเส้น อิเควเตอร์ (Equator) โดยทางที่ง่ายที่สุดที่จะมองภาพของเส้นละติจูดเหล่านี้ได้ คือให้คิดว่ามีเส้นสมมติที่วางตามแนวนอนของโลกเหมือนกับว่ามีวงแหวนวางอยู่รอบโลก และมีวงแหวนที่ใหญ่ที่สุดวางอยู่ตรงกลางของโลกพอดี ซึ่งนั่นก็คือเส้นอิเควเตอร์ จากนั้นให้คิดว่ามีเส้นรอบวงในลักษณะแบบนี้ที่ขนาดเล็กลงตามลำดับเรียงตัวทั้งขึ้นไปทั้งบนและล่าง ส่งจากเส้นอิเควเตอร์จนเข้าถึงขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ เส้นละติจูดนั้นเป็นเส้นที่ใช้วัดพิกัดในเชิงตัวเลขว่าทิศเหนือและทิศใต้นั้นห่างจากเส้นอิเควเตอร์ซึ่งเป็นเส้นที่แบ่ง ณ จุดกึ่งกลางโลก โดยส่วนที่อยู่เหนือกว่าเส้นอิเควเตอร์นั้นคือซีกโลกเหนือและส่วนที่อยู่ใต้เส้นอิเควเตอร์คือซีกโลกใต้ โดยที่เส้นอิเควเตอร์นี้จะเป็นจุดเริ่มต้นที่วัดละติจูดในตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งพิกัดที่วางตัวอยู่บนเส้นอิเควเตอร์นี้จะมีตัวเลขที่บอกค่าทางละติจูดเป็น 0 องศาละติจูด ตัวเลขของค่าละติจูดนี้จะมีค่ามากขึ้นตามระยะห่างจากเส้นอิเควเตอร์ โดยจะมีค่าสูงสุดที่ 90 องศาละติจูด ที่บริเวณขั้วโลก สำหรับการอ่านค่าละติจูดนั้นจะอ่านค่าเป็น _xx_ องศาเหนือ หรือ _xx_ องศาใต้ขึ้นอยู่กับว่าพิกัดของเส้นละติจูดนั้นเป็นพิกัดของละติจูดที่อยู่เหนือหรือใต้เส้นอิเควเตอร์

รูปที่ 2.17 เส้นละติจูด (Latitude)
ที่มา : https://www.prosoftgps.com/upload/6155/m8kaAs9AjR.jpg

2.9.2 ลองจิจูด (Longitude)

เส้นลองจิจูด เป็นเส้นสมมติที่วางตามแนวตั้งของโลก หรือที่เรียกว่าเส้นเมอร์ริเดียน (Meridian) วิธีที่ง่ายที่สุดในการจินตนาการภาพสำหรับเส้นลองจิจูด ให้ลองนึกถึงวงแหวนที่ตัดผ่าแบ่งครึ่งโลกวางตัวตามแนวตั้งของโลก โดยปลายด้านหนึ่งของวงแหวนนั้นวางที่ตำแหน่งขั้วโลกเหนือ และปลายอีกด้านหนึ่งวางที่ขั้วโลกใต้ เส้นลองจิจูดนั้นเป็นเส้นที่ใช้วัดพิกัดทางตัวเลขว่าเส้นลองจิจูดนั้นห่างจากเส้นเมอร์ริเดียนสำคัญ (Prime Meridian) เท่าไหร่ ซึ่งเส้นเมอร์ริเดียนสำคัญนี้เองจะเป็นเส้นที่แบ่งซีกโลกตะวันตกและตะวันออก เส้นเมอร์ริเดียนสำคัญนั้นจะเป็นเส้นที่ลากในแนวตั้งของโลกโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านเมืองกรีนวิช (Greenwich) ประเทศอังกฤษ จากขั้วโลกเหนือสู่ขั้วโลกใต้ โดยเส้นเมอร์ริเดียนสำคัญเป็นเส้นเริ่มต้นที่จะบอกพิกัดลองจิจูดในตำแหน่งต่าง ๆ พิกัดที่วางตัวอยู่บนเส้นเมอร์ริเดียนสำคัญนี้จะบอกค่าลองจิจูดเป็น 0 องศาลองจิจูด สำหรับการวัดลองจิจูดตะวันตกและตะวันออกนั้นจะอ้างอิงจากเส้นเมอร์ริเดียนสำคัญ ซึ่งจะมีเส้นลองจิจูดที่อยู่ฝั่งตะวันตกและตะวันออกของเส้นเมอร์ริเดียนสำคัญด้านละ 180 เส้น การอ่านพิกัดตำแหน่งของละจิจูดจะอ่านเป็น _xx_ องศาตะวันตก หรือ _xx_ องศาตะวันออก และจะมีเส้นลองจิจูดพิเศษอีกเส้นหนึ่ง เป็นเส้นลองจิจูดที่อยู่ที่ตำแหน่ง 180 องศาลองจิจูดพอดี เป็นเส้นลองจิจูดที่มีชื่อเรียกพิเศษอีกชื่อหนึ่งว่า เส้นแบ่งเขตวันสากล (International Date line) ซึ่งเส้นนี้จะเป็นลองจิจูดที่อยู่อีกฝั่งของโลก ตรงกันข้ามกับเส้นเมอร์ริเดียนสำคัญพอดี

รูปที่ 2.18 เส้นลองจิจูด (Longitude)
ที่มา : https://www.prosoftgps.com/upload/6155/jmbEhqgQQW.jpg

2.10 สมการที่ใช้ในการคำนวณหาทิศทางและระยะทาง

สมการคำนวณที่ใช้สำหรับการหาค่าทิศทาง ต้องคำนวณค่า X และ Y จากสมการที่ 2.1 และสมการที่ 2.2 ก่อนโดยนำค่าของละติจูดและลองจิจูดมาใช้ในการคำนวณ จากนั้นจึงคำนวณหาค่าทิศทางดังสมการที่ 2.3 และหาระยะทางของตำแหน่งที่แตกต่างกันสองตำแหน่งบนพื้นผิวทรงกลมโดยใช้สมการที่ 2.4 ในการหาระยะทาง

$$X = \cos(\varphi 1) \times \sin(\varphi 2) - \sin(\varphi 1) \times \cos(\varphi 2) \times \cos(\lambda 2 - \lambda 1) \quad (2.1)$$

$$Y = \sin(\lambda 2 - \varphi 1) \times \cos(\lambda 2) \quad (2.2)$$

$$\text{Direction} = \tan^{-1}(X, Y) \quad (2.3)$$

$$\text{Distance} = 1000 \times 6371 \times \cos^{-1}[\sin(\varphi 1) \times \sin(\varphi 2) + \cos(\varphi 1) \times \cos(\varphi 2) \times \cos(\lambda 2 - \lambda 1)] \quad (2.4)$$

เมื่อ φ_1 = ตำแหน่งละติจูดของกังหันน้ำ (หน่วยเป็นเรเดียน)
φ_2 = ตำแหน่งละติจูดของตำแหน่งที่เลือก (หน่วยเป็นเรเดียน)
λ_1 = ตำแหน่งลองจิจูดของตำแหน่งที่เลือก (หน่วยเป็นเรเดียน)
λ_2 = ตำแหน่งลองจิจูดของตำแหน่งที่เลือก (หน่วยเป็นเรเดียน)
Direction = ทิศทางที่คำนวณได้
Distance = ระยะทางที่คำนวณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินงาน

โครงการกังหันน้ำขับเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบจีพีเอส เริ่มจากการศึกษาหลักการและนำตัวควบคุมมาใช้ร่วมกับเซนเซอร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการออกแบบระบบควบคุมและการเคลื่อนที่ของกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบจีพีเอส โดยมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานดังนี้

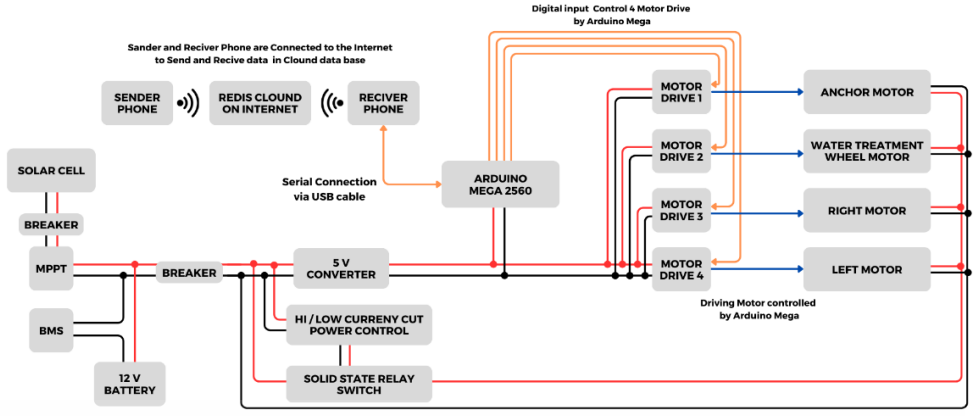
1. ขั้นตอนการออกแบบวงจรควบคุมกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ
2. ผังงานโปรแกรมควบคุมกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ
3. อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในโครงการกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ
4. ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมควบคุม

3.1 ขั้นตอนการออกแบบวงจรควบคุมกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ

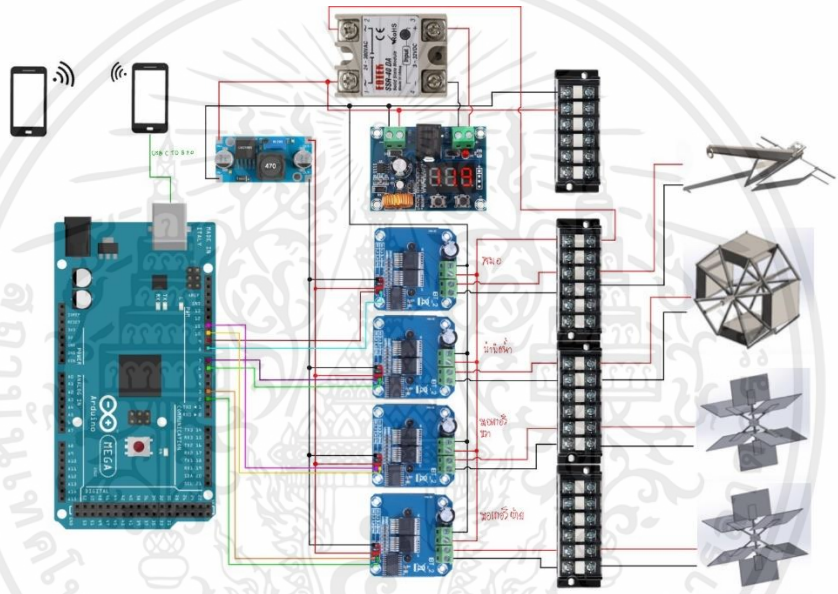
3.1.1 ขั้นตอนการออกแบบวงจรควบคุมกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ

1) ทำการออกแบบวงจรควบคุมกังหันน้ำอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.1 แล้วทำการต่อวงจรดังรูปที่ 3.2 โดยเริ่มจากตัวควบคุมอาดุยโน่เป็นตัวควบคุมหลักเชื่อมต่อกับตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ เพื่อทำการสั่งควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยโทรศัพท์เครื่องรับต่อเข้ากับบอร์ดอาดุยโน่เมกา ผ่านสาย USB C to B 2.0 ที่ USB Connector Port ในส่วนของไฟเลี้ยงวงจรจะมีทั้งไฟแรงดัน 5 โวลต์ สำหรับใช้ในวงจรควบคุม และ 12 โวลต์ ใช้สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์ โดยต่อผ่าน solid state relay และ High/Low Current Cut Power Control เพื่อตัดต่อวงจรในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าไม่เสถียรก่อนเข้าชุดมอเตอร์ ในส่วนของวงจรควบคุมจะต่อผ่าน 5 V Converter เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าให้เหลือ 5 โวลต์ก่อนนำไปใช้ในวงจร โดยต่อไฟเลี้ยงเข้ากับบอร์ด อาดุยโน่ เมกา หลังจากนั้นต่อสายสัญญาณควบคุมจากบอร์ดอาดุยโน่และไฟเลี้ยงให้กับมอเตอร์ไดร์ฟเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์
2) ทำการออกแบบวงจรชาร์จเจอร์สำหรับโซล่าเซลล์ดังรูปที่ 3.3 เพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และมอเตอร์ โดยใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 340 วัตต์ ต่อเข้ากับชาร์จเจอร์คอนโทรลเลอร์โดยผ่านเบรกเกอร์สำหรับตัดต่อวงจรการชาร์จไฟจากโซล่าเซลล์ จากนั้นต่อชุดแบตเตอรี่ลิเธียม NMC 12 โวลต์ และ BMS เข้ากับชาร์จเจอร์คอนโทรลเลอร์โดยขั้ว B- ต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ ขั้ว P- ต่อเข้ากับไฟลบของชาร์จเจอร์

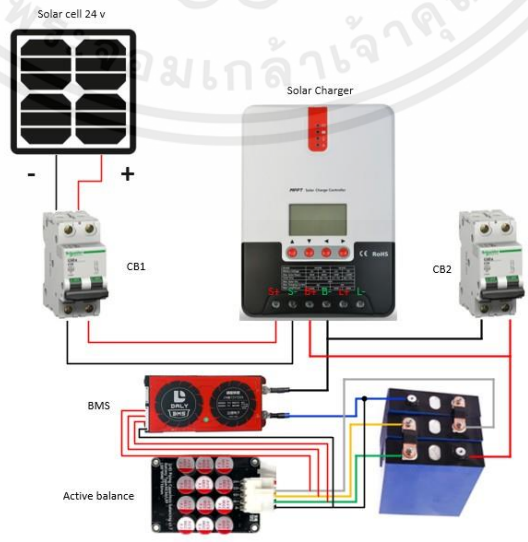
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจรควบคุมกังหันน้ำอัตโนมัติ



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมกังหันน้ำอัตโนมัติ

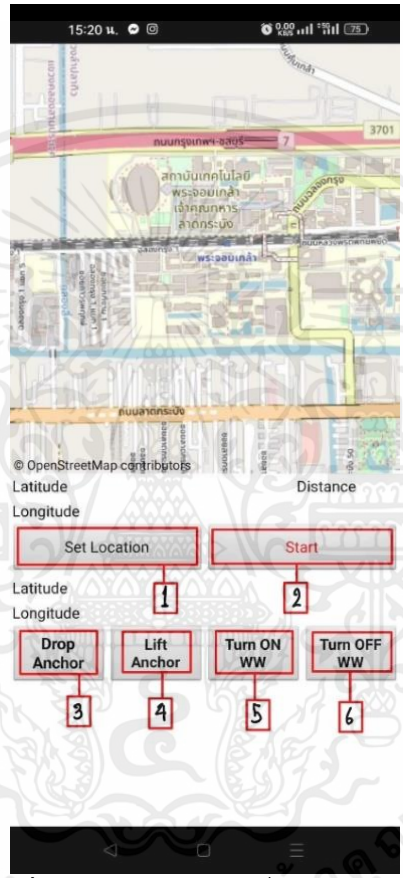


รูปที่ 3.3 วงจรชาร์จเจอร์สำหรับโซล่าเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบแอพพลิเคชั่นในการควบคุมระยะไกล

การออกแบบหน้าแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล และสั่งการเคลื่อนที่ระยะไกลโดยใช้ MIT APP INVENTOR ดังแสดงตาม รูปที่ 3.4 โดยแสดงถึงปุ่มที่ใช้ในการควบคุมการทำงานแต่ละหน้าที่ในการควบคุมกังหันน้ำเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ แสดงตามตารางที่ 3.1 และจากรูปที่ 3.5 ตารางที่ 3.2 เป็นการแสดงถึงการออกแบบหน้าแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูลแสดงถึงข้อมูล ละติจูด ลองจิจูด ระยะทางที่ได้รับจากแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล

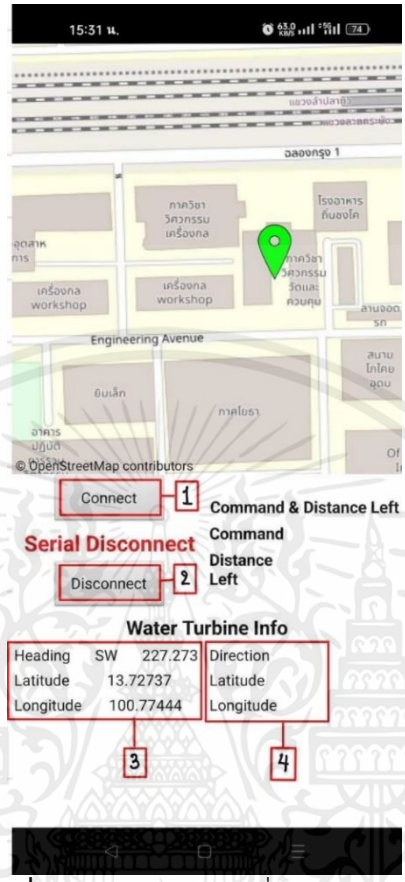


รูปที่ 3.4 หน้าแอพพลิเคชั่น ตัวส่งข้อมูล

ตารางที่ 3.1 คำอธิบายรายละเอียดปุ่มหน้าแอพพลิเคชั่น

ลำดับที่	หน้าที่
1	กำหนดจุดหมายที่เลือก
2	เริ่มการทำงาน
3	ปล่อยสมอ
4	ยกสมอ
5	เปิดการทำงานของกังหันบำบัดน้ำ
6	ปิดการทำงานของกังหันบำบัดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 หน้าแอพพลิเคชั่น ตัวรับข้อมูล

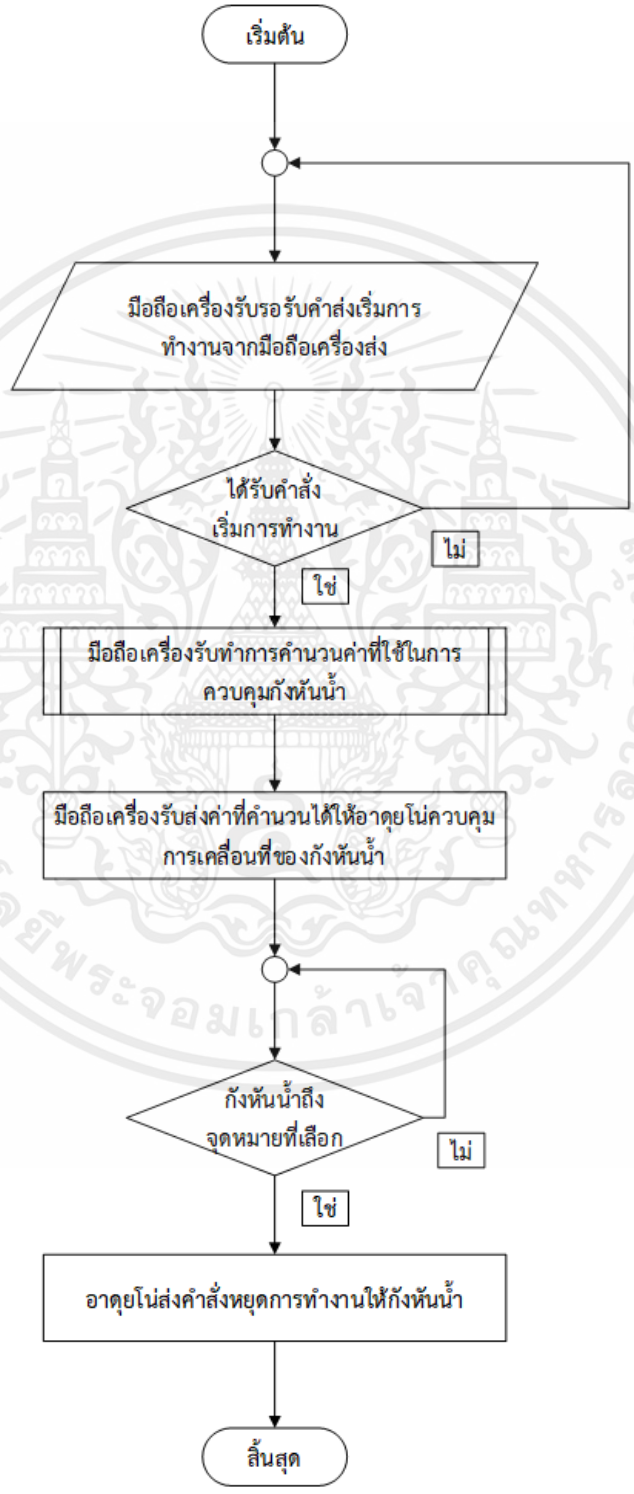
ตารางที่ 3.2 คำอธิบายรายละเอียดปุ่มหน้าแอพพลิเคชั่น ตัวรับข้อมูล

ลำดับที่	หน้าที่
1	เชื่อมต่อ
2	ตัดการเชื่อมต่อ
3	ตำแหน่งของกังหันน้ำ
4	ตำแหน่งจุดหมายปลายทางที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ผังงานโปรแกรมควบคุมกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.6 เมื่อเริ่มต้นการทำงาน มือถือเครื่องรับจะรอคำสั่งเริ่มการทำงานที่ได้รับมาจากมือถือเครื่องส่งเมื่อได้รับคำสั่งแล้วจะทำการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของกังหันน้ำให้กับอาดุยโน่ เมื่อกังหันน้ำถึงจุดหมายที่เลือกแล้วบอร์ดอาดุยโน่จึงสั่งหยุดการเคลื่อนที่ของกังหันน้ำ



รูปที่ 3.6 ผังงานโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในโครงการกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติ

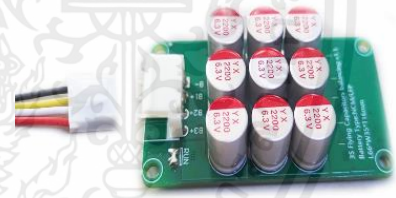
ในตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดชื่อ และรูปของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในโครงการกังหันน้ำไฟฟ้าพร้อมระบบควบคุมระยะไกล

ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

รุ่นและชนิด	รูปภาพ
บอร์ดอาดุยโน่ เมกา	
แผงโซล่าเซลล์ขนาด 340 w	
ML4830 SRNE (MPPT Control Charger)	
LM2596 dc-dc step down	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน (ต่อ)

รุ่นและชนิด	รูปภาพ
BTS7960 h-bridge dc motor drive	
BMS 3s NMC 12 Volt 100 Amp	
Active balance 3s NMC	
Smartphone	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน (ต่อ)

รุ่นและชนิด	รูปภาพ
DC Breaker	
มอเตอร์เกียร์ 12 Vdc 250 W	
ตู้กันน้ำพลาสติกฝาทึบ	
สมอเรือขนาด 3 กิโลกรัม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

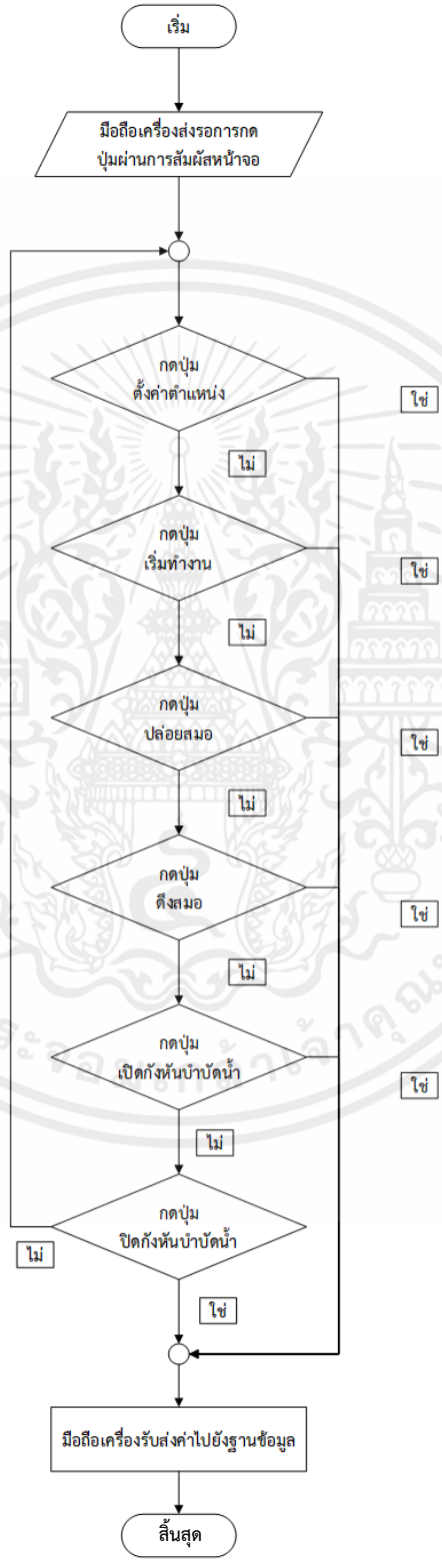
ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน (ต่อ)

รุ่นและชนิด	รูปภาพ
Lithium Battery MNC	
OT61 วงจรตัดไฟแบตเตอรี่เมื่อแบตอ่อน ใช้กับแบต 12-36V	
solid state relay ssr-40da	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเขียนโปรแกรมควบคุม

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.7 อธิบายถึงการทำงานของรูปที่ 3.4 เมื่อเริ่มต้นการทำงาน มือถือเครื่องส่งจะทำการตรวจสอบการสัมผัสหน้าจอเพื่อรับคำสั่งที่เลือก จากนั้นจึงทำการส่งค่าที่ได้รับไปยังฐานข้อมูล

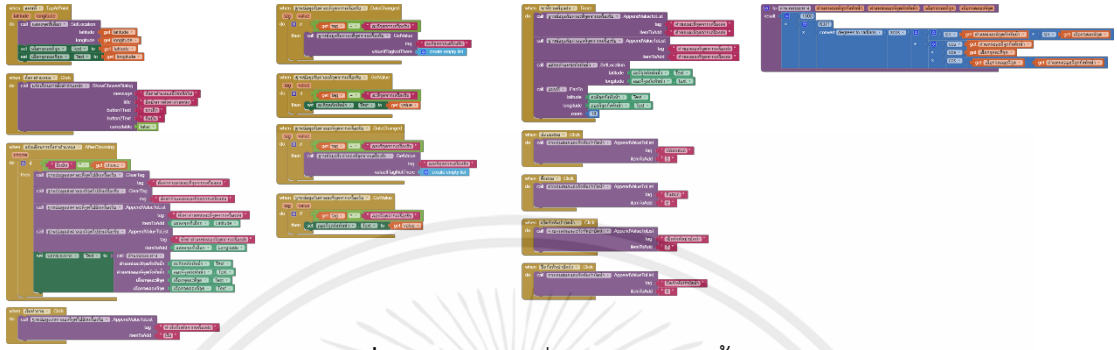


รูปที่ 3.7 ผังงานการทำงานของแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

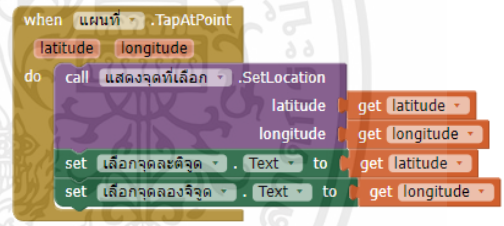
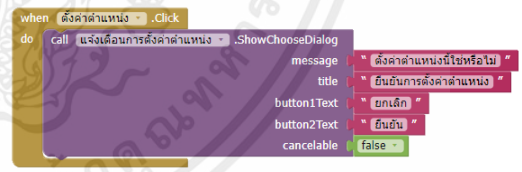
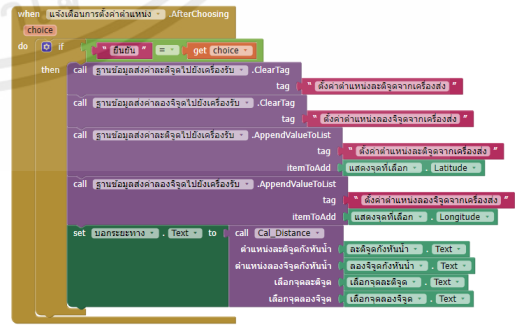
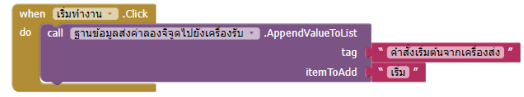
3.4.1 ผังงานการทำงานของบล็อกควบคุมในแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล

ในบล็อกในรูปที่ 3.8 จะเป็นบล็อกทั้งหมดที่ใช้ในการเขียนแอพพลิเคชั่นตัวส่ง และตารางที่ 3.4 แสดงถึง ชื่อ คำอธิบาย และรูปภาพของบล็อกที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมของแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูลในแต่ละส่วน



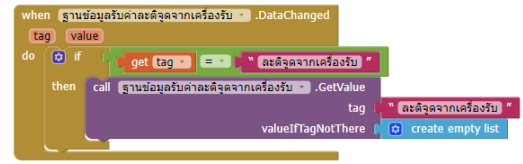
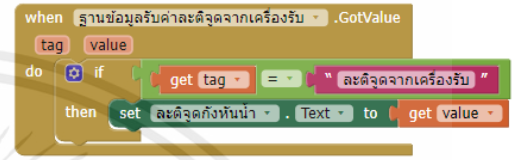
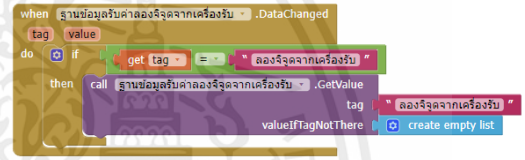
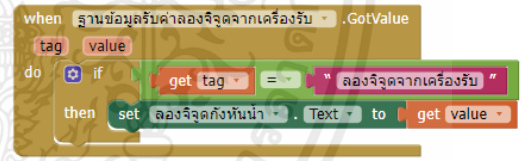
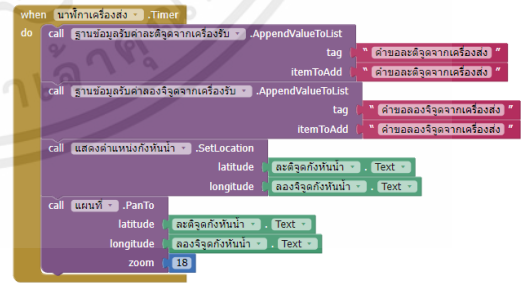
รูปที่ 3.8 บล็อกคำสั่งแอพส่งข้อมูลทั้งหมด

ตารางที่ 3.4 บล็อกและการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล

ชื่อ	คำอธิบาย	รูปภาพ
บล็อกแผนที่	แสดงถึงตำแหน่งที่เลือก	
บล็อกตั้งค่าตำแหน่ง	แสดงข้อความยืนยันการตั้งค่าตำแหน่งที่เลือก	
บล็อกแจ้งเตือนการตั้งค่าตำแหน่ง	เมื่อยืนยันตำแหน่ง ทำการส่งค่าตำแหน่งให้ฐานข้อมูล	
บล็อกเริ่มทำงาน	ส่งคำสั่งเริ่มทำงาน	

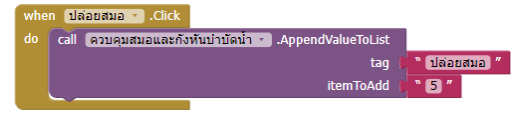
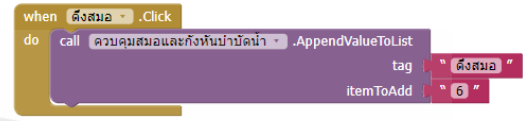
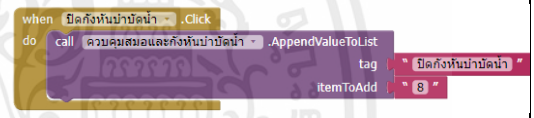
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 บล็อกและการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล (ต่อ)

ชื่อ	คำอธิบาย	รูปภาพ
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ	เมื่อค่าภายในเปลี่ยนแปลงให้ตรวจสอบและสร้างแท็ก ละติจูดจากเครื่องรับ	
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ	เมื่อแท็กเท่ากับ ละติจูดจากเครื่องรับ ให้ตั้งค่าตัวอักษรตามค่าภายใน	
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องรับ	เมื่อค่าภายในเปลี่ยนแปลงให้ตรวจสอบและสร้างแท็ก ลองจิจูดจากเครื่องรับ	
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องรับ	เมื่อแท็กเท่ากับ ลองจิจูด จากเครื่องรับ ให้ตั้งค่าตัวอักษรตามค่าภายใน	
บล็อกนาฬิกาเครื่องส่ง	เมื่อจับเวลาครบตามกำหนดให้ส่งและรับค่าแก่มือถือเครื่องรับแล้วแสดงบนแผนที่	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

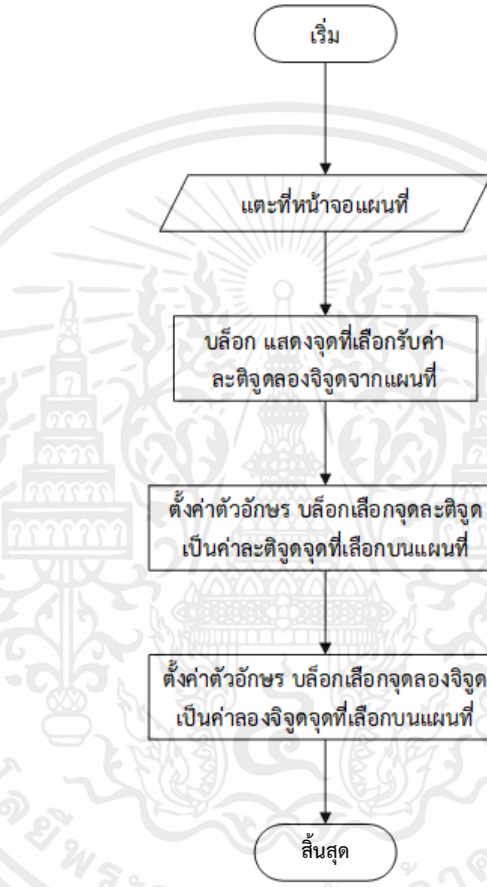
ตารางที่ 3.4 บล็อกและการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล (ต่อ)

ชื่อ	คำอธิบาย	รูปภาพ
บล็อกปล่อยสมอ	ส่งค่า 5 ให้ฐานข้อมูล แท็กเท่ากับ ปล่อยสมอ	
บล็อกดึงสมอ	ส่งค่า 6 ให้ฐานข้อมูล แท็กเท่ากับ ดึงสมอ	
บล็อกเปิดกังหันบำบัดน้ำ	ส่งค่า 7 ให้ฐานข้อมูล แท็กเท่ากับ เปิดกังหันบำบัดน้ำ	
บล็อกปิดกังหันบำบัดน้ำ	ส่งค่า 8 ให้ฐานข้อมูล แท็กเท่ากับ ปิดกังหันบำบัดน้ำ	
บล็อกคำนวณระยะทาง	สร้างค่าตัวแปรแล้วแทนค่าตัวแปรจากค่าที่ได้จากแอพพลิเคชั่น	

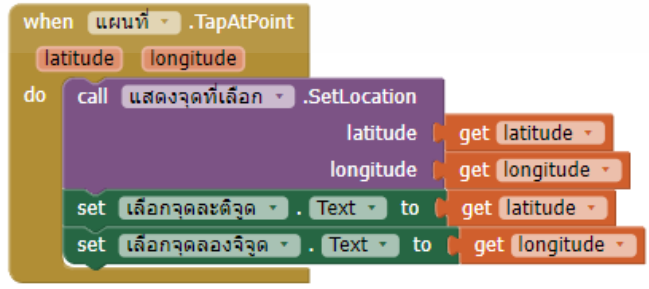
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 รูปบล็อกและผังงานการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล

การเขียนบล็อกควบคุมการทำงานของคำสั่งในแอพพลิเคชั่นตัวส่งข้อมูล และผังงานการทำงานของบล็อกควบคุม ในรูปที่ 3.9 เป็นผังการทำงานของรูปที่ 3.10 เมื่อทำการสัมผัสหน้าจอบนจุดที่ต้องการบนแผนที่ของแอพพลิเคชั่น บล็อกแสดงจุดที่เลือกรับค่าบนแผนที่แล้วจึงนำมาใช้ในการตั้งค่าตัวหนังสือแสดงค่าละติจูดและลองจิจูด



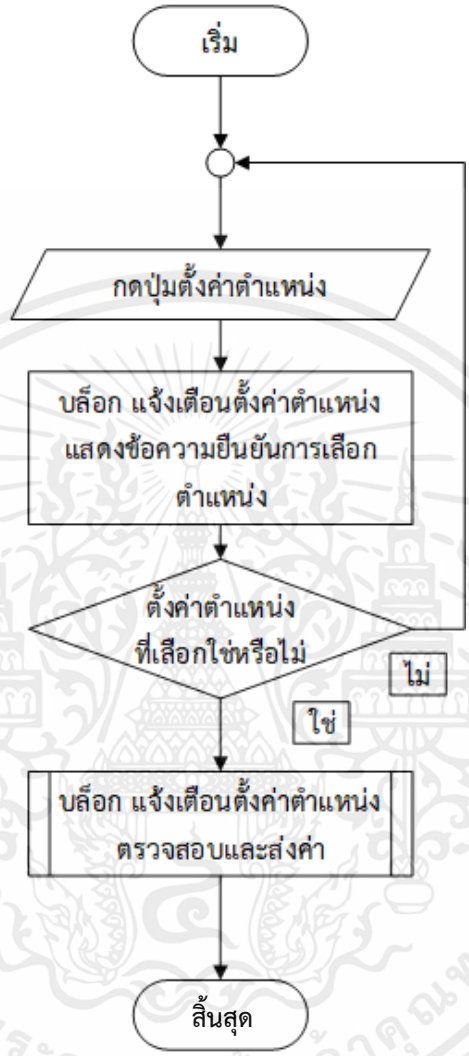
รูปที่ 3.9 ผังงานการทำงานของบล็อกแผนที่



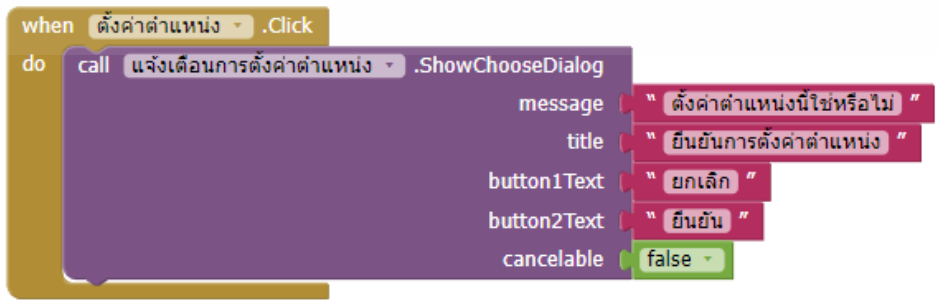
รูปที่ 3.10 บล็อกแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.11 เป็นการอธิบายการทำงานของบล็อคควบคุมรูปที่ 3.12 เมื่อกดปุ่มตั้งค่าตำแหน่ง จะมีการแสดงข้อความยืนยันการตั้งค่าตำแหน่งจุดหมายที่ได้เลือกไว้หากกดตัวเลือกยืนยันจะตรวจสอบ และส่งค่าให้ฐานข้อมูล



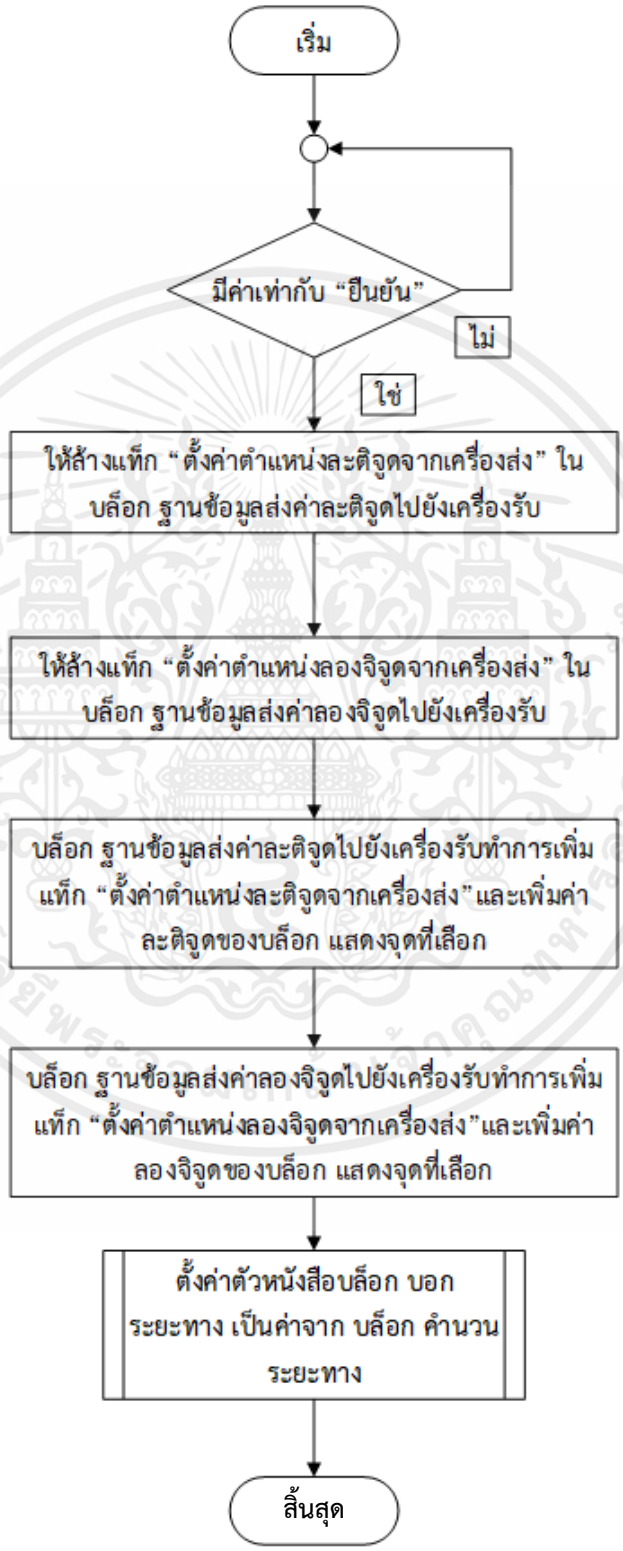
รูปที่ 3.11 ผังงานการทำงานของบล็อกตั้งค่าตำแหน่ง



รูปที่ 3.12 บล็อกตั้งค่าตำแหน่ง

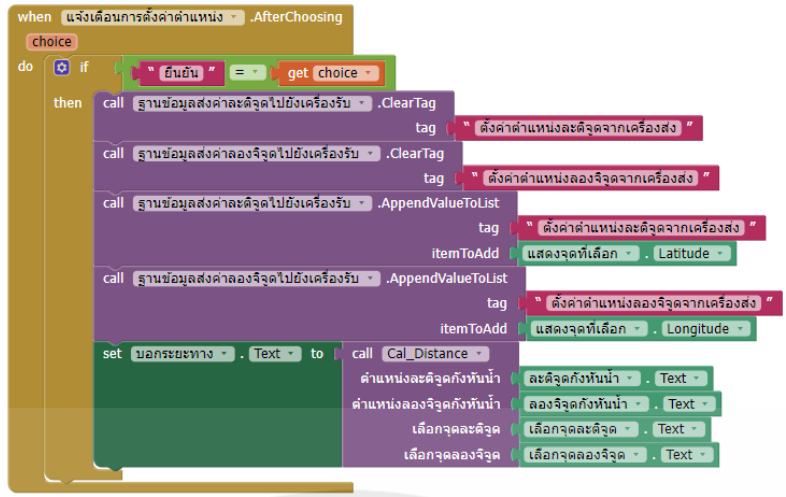
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.13 เมื่อบล็อกแจ้งเตือนตำแหน่งตรวจสอบค่าที่ได้เท่ากับ “ยืนยัน” จะทำการล้างแท็กตำแหน่งก่อนหน้า แล้วจึงทำการส่งค่าตำแหน่งล่าสุดที่ได้เลือกไว้ให้กับฐานข้อมูลพร้อมคำนวณและบอกระยะทางนำมาสร้างบล็อกควบคุมดังรูป 3.14



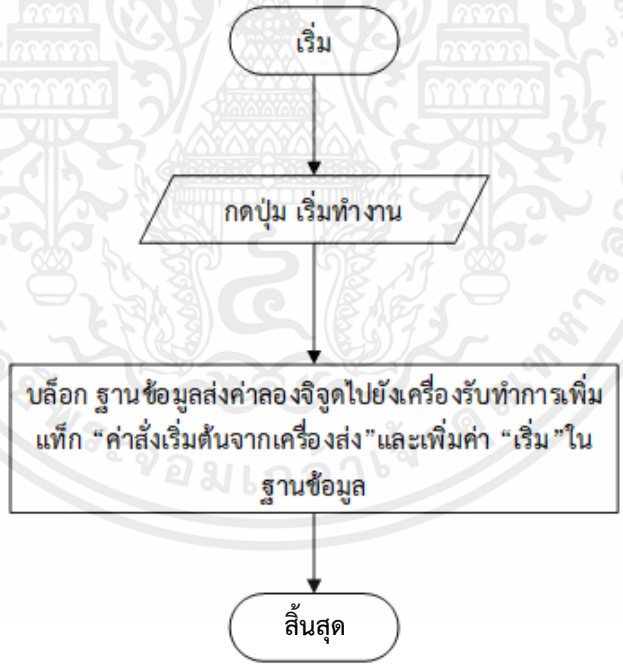
รูปที่ 3.13 ผังงานการทำงานของบล็อกแจ้งเตือนการตั้งค่าตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

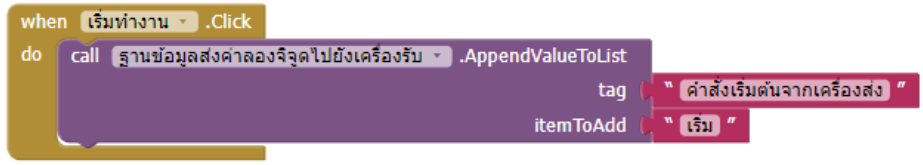


รูปที่ 3.14 บล็อกแจ้งเตือนการตั้งค่าตำแหน่ง

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.15 เมื่อกดปุ่มเริ่มทำงานบนแอพพลิเคชั่นบล็อกฐานข้อมูลจะส่งค่าลองจิจูดไปยังมือถือเครื่องรับเพื่อทำการสร้างแท็กเพิ่มค่าคำสั่งจากมือถือเครื่องส่งสำหรับการสร้างบล็อกควบคุมดังรูปที่ 3.16



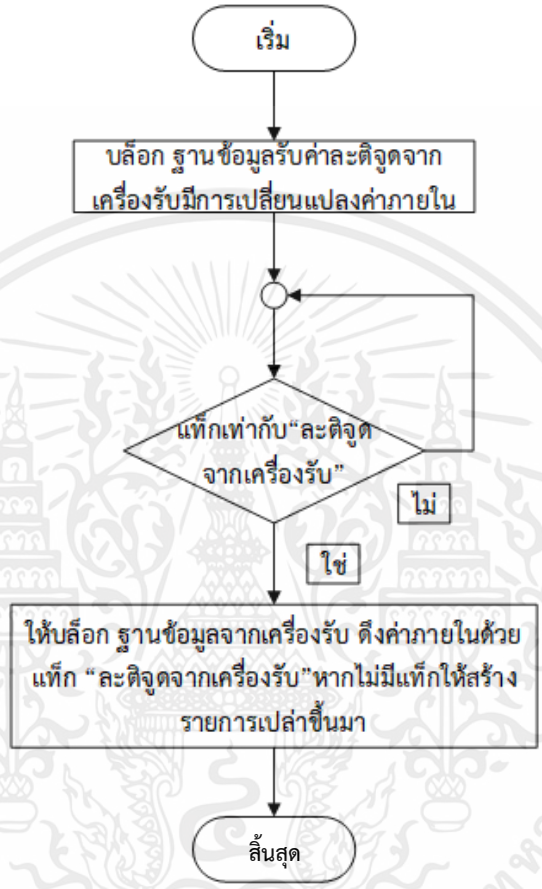
รูปที่ 3.15 ผังงานการทำงานของบล็อกเริ่มทำงาน



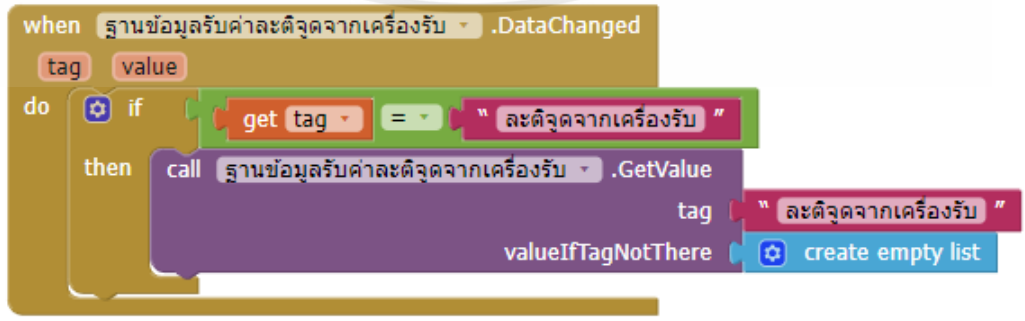
รูปที่ 3.16 บล็อกเริ่มทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.17 เมื่อบล็อกฐานข้อมูลค่าละติจูดของมือถือเครื่องรับมีการเปลี่ยนแปลงค่าภายใน แอพพลิเคชั่นจะทำการรับและตรวจสอบค่าที่ได้ว่ามีแท็กเท่ากับละติจูดจากเครื่องรับหรือไม่ หากแท็กที่ได้รับถูกต้องจะทำการดึงค่าภายในจากฐานข้อมูลมาใช้งานใช้ในการเขียนบล็อกรูปที่ 3.18



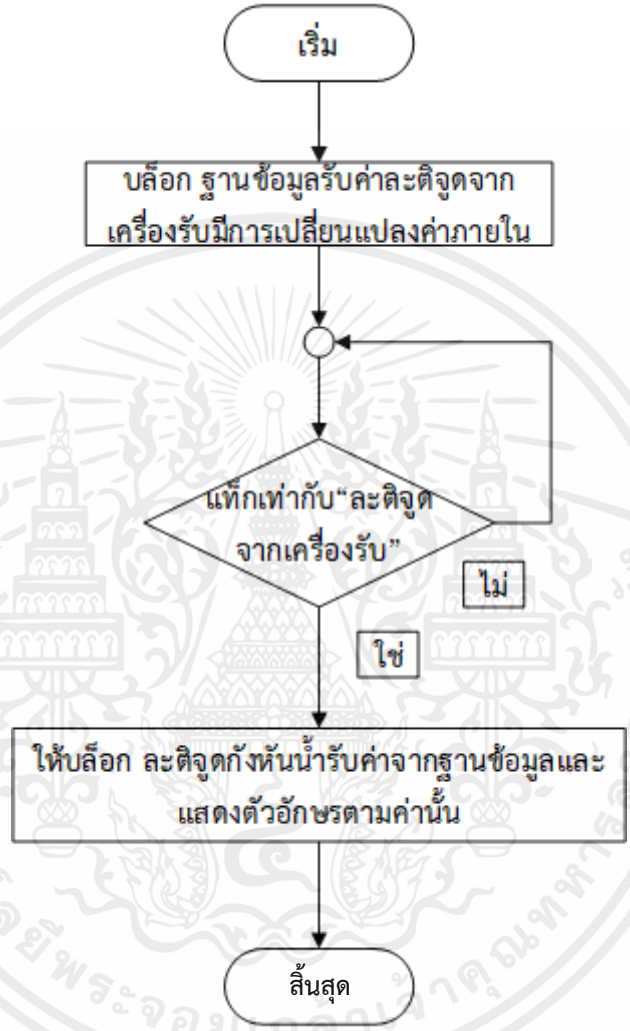
รูปที่ 3.17 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ



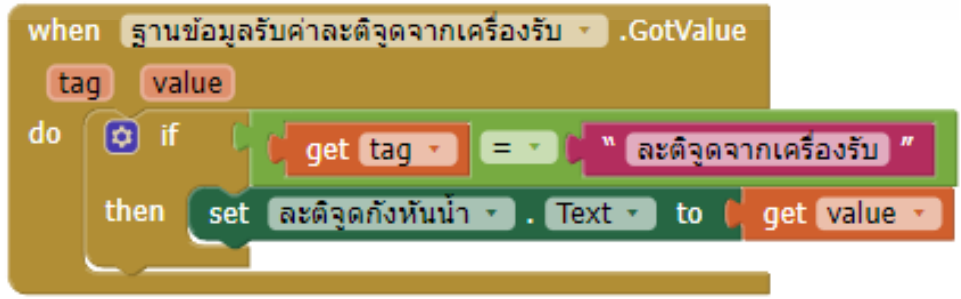
รูปที่ 3.18 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.19 เมื่อบล็อกฐานข้อมูลค่าละติจูดของมือถือเครื่องรับมีการเปลี่ยนแปลงค่าภายใน แอพพลิเคชั่นจะทำการรับและตรวจสอบค่าที่ได้ว่ามีแท็กเท่ากับละติจูดจากเครื่องรับหรือไม่ หากแท็กที่ได้รับถูกต้องจะทำการแสดงค่าตัวอักษรตามค่าที่ได้รับแล้วเขียนบล็อกตามรูปที่ 3.20



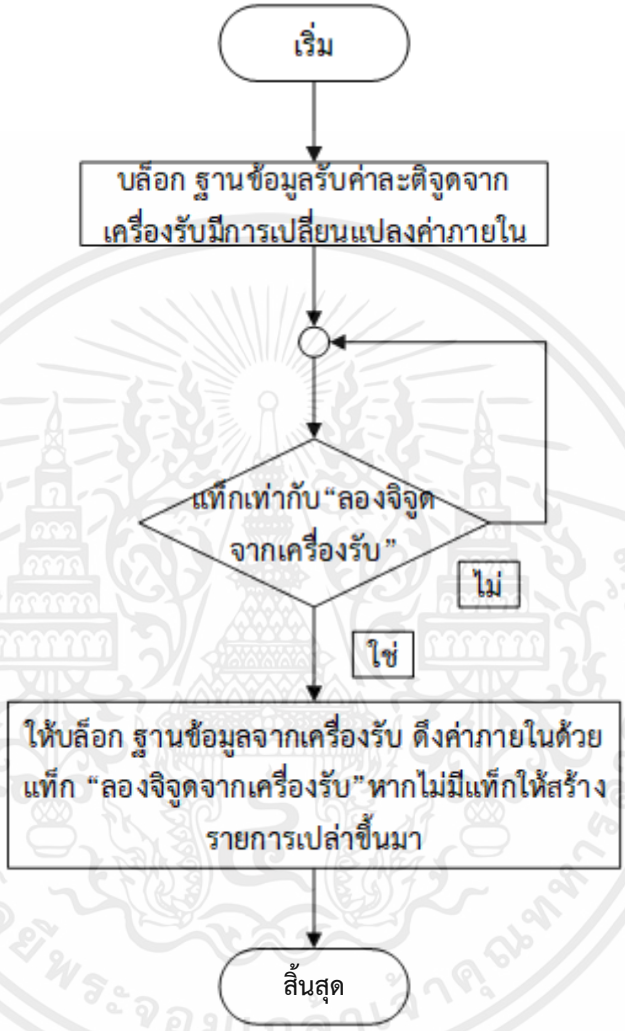
รูปที่ 3.19 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ



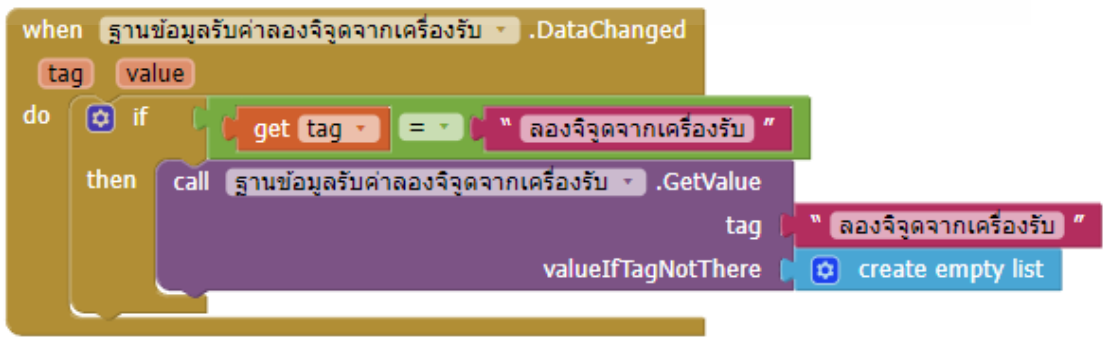
รูปที่ 3.20 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.21 ของบล็อกควบคุมจากรูปที่ 3.22 เมื่อบล็อกฐานข้อมูลค่าลองจิจูดของมือถือเครื่องรับมีการเปลี่ยนแปลงค่าภายในแอพพลิเคชั่นจะทำการรับ และตรวจสอบค่าที่ได้ว่ามีแท็กเท่ากับลองจิจูดจากเครื่องรับหรือไม่หากแท็กที่ได้รับถูกต้องจะทำการดึงค่าภายในจากฐานข้อมูลมาใช้งาน



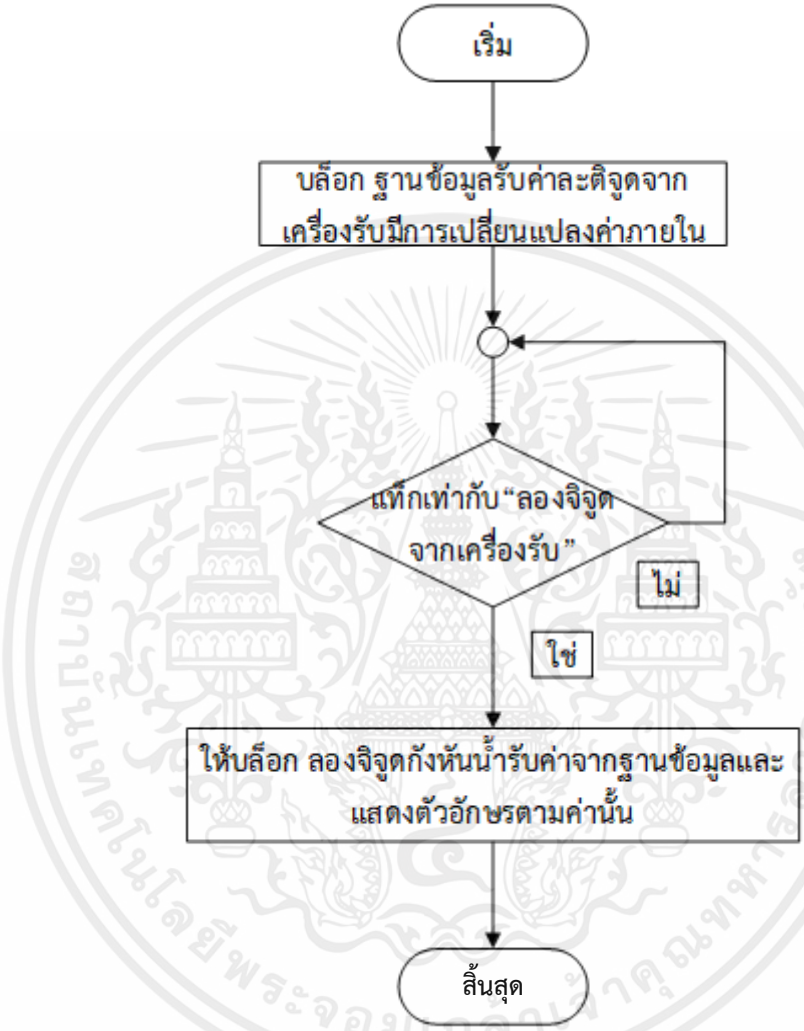
รูปที่ 3.21 ผังงานการทำงานเมื่อได้รับค่าของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ



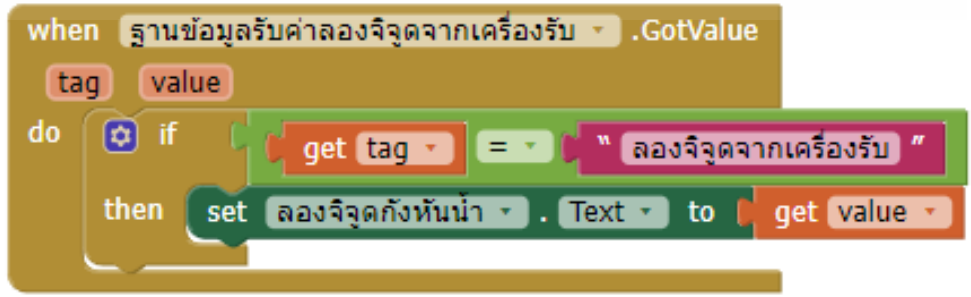
รูปที่ 3.22 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.23 เมื่อบล็อกฐานข้อมูลค่าลองจิจูดของมือถือเครื่องรับมีการเปลี่ยนแปลงค่าภายในแอพพลิเคชั่นจะทำการรับ และตรวจสอบค่าที่ได้ว่ามีแท็กเท่ากับลองจิจูดจากเครื่องรับหรือไม่หากแท็กที่ได้รับถูกต้องจะทำการแสดงค่าตัวอักษรตามค่าที่ได้รับ แล้วทำการเขียนบล็อกควบคุมรูปที่ 3.24



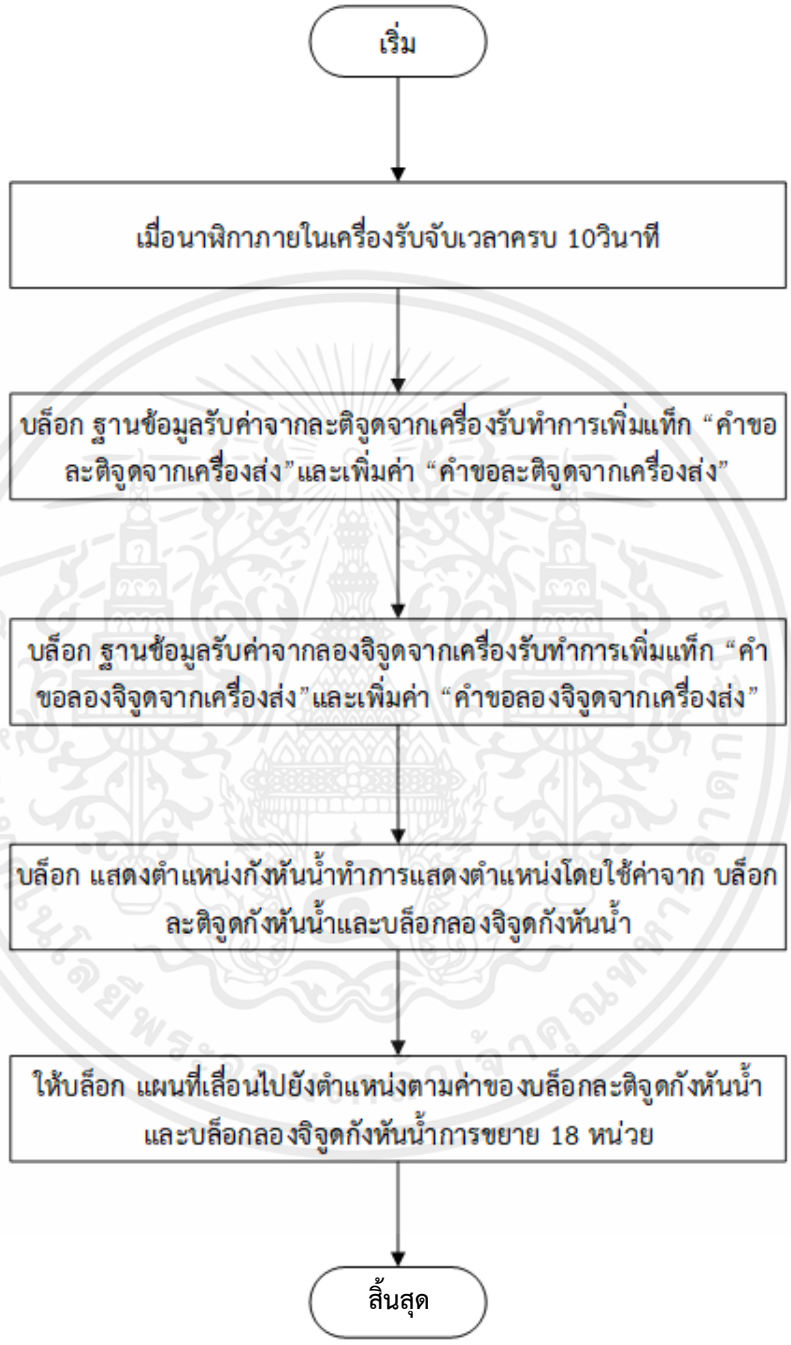
รูปที่ 3.23 ผังงานการทำงานเมื่อได้รับค่าของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องรับ



รูปที่ 3.24 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องรับ

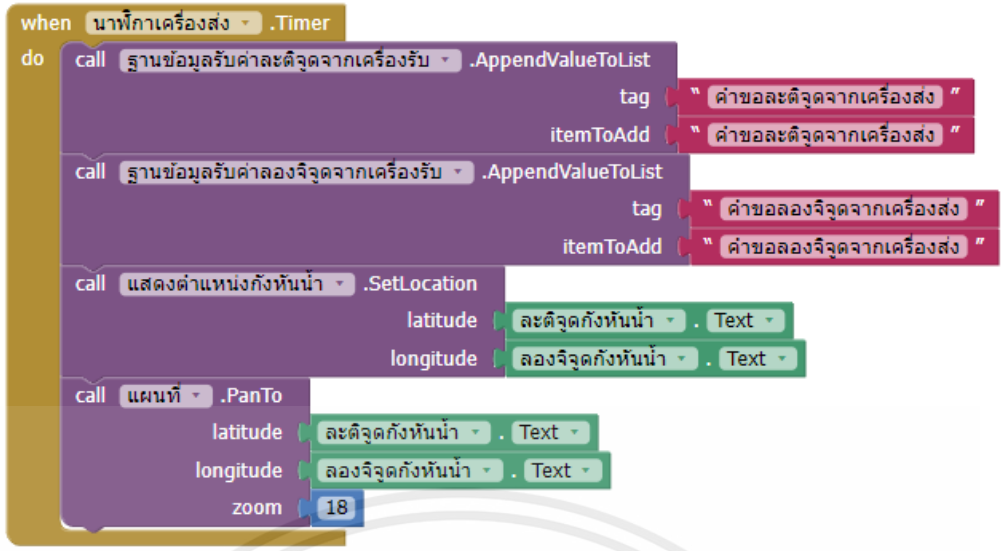
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.25 เมื่อนาฬิกาของมือถือเครื่องรับเริ่มจับเวลาการทำงานครบ 10 วินาที จะสั่งให้บล็อกฐานข้อมูลละติจูดและลองจิจูดเพิ่มแท็ก จากนั้นรับค่าตำแหน่งของกังหันน้ำแล้วแสดงบนแผนที่โดยมีกำลังขยาย 18 หน่วยเขียนได้บล็อกควบคุมดังรูปที่ 3.26



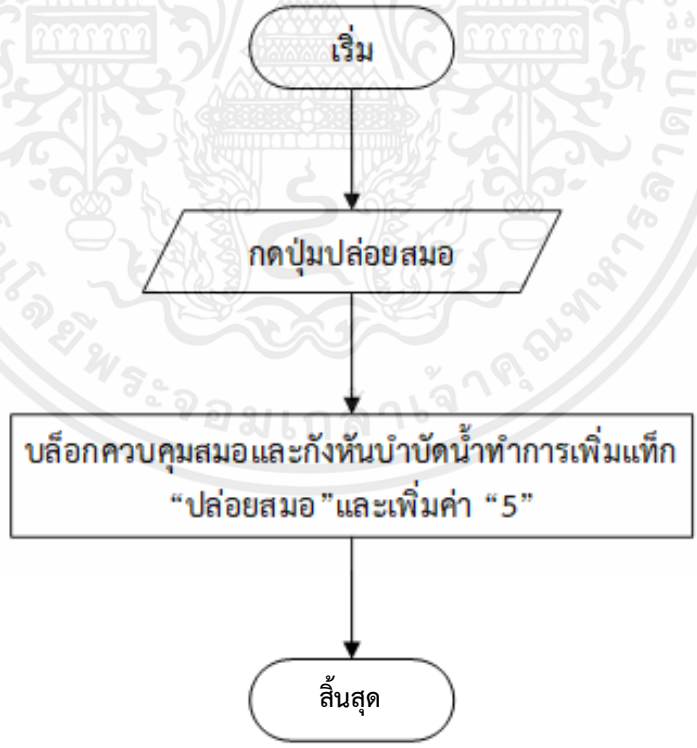
รูปที่ 3.25 ผังงานการทำงานของบล็อกนาฬิกาเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



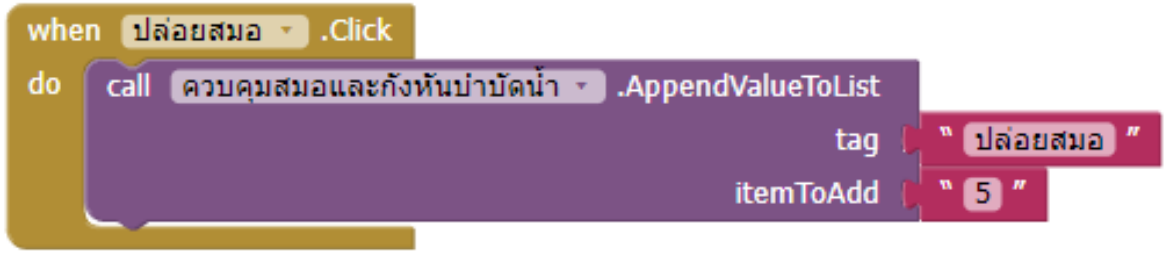
รูปที่ 3.26 บล็อกนาฬิกาเครื่องส่ง

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.27 เมื่อกดปุ่มปล่อยสมอ บล็อกควบคุมสมอและกังหันบำบัดน้ำทำการเพิ่มแท็กและส่งค่าให้ฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการควบคุมการปล่อยสมอเขียนบล็อกควบคุมดังรูปที่ 3.28



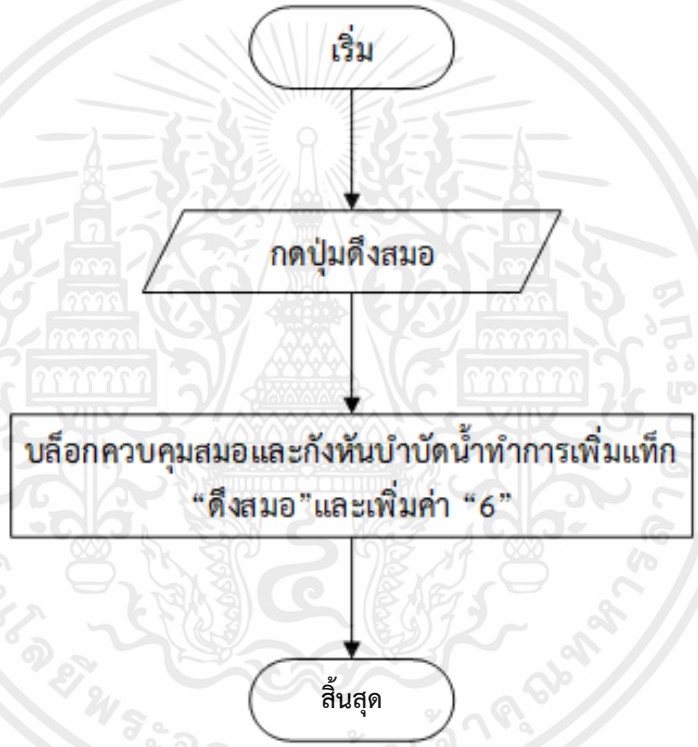
รูปที่ 3.27 ผังงานการทำงานของบล็อกปล่อยสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

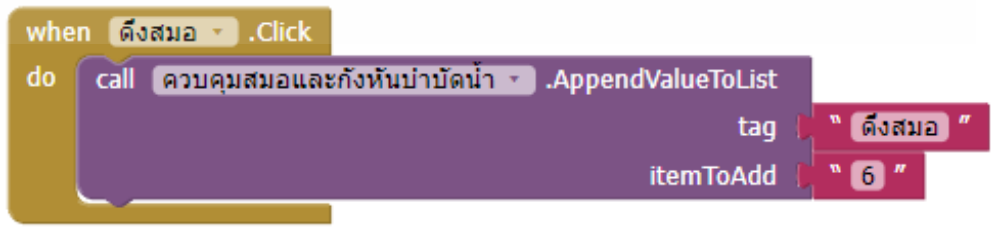


รูปที่ 3.28 บล็อกปล่อยสมอ

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.29 เมื่อกดปุ่มดึงสมอ บล็อกควบคุมสมอและกังหันบำบัดน้ำทำการเพิ่มแท็กและส่งค่าให้ฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการควบคุมการดึงสมอเขียนบล็อกควบคุมดังรูปที่ 3.30



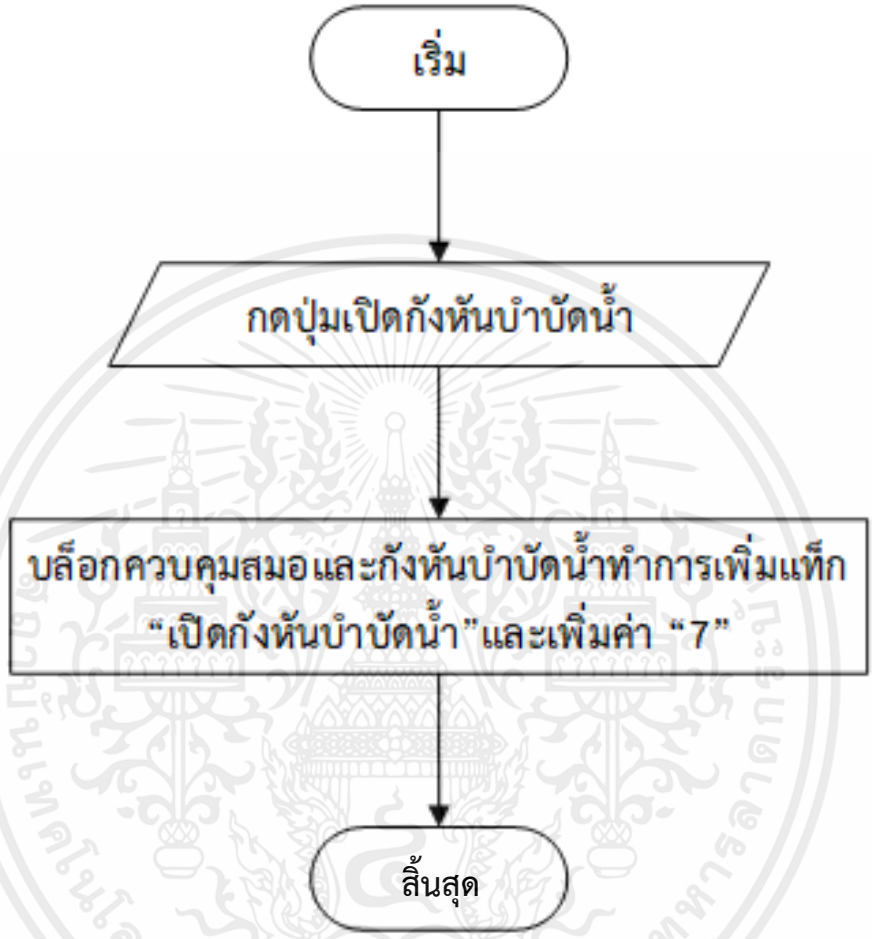
รูปที่ 3.29 ผังงานการทำงานของบล็อกดึงสมอ



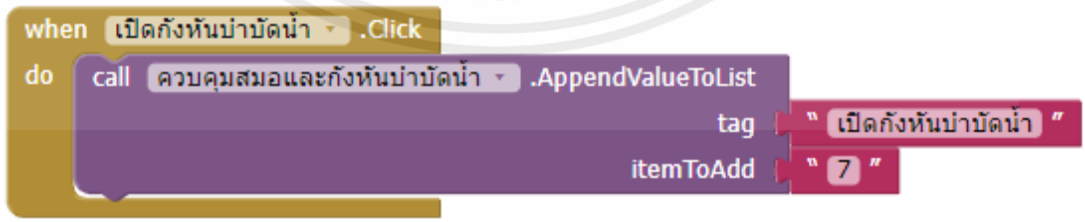
รูปที่ 3.30 บล็อกดึงสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.31 เมื่อกดปุ่มเปิดกังหันบำบัดน้ำ บล็อกควบคุมสมอและกังหันบำบัดน้ำทำการเพิ่มแท็กและส่งค่าให้ฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการควบคุมกังหันบำบัดน้ำสามารถเขียนบล็อกได้ดังรูปที่ 3.32



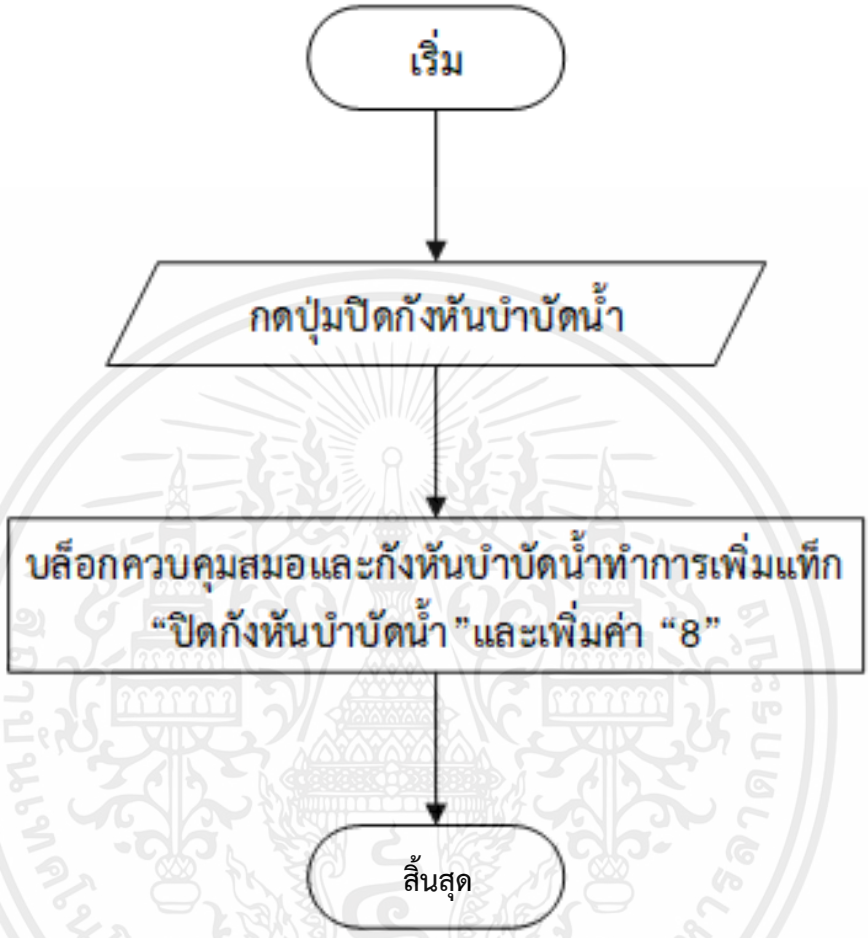
รูปที่ 3.31 ผังงานการทำงานของบล็อกเปิดกังหันบำบัดน้ำ



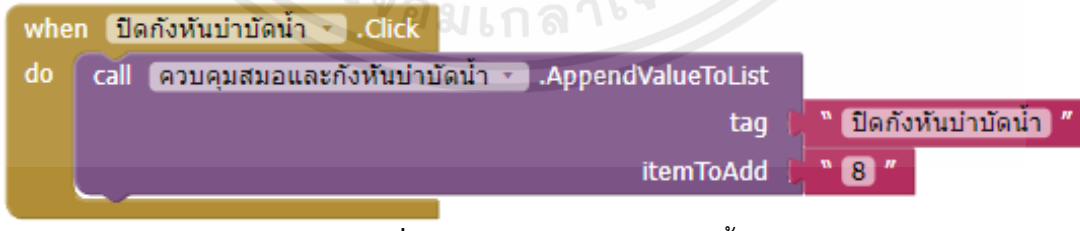
รูปที่ 3.32 บล็อกเปิดกังหันบำบัดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.33 เมื่อกดปุ่มปิดกังหันบำบัดน้ำ บล็อกควบคุมสมอและกังหันบำบัดน้ำทำการเพิ่มแท็กและส่งค่าให้ฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการควบคุมกังหันบำบัดน้ำสามารถเขียนบล็อกได้ดังรูปที่ 3.34



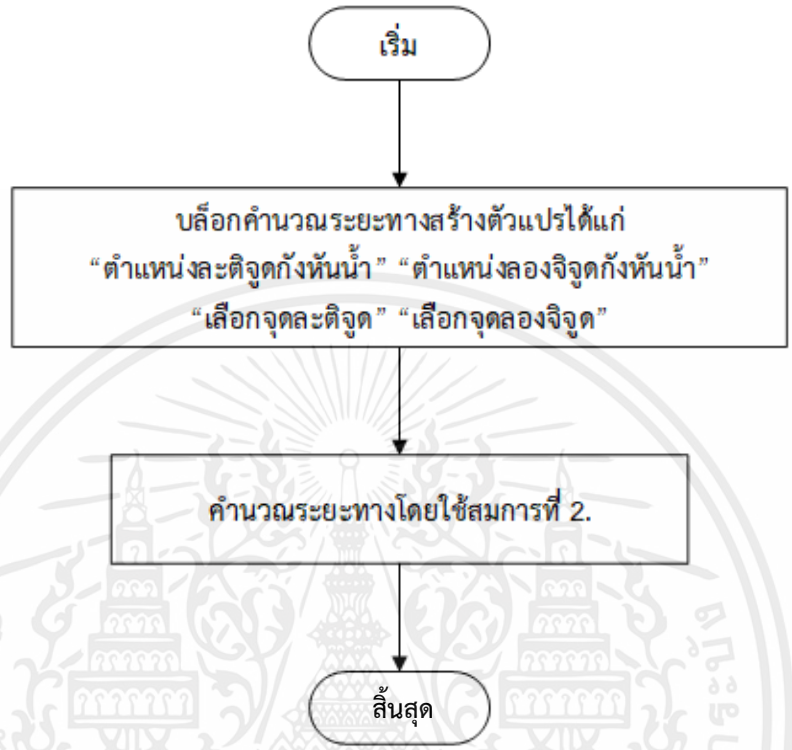
รูปที่ 3.33 ผังงานการทำงานของบล็อกปิดกังหันบำบัดน้ำ



รูปที่ 3.34 บล็อกปิดกังหันบำบัดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.35 เมื่อได้รับคำสั่งให้คำนวณระยะทางจากแอพพลิเคชั่น บล็อกจะสร้างตัวแปรที่ต้องใช้รับค่าจากแอพพลิเคชั่น แล้วจึงคำนวณระยะทางในการเดินทางโดยใช้สมการที่ 1.1 จากนั้นนำมาเขียนดังรูปที่ 3.36



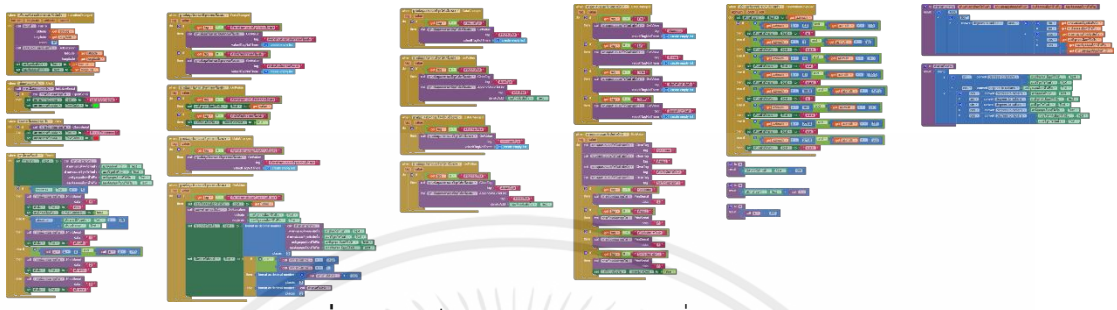
รูปที่ 3.35 ผังงานการทำงานของบล็อกคำนวณระยะทาง

รูปที่ 3.36 บล็อกคำนวณระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

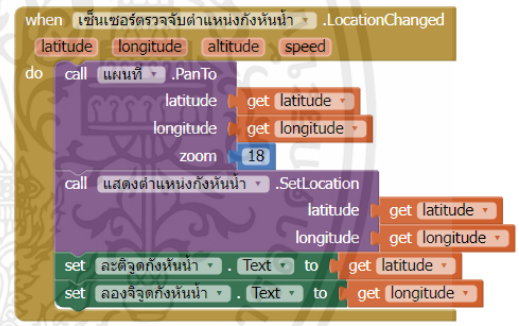
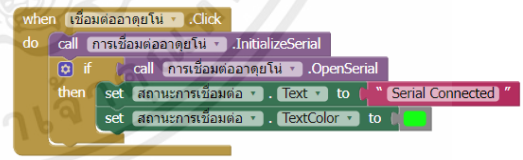
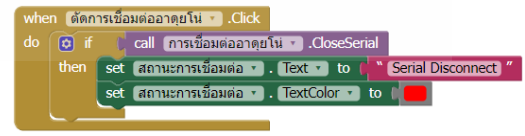
3.4.3 ผังงานการทำงานของบล็อกควบคุมในแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล

จากรูปที่ 3.37 แสดงถึงบล็อกควบคุมทั้งหมดของแอพพลิเคชั่นตัวรับ ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่และการทำงานของกังหันน้ำ ในตารางที่ 3.5 แสดงถึง ชื่อ คำอธิบาย และรูปภาพของบล็อกที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมในแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล



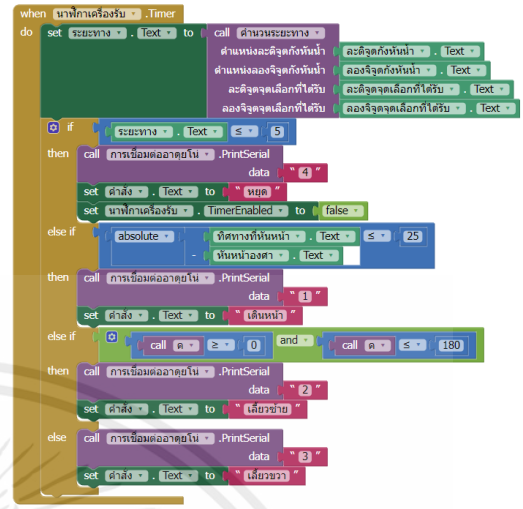
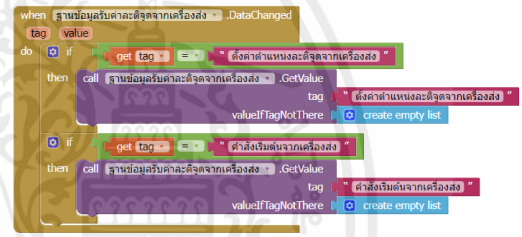
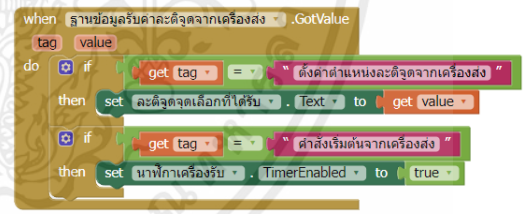
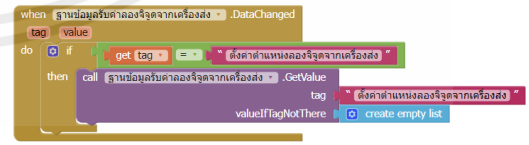
รูปที่ 3.37 บล็อกควบคุมแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล

ตารางที่ 3.5 บล็อกและการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล

ชื่อ	คำอธิบาย	รูปภาพ
บล็อกเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งกังหันน้ำ	เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ตะทำการแสดงค่าตำแหน่งใหม่	
บล็อกเชื่อมต่ออาดุยโน่	ทำการเชื่อมต่อบอร์ดอาดุยโน่	
บล็อกตัดการเชื่อมต่ออาดุยโน่	ทำการตัดเชื่อมต่อบอร์ดอาดุยโน่	

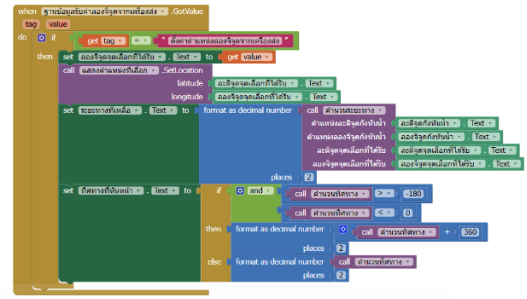
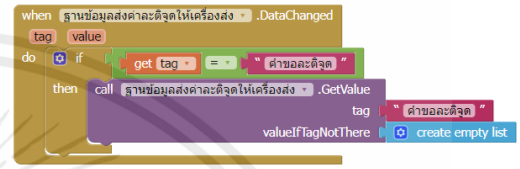
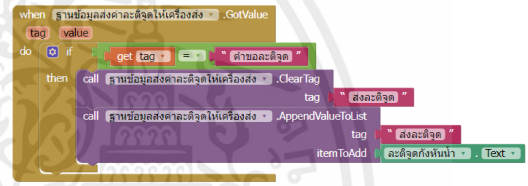
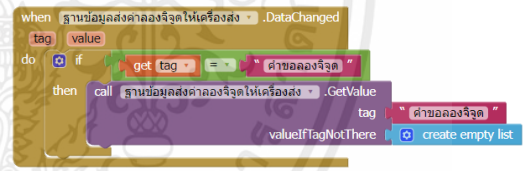
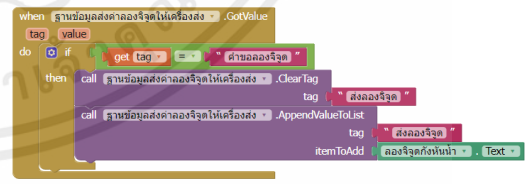
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 บล็อกและการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล (ต่อ)

ชื่อ	คำอธิบาย	รูปภาพ
บล็อกนาฬิกาเครื่องรับ	เมื่อนาฬิกาเริ่มทำงาน จะทำสั่งคำสั่งควบคุมกังหันน้ำไปยังจุดหมาย	
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง	เมื่อค่าภายในเปลี่ยนแปลงให้ตรวจสอบและสร้างแท็กได้แก่ ตั้งค่าตำแหน่งละติจูด หรือคำสั่งเริ่มต้น	
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง	เมื่อแท็กมีค่าเท่ากับ ตั้งค่าตำแหน่ง หรือ คำสั่งเริ่มต้น ให้ตั้งค่าตัวอักษรตามค่าภายใน	
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง	เมื่อค่าภายในเปลี่ยนแปลงให้ตรวจสอบและสร้างแท็ก ตั้งค่าตำแหน่งลองจิจูด	

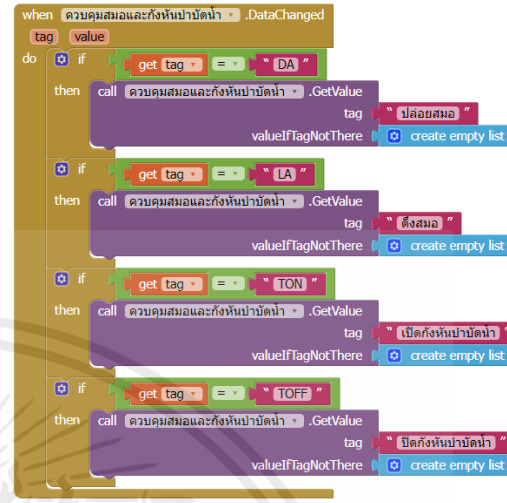
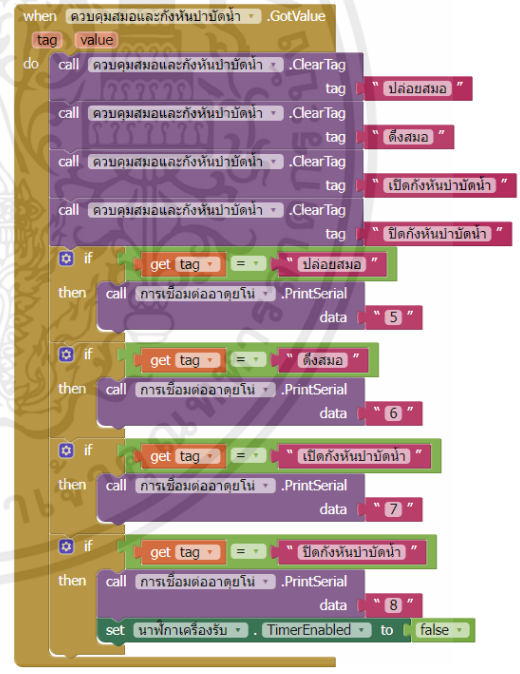
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 บล็อกและการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล (ต่อ)

ชื่อ	คำอธิบาย	รูปภาพ
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง	เมื่อแท็กมีค่าเท่ากับ ตั้งค่าตำแหน่งลองจิจูด ให้แสดงตำแหน่งที่เลือก คำนวณระยะทาง คำนวณมุมทิศที่หันหน้า	
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง	เมื่อค่าภายในเปลี่ยนแปลงให้ตรวจสอบและสร้างแท็ก คำขอละติจูด	
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง	เมื่อแท็กมีค่าเท่ากับ คำขอละติจูด ให้ทำการล้างแท็กเก่า แล้วสร้างแท็กส่งละติจูดใหม่แนบค่าละติจูดกังหันน้ำ	
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง	เมื่อค่าภายในเปลี่ยนแปลงให้ตรวจสอบและสร้างแท็ก คำขอลองจิจูด	
บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง	เมื่อแท็กมีค่าเท่ากับ คำขอละติจูด ให้ทำการล้างแท็กเก่า แล้วสร้างแท็กส่งลองจิจูดใหม่แนบค่าละติจูดกังหันน้ำ	

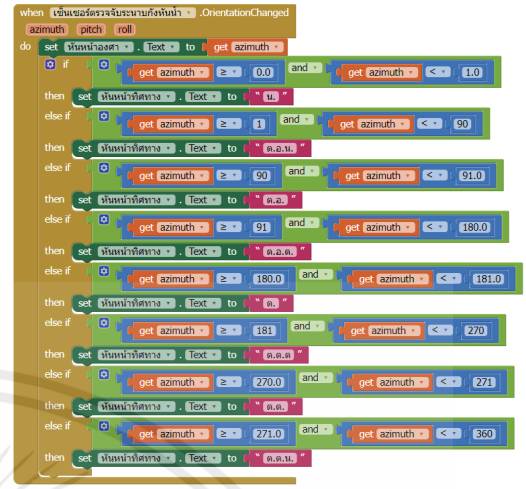
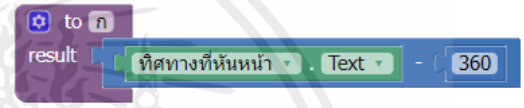
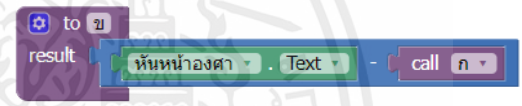
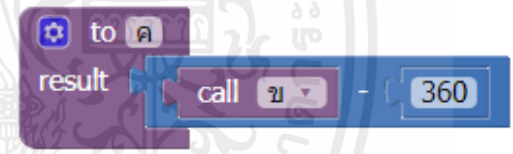
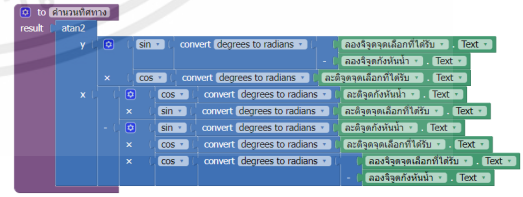
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 บล็อกและการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล (ต่อ)

ชื่อ	คำอธิบาย	รูปภาพ
บล็อกฐานข้อมูล ควบคุมสมอและกังหันน้ำ	เมื่อค่าภายในเปลี่ยนแปลงให้ตรวจสอบและสร้างแท็ก ตามคำสั่งที่ได้รับ	
บล็อกฐานข้อมูล ควบคุมสมอและกังหันน้ำ	เมื่อแท็กมีค่าเท่ากับคำสั่งใด ให้ทำการล้างแท็กเก่าทั้งหมด แล้วจึงสร้างแท็กใหม่ตามคำสั่งที่ได้รับ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 บล็อกและการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล (ต่อ)

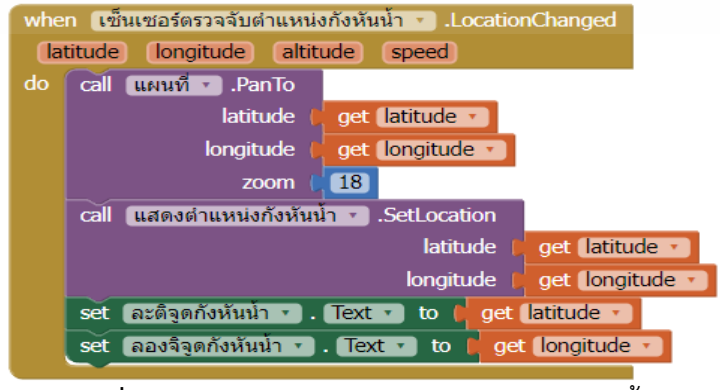
ชื่อ	คำอธิบาย	รูปภาพ
บล็อกเซ็นเซอร์ตรวจจับระนาบกังหันน้ำ	ทำการตรวจสอบมุมทิศที่กำลังหันหน้า แล้วทำการแปลงค่ามุม เป็นทิศที่สามารถอ่านได้ง่าย	
บล็อก ก	นำค่าทิศทางที่หันหน้าลบ 360	
บล็อก ข	นำค่าหันหน้าองศาลบค่าจากบล็อก ก	
บล็อก ค	นำค่าจากบล็อก ข ลบกับค่า 360	
บล็อกคำนวณระยะทาง	สร้างตัวแปร และแทนค่าตัวแปรที่ได้จากแอพพลิเคชั่นในการคำนวณระยะทาง	
บล็อกคำนวณทิศทางทาง	สร้างตัวแปร และแทนค่าตัวแปรที่ได้จากแอพพลิเคชั่นในการคำนวณทิศทาง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 รูปบล็อกและผังงานการทำงานของบล็อกแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล

การเขียนบล็อกควบคุมการทำงานของคำสั่งในแอพพลิเคชั่นตัวรับข้อมูล และผังงานการทำงานของบล็อกควบคุม ผังการทำงานจากรูปที่ 3.38 เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งของกังหันน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งแอพพลิเคชั่นจะแสดงค่าละติจูด ค่าลองจิจูด พร้อมเลื่อนหน้าจอไปยังตำแหน่งของกังหันน้ำโดยอัตโนมัติ เขียนบล็อกควบคุมได้ดังรูปที่ 3.39

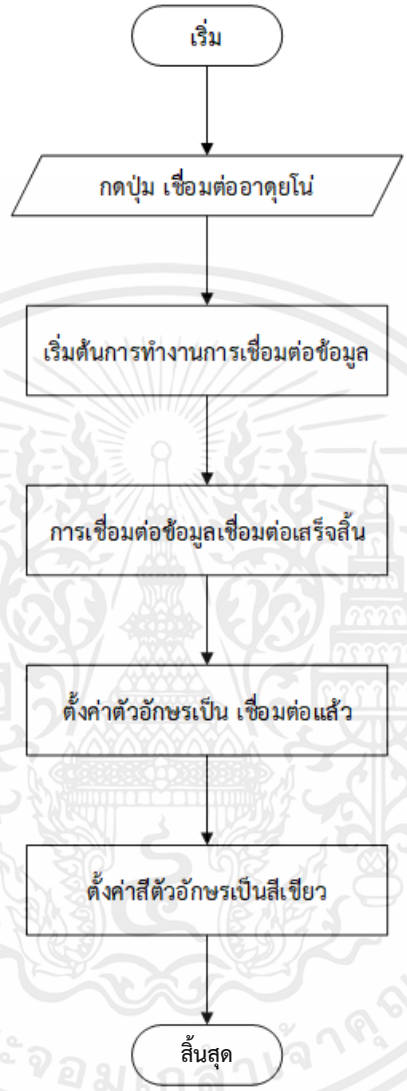
รูปที่ 3.38 ผังงานการทำงานของบล็อกเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งกังหันน้ำ



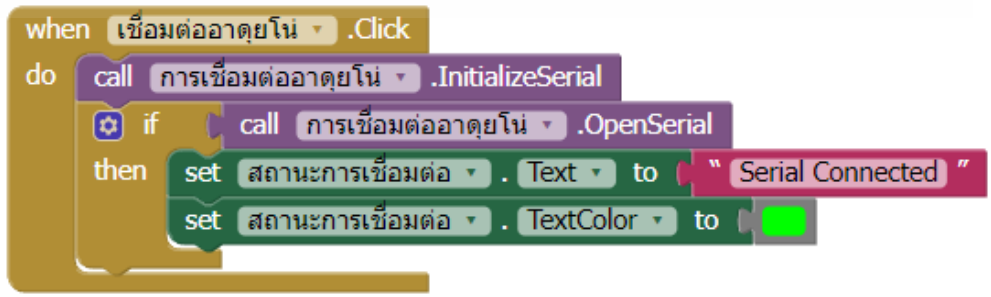
รูปที่ 3.39 บล็อกเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งกังหันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.40 เมื่อกดปุ่มเชื่อมต่ออาดุยโน่แอพพลิเคชั่นจะเชื่อมต่อมือถือและบอร์ดอาดุยโน่เข้าด้วยกันหากเชื่อมต่อเสร็จสิ้น แสดงค่าตัวอักษรเป็น เชื่อมต่อแล้ว และเปลี่ยนสีตัวหนังสือเป็นสีเขียว ได้บล็อกควบคุมดังรูปที่ 3.41



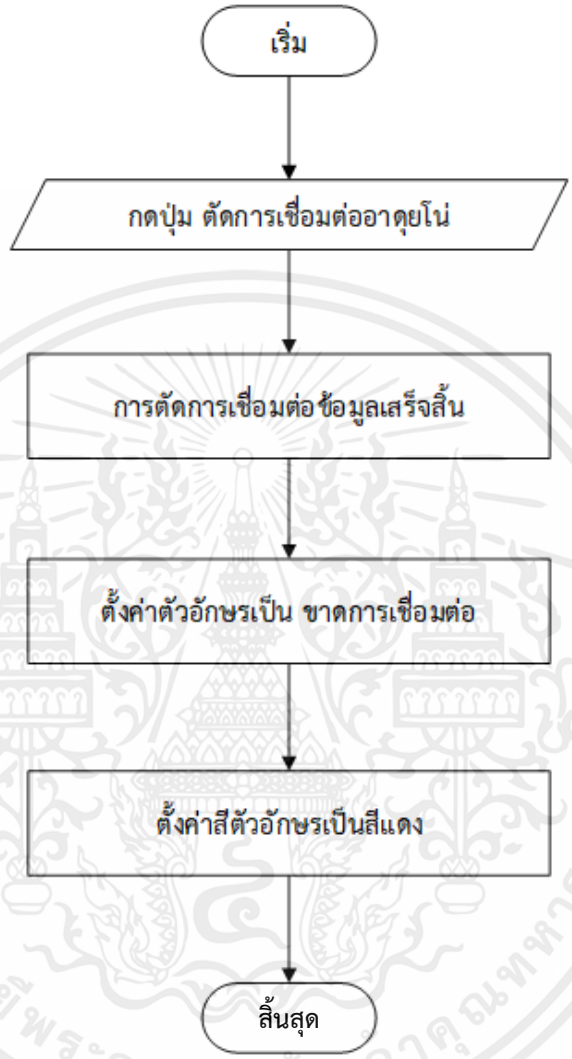
รูปที่ 3.40 ผังงานการทำงานของบล็อกเชื่อมต่ออาดุยโน่



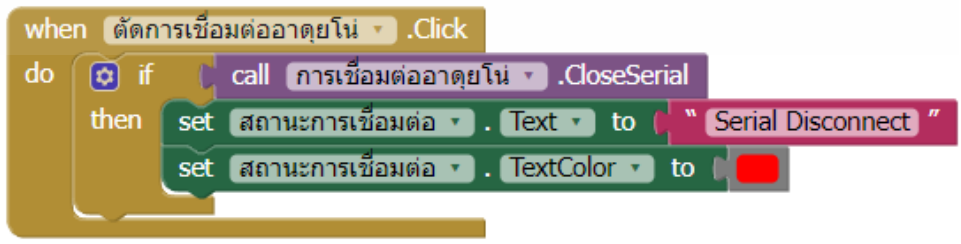
รูปที่ 3.41 บล็อกเชื่อมต่ออาดุยโน่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.42 เมื่อกดปุ่มตัดการเชื่อมต่ออาดุยโน่แอพพลิเคชั่นจะตัดการเชื่อมต่อมือถือและบอร์ดอาดุยโน่หากไม่มีการเชื่อมต่อ แสดงค่าตัวอักษรเป็น ขาดการเชื่อต่อ และเปลี่ยนสีตัวหนังสือเป็นสีแดงได้บล็อกควบคุมดังรูปที่ 3.43



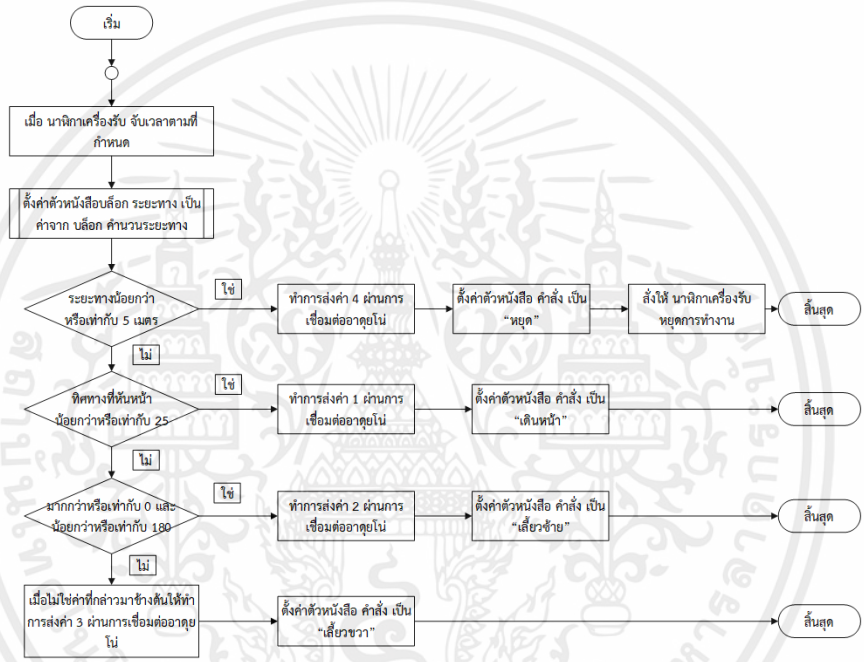
รูปที่ 3.42 ผังงานการทำงานของบล็อกตัดการเชื่อมต่ออาดุยโน่



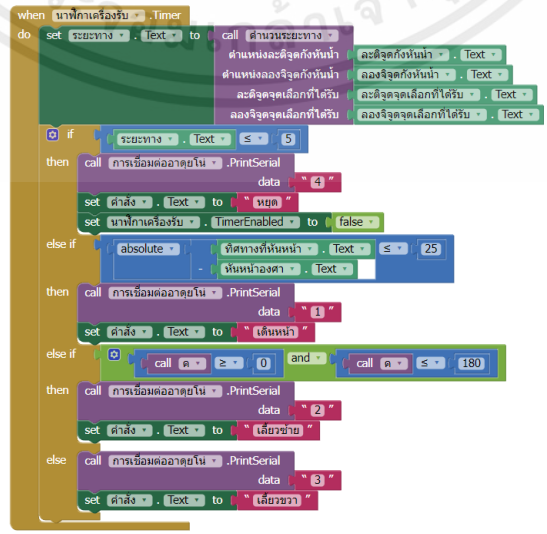
รูปที่ 3.43 บล็อกตัดการเชื่อมต่ออาดุยโน่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.44 เมื่อนาฬิกามือถือเครื่องรับจับเวลาทำงานครบตามที่กำหนด ทำการแสดงค่าระยะทาง แล้วตรวจสอบว่ามีระยะทางน้อยกว่า 5 เมตรหรือไม่หากใช่ให้ทำการส่งค่า 4 ให้บอร์ดอาดุยโน่ แสดงค่าตัวหนังสือเป็น หยุด และสั่งให้นาฬิกาหยุดการทำงาน หากไม่ใช่จะตรวจสอบว่าทิศทางที่กังหันน้ำหันหน้าอยู่คำนวณออกมาแล้วมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 องศาหรือไม่หากใช่จะส่งค่า 1 ให้บอร์ดอาดุยโน่ แสดงค่าตัวหนังสือเป็น เดินหน้า หากไม่ใช่ตรวจสอบว่าบล็อก ค มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 และ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 180 หรือไม่ หากใช่จะทำการส่งค่า 2 ให้บอร์ดอาดุยโน่ แสดงค่าตัวหนังสือเป็น เลี้ยวซ้าย หากไม่ใช่ค่าจากที่กล่าวมาข้างต้นจะส่งค่า 3 ให้บอร์ดอาดุยโน่ แสดงค่าตัวหนังสือเป็น เลี้ยวขวา เขียนบล็อกควบคุมดังรูปที่ 3.45



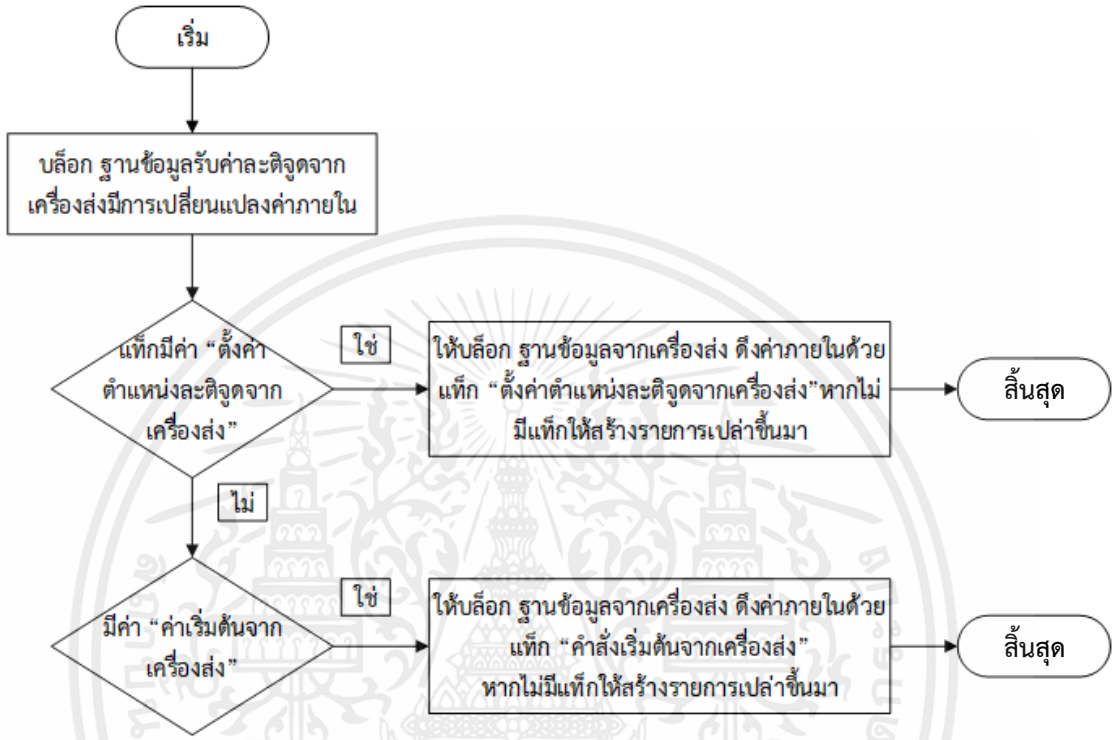
รูปที่ 3.44 ผังงานการทำงานของบล็อกนาฬิกาเครื่องรับ



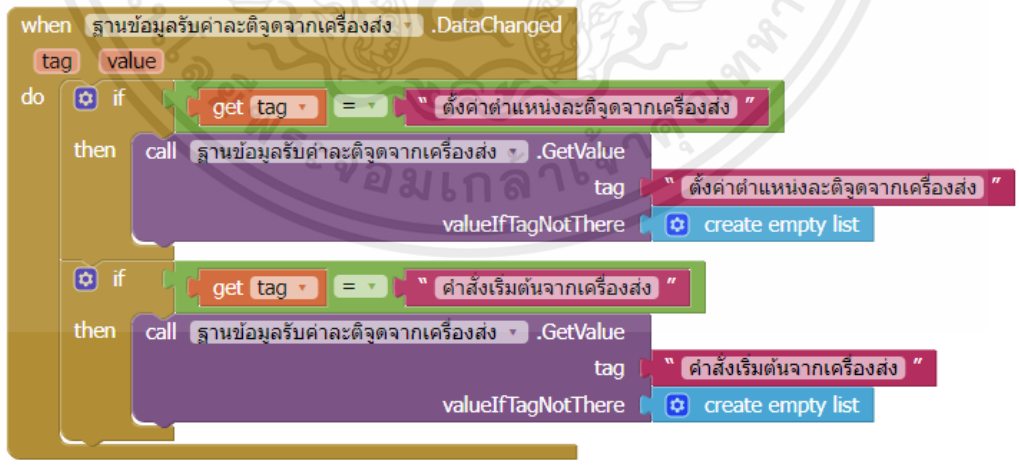
รูปที่ 3.45 บล็อกนาฬิกาเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.46 เมื่อบล็อกฐานข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงค่าภายในแอพพลิเคชั่นจะทำการตรวจสอบแท็กว่ามีค่าเป็น ตั้งค่าตำแหน่งละติจูดจากเครื่องส่ง หรือไม่ หากใช่ให้บล็อกฐานข้อมูลจากเครื่องส่งดึงค่าภายใน หากไม่ใช่จะตรวจสอบว่าแท็กมีค่า ค่าเริ่มต้นจากเครื่องส่ง หรือไม่ หากใช่ ให้บล็อกฐานข้อมูลจากเครื่องส่งดึงค่าภายใน ได้บล็อกควบคุมดังรูปที่ 3.47



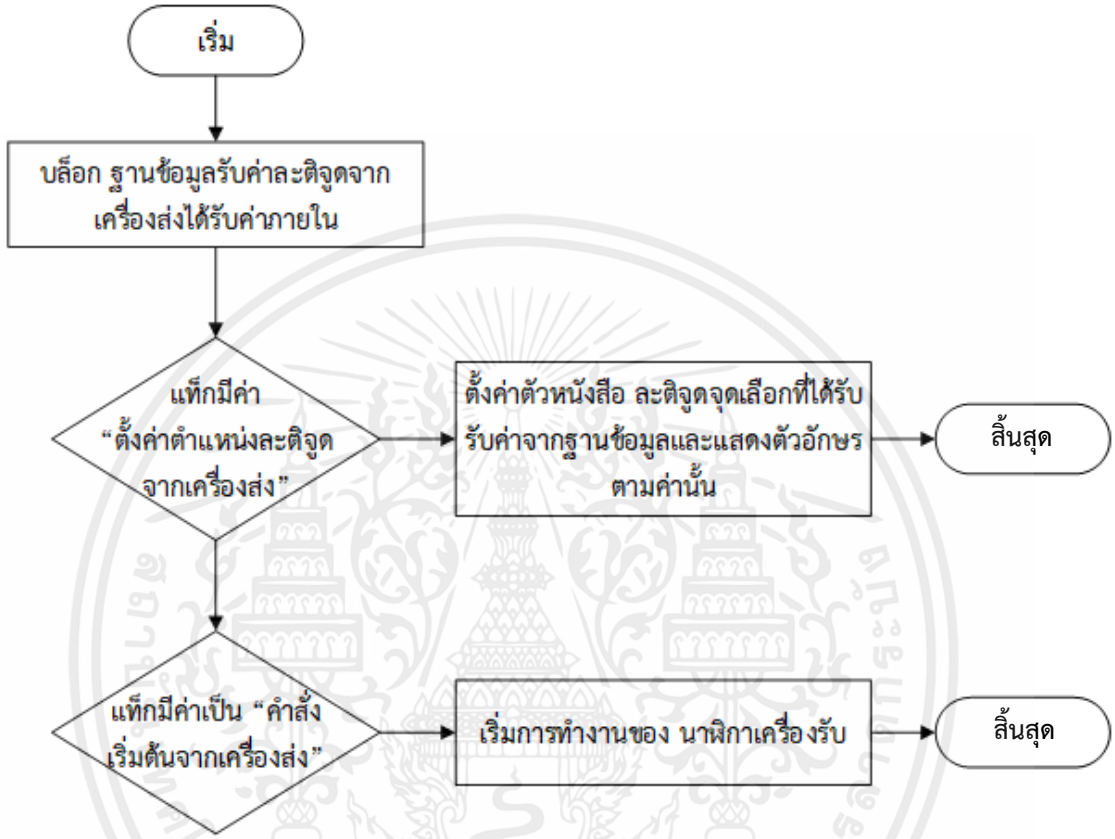
รูปที่ 3.46 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง



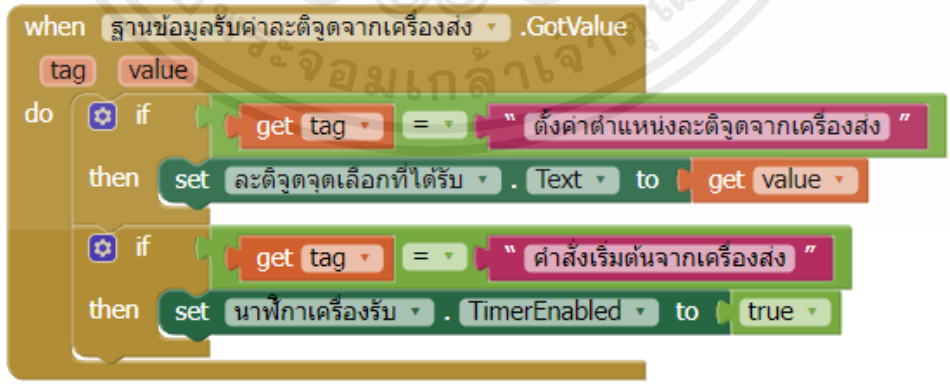
รูปที่ 3.47 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.48 เมื่อบล็อกฐานข้อมูลได้รับค่าภายใน แอพพลิเคชั่นจะทำการตรวจสอบแท็กว่ามีค่าเป็น ตั้งค่าตำแหน่งละติจูดจากเครื่องส่ง หรือไม่ หากใช่ให้แสดงตัวหนังสือตามค่าที่ได้รับ หากไม่ใช่จะตรวจสอบว่าแท็กมีค่า ค่าเริ่มต้นจากเครื่องส่ง หรือไม่ หากใช่ ให้เริ่มการทำงานของนาฬิกามือถือเครื่องรับ นำมาเขียนเป็นบล็อกควบคุมที่ 3.49



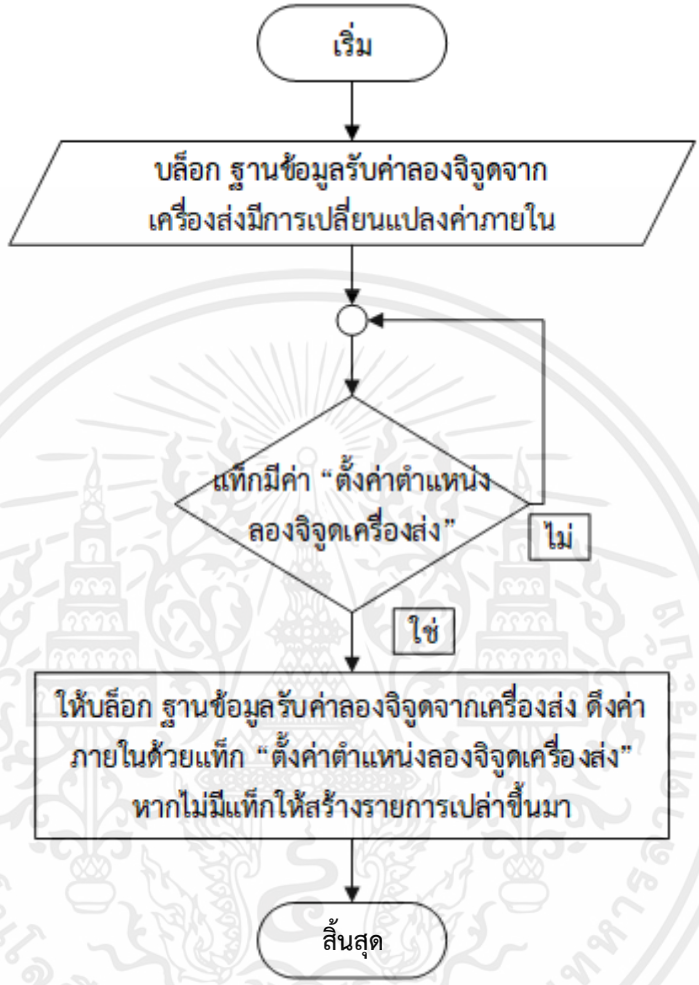
รูปที่ 3.48 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง



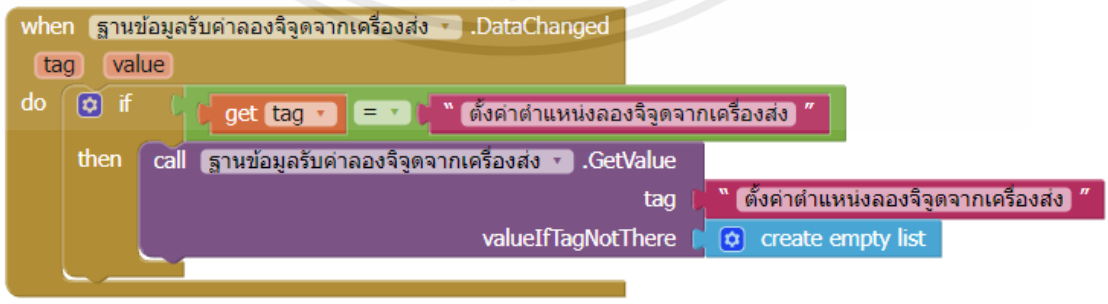
รูปที่ 3.49 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.50 เมื่อฐานข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงค่าภายในจะทำการตรวจสอบแท็กว่ามีค่าเท่ากับ ตั้งค่าตำแหน่งลองจิจูดเครื่องส่งหรือไม่ หากใช่ให้บล็อกดึงค่าภายในฐานข้อมูล เขียนเป็นบล็อกควบคุมได้ดังรูปที่ 3.51



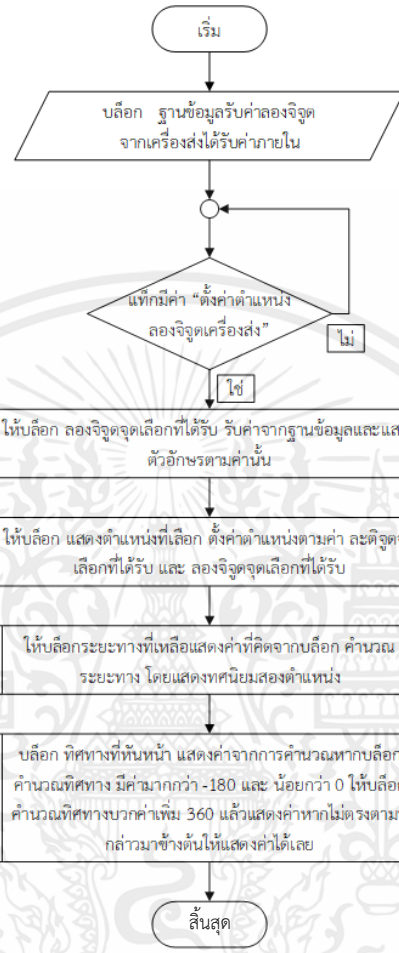
รูปที่ 3.50 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง



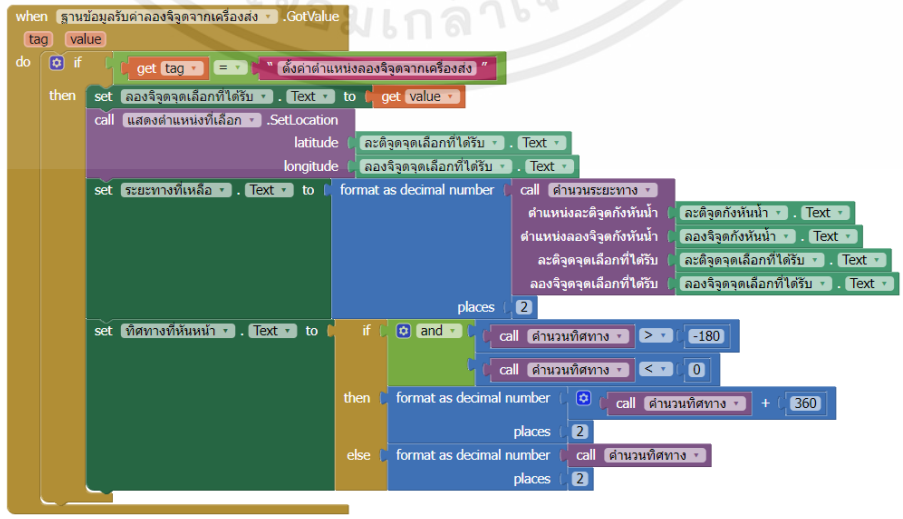
รูปที่ 3.51 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.52 เมื่อฐานข้อมูลได้รับค่าภายในจะทำการตรวจสอบว่ามีค่าเท่ากับ ตั้งค่าตำแหน่งลองจิจูดจากเครื่องส่ง หรือไม่หากใช่ แสดงค่าตำแหน่ง ตัวอักษร ระยะทาง และทิศทางที่หันหน้าตามค่าที่ได้รับ สามารถเขียนบล็อกได้ดังรูปที่ 3.53



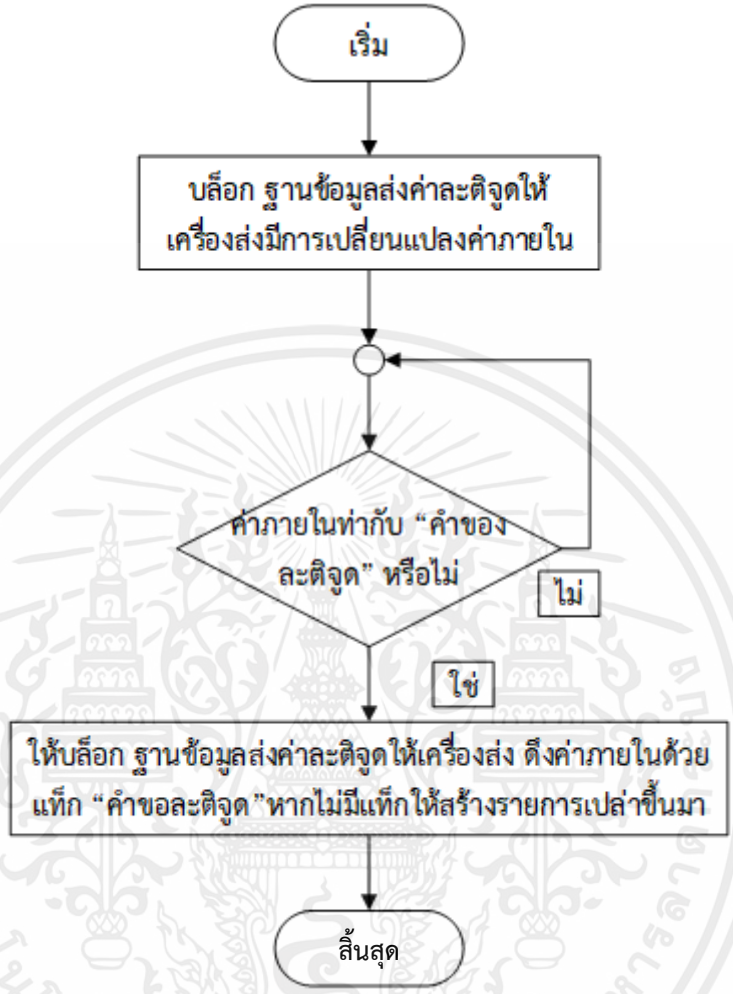
รูปที่ 3.52 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง



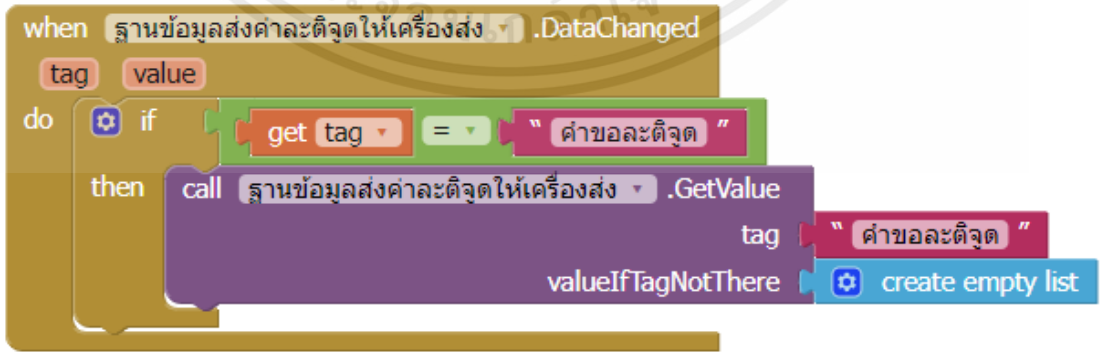
รูปที่ 3.53 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.54 เมื่อฐานข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงค่าภายในจะทำการตรวจสอบแท็กว่ามีค่าเท่ากับ ตั้งค่าตำแหน่งละติจูดเครื่องส่งหรือไม่ หากใช่ ให้บล็อกดึงค่าภายในเขียนบล็อกควบคุมได้ดังรูปที่ 3.55



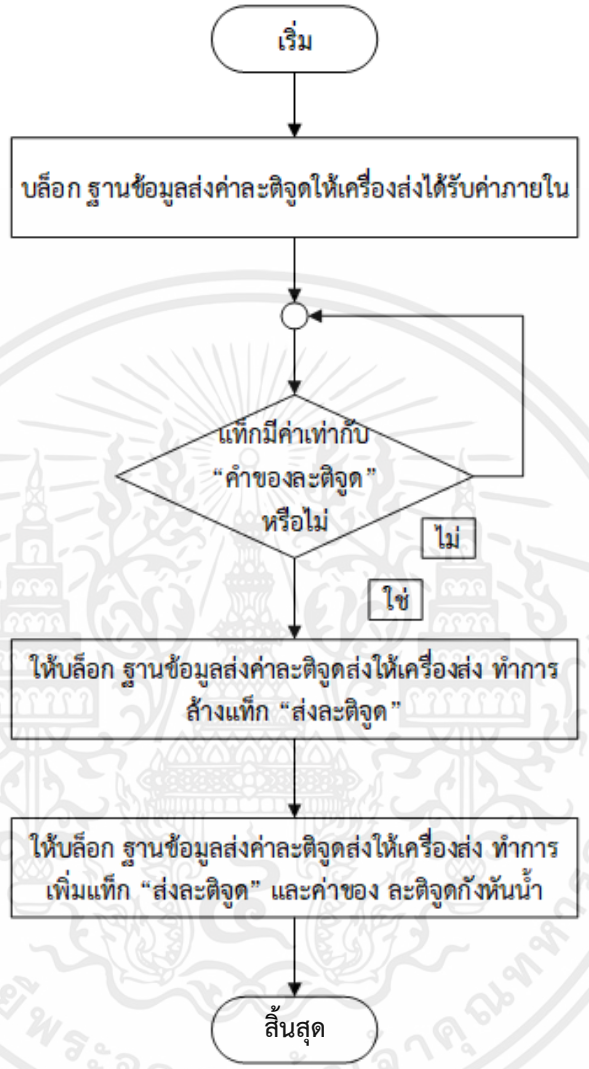
รูปที่ 3.54 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง



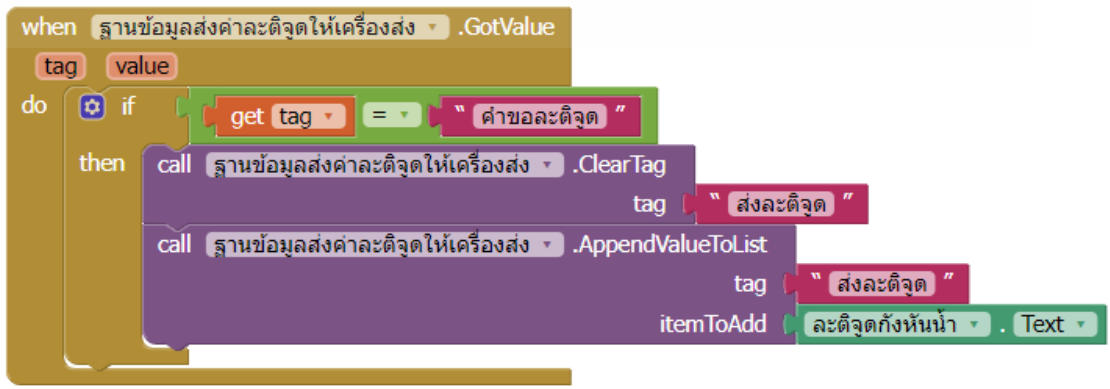
รูปที่ 3.55 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.56 เมื่อฐานข้อมูลได้รับค่าภายใน ทำการตรวจสอบว่ามีค่าเท่ากับ คำขอละติจูดหรือไม่ หากใช่ให้ทำการล้างแท็ก ส่งละติจูด จากนั้นให้ฐานข้อมูลส่งค่าละติจูด ทำการเพิ่มแท็ก ส่งละติจูด และตำแหน่งของกังหันน้ำ ได้บล็อกควบคุมดังรูปที่ 3.57



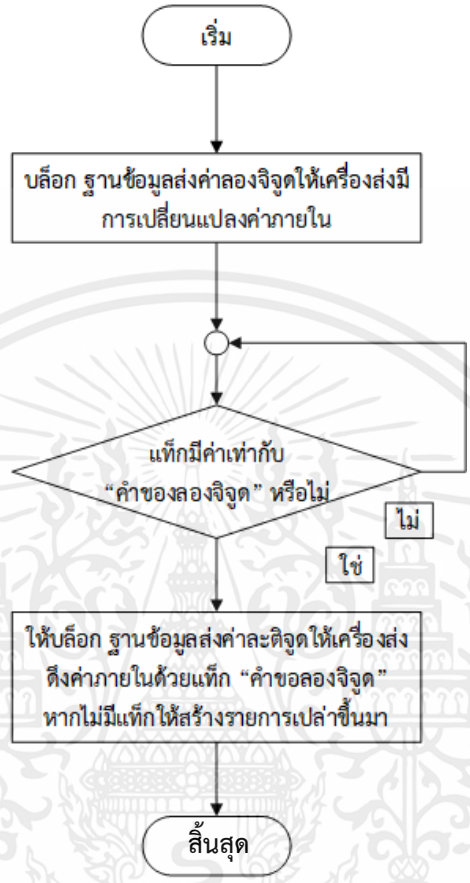
รูปที่ 3.56 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง



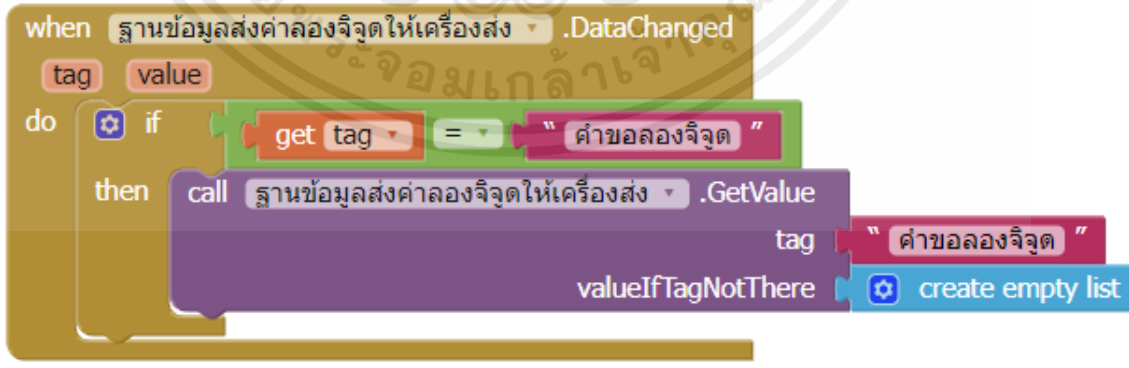
รูปที่ 3.57 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าละติจูดจากเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.58 เมื่อบล็อกฐานข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงค่าภายในตรวจสอบว่าแท็กมีค่าเท่ากับ คำขอลองจิจูด หรือไม่ หากใช่ให้ฐานข้อมูลดึงค่าภายใน เขียนได้บล็อกดังรูปที่ 3.59



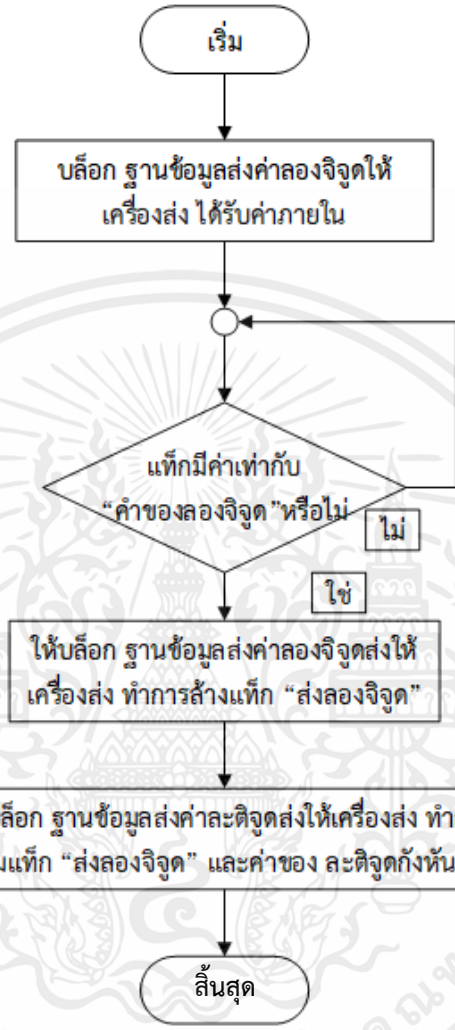
รูปที่ 3.58 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง



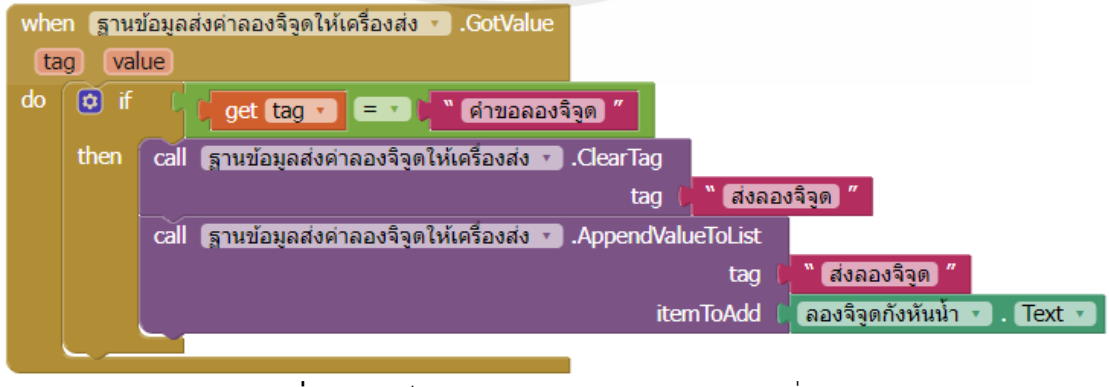
รูปที่ 3.59 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.60 เมื่อบล็อกฐานข้อมูลได้รับค่าภายใน ตรวจสอบว่าแท็กมีค่าเท่ากับ คำขอลองจิจูดหรือไม่ หากใช่ให้ฐานข้อมูลล้างแท็กค่าก่อนหน้าจากนั้นสร้างแท็กใหม่และแนบค่าละติจูดของกังหันน้ำ เขียนบล็อกได้ดังรูปที่ 3.61



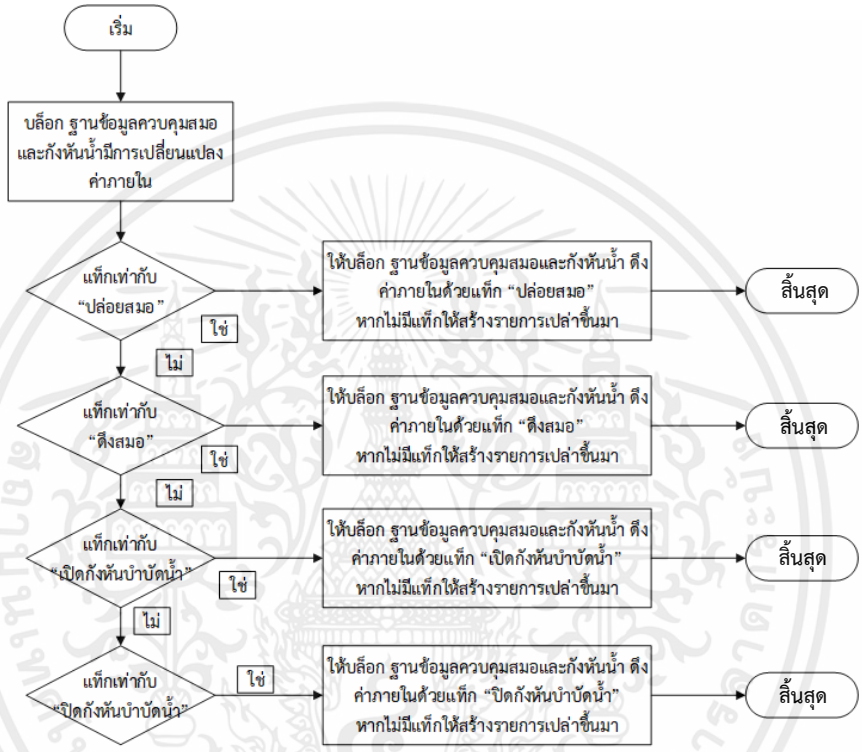
รูปที่ 3.60 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง



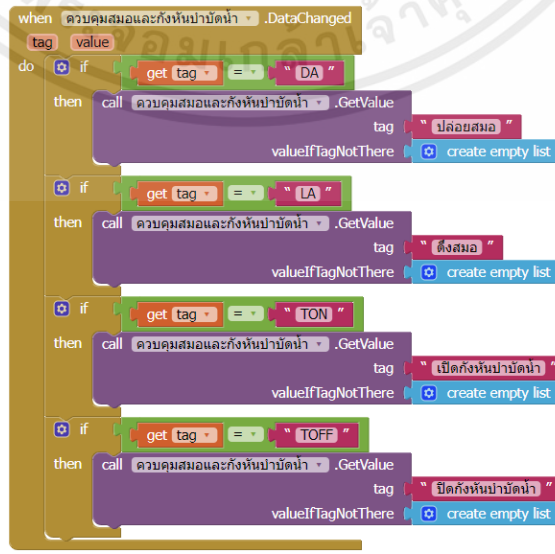
รูปที่ 3.61 บล็อกฐานข้อมูลรับค่าลองจิจูดจากเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.62 เมื่อฐานข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงค่าภายใน ทำการตรวจสอบว่าแท็กมีค่าเท่ากับปล่อยสมอหรือไม่ หากใช่ให้ฐานข้อมูลดึงค่าภายในด้วยแท็ก ปล่อยสมอ หากไม่ใช่ตรวจสอบว่าแท็กมีค่าเท่ากับ ดึงสมอ หรือไม่ หากใช่ให้ฐานข้อมูลดึงค่าภายในด้วยแท็ก ดึงสมอ หากไม่ใช่ตรวจสอบว่าแท็กมีค่าเท่ากับ เปิดกังหันบำบัดน้ำหรือไม่ หากใช่ให้ฐานข้อมูลดึงค่าภายในด้วยแท็ก เปิดกังหันบำบัดน้ำ หากไม่ใช่ตรวจสอบว่าแท็กมีค่าเท่ากับ ปิดกังหันบำบัดหรือไม่ หากใช่ให้ฐานข้อมูลดึงค่าภายในด้วยแท็ก ปิดกังหันบำบัดน้ำ บล็อกควบคุมแสดงดังรูปที่ 3.63



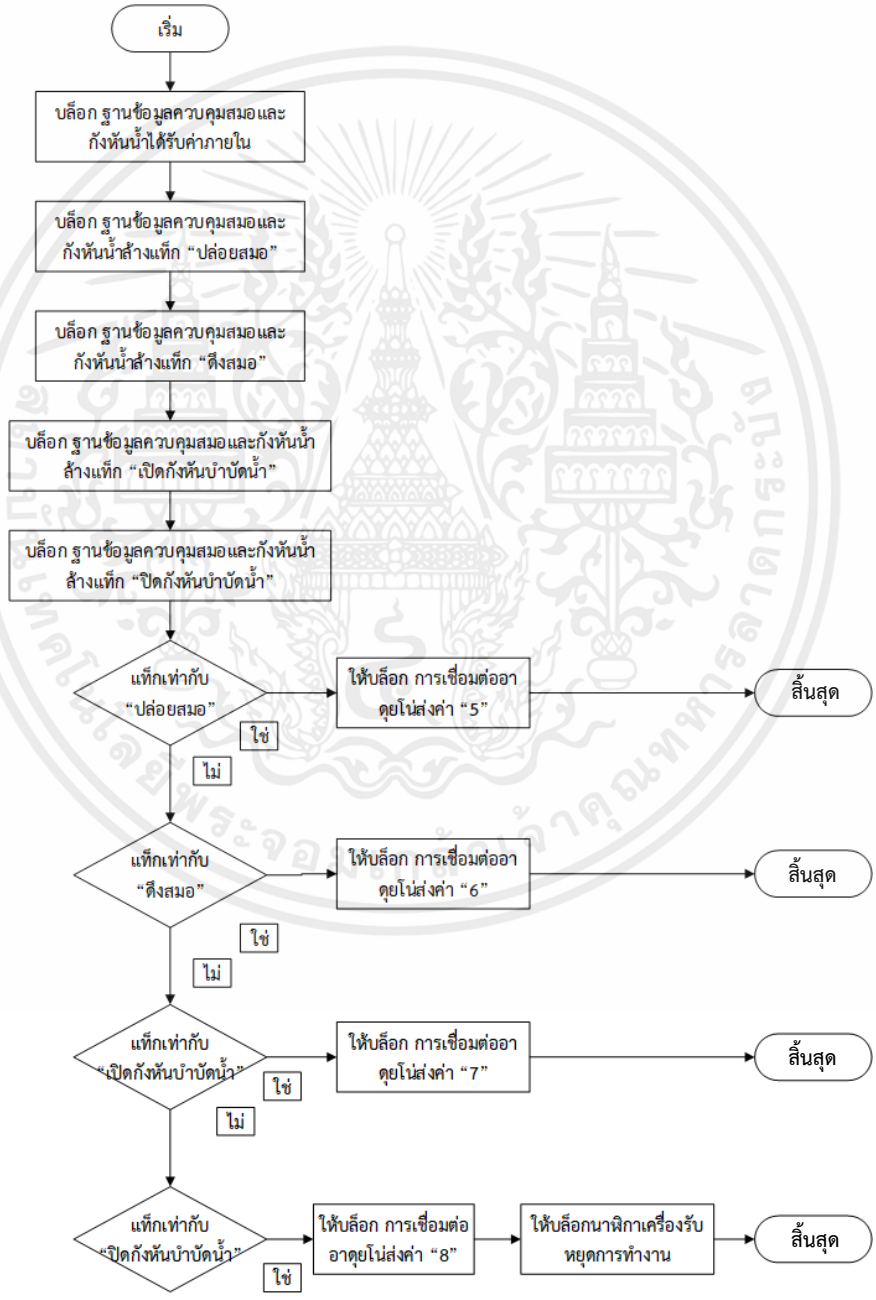
รูปที่ 3.62 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลควบคุมสมอและกังหันน้ำ



รูปที่ 3.63 บล็อกฐานข้อมูลควบคุมสมอและกังหันน้ำ

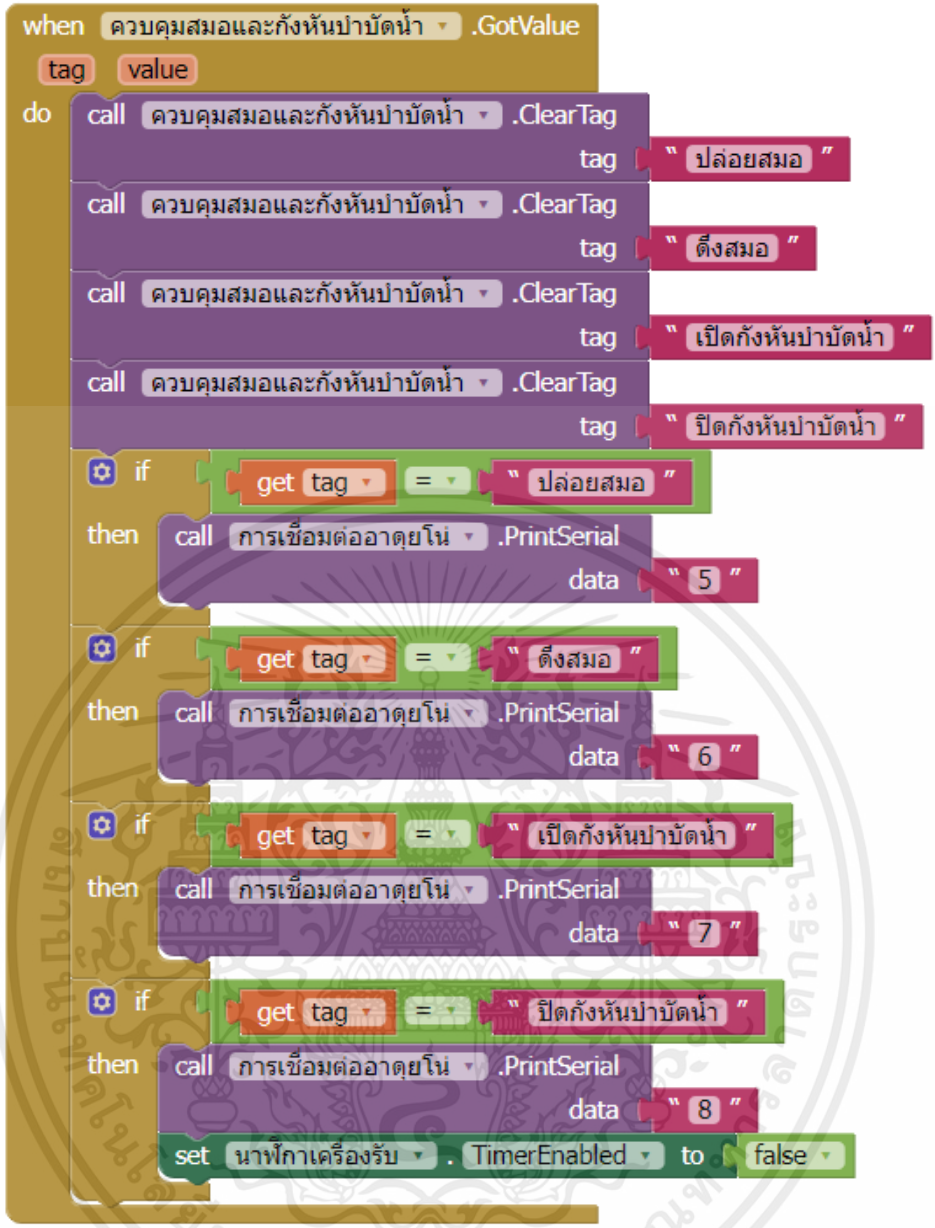
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.64 เมื่อฐานข้อมูลได้รับค่าภายใน บล็อกฐานข้อมูลล้างแท็กปล่อยสมอ ดึงสมอ เปิดกังหันบำบัดน้ำ และปิดกังหันบำบัดน้ำแล้วตรวจสอบแท็กว่ามีค่าเท่ากับ ปล่อยสมอหรือไม่ หากใช่ส่งค่า 5 ให้บอร์ดอาดุยโน่หากไม่ใช่ตรวจสอบแท็กว่ามีค่าเท่ากับ ดึงสมอหรือไม่ หากใช่ให้ส่งค่า 6 ให้บอร์ดอาดุยโน่ หากไม่ใช่ตรวจสอบแท็กว่ามีค่าเท่ากับ เปิดกังหันบำบัดน้ำหรือไม่ หากใช่ให้ส่งค่า 7 ให้บอร์ดอาดุยโน่ หากไม่ใช่ตรวจสอบแท็กว่ามีค่าเท่ากับ ปิดกังหันบำบัดน้ำ หรือไม่ หากใช่ให้ส่งค่า 8 ให้บอร์ดอาดุยโน่และหยุดการทำงานของนาฬิกามือถือเครื่องรับ สามารถเขียนบล็อกควบคุมได้ดังรูปที่ 3.65



รูปที่ 3.64 ผังงานการทำงานของบล็อกฐานข้อมูลควบคุมสมอและกังหันน้ำ

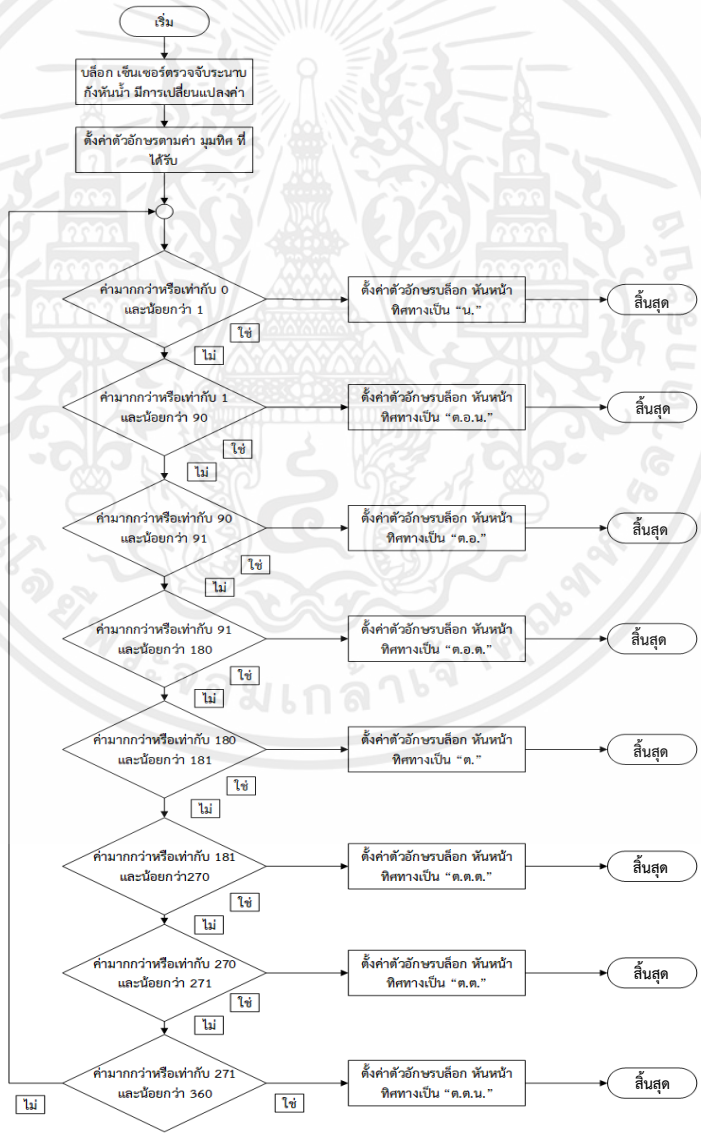
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.65 บล็อกฐานข้อมูลควบคุมสมอและกังหันน้ำ

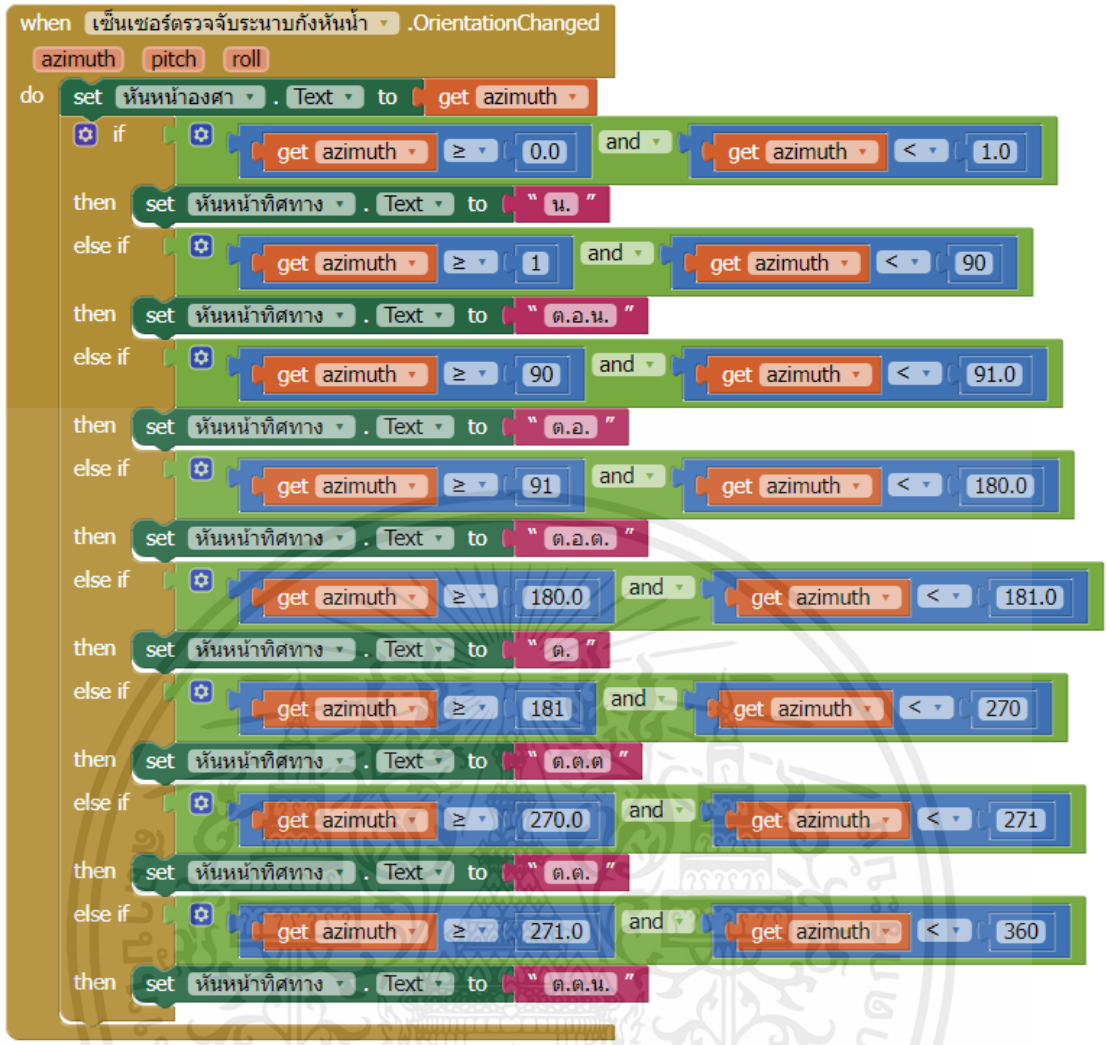
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.66 เมื่อเซ็นเซอร์มีการเปลี่ยนแปลงค่า แสดงค่าตามมุมทิศที่ได้รับแล้วตรวจสอบมุมทิศว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 และน้อยกว่า 1 หรือไม่หากใช่แสดงค่าตัวอักษรเป็น น. หากไม่ใช่ตรวจสอบมุมทิศว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 และน้อยกว่า 90 หรือไม่หากใช่แสดงค่าตัวอักษรเป็น ต.อ.น. หากไม่ใช่ตรวจสอบมุมทิศว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 90 และน้อยกว่า 91 หรือไม่หากใช่แสดงค่าตัวอักษรเป็น ต.อ. หากไม่ใช่ตรวจสอบมุมทิศว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 91 และน้อยกว่า 180 หรือไม่หากใช่แสดงค่าตัวอักษรเป็น ต.อ.ต. หากไม่ใช่ตรวจสอบมุมทิศว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 180 และน้อยกว่า 181 หรือไม่หากใช่แสดงค่าตัวอักษรเป็น ต. หากไม่ใช่ตรวจสอบมุมทิศว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 181 และน้อยกว่า 270 หรือไม่ถ้าหาก ใช่แสดงค่าตัวอักษรเป็น ต.ต.ต. หากไม่ใช่ตรวจสอบมุมทิศว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 270 และน้อยกว่า 271 หรือไม่หากใช่แสดงค่าตัวอักษรเป็น ต.ต. หากไม่ใช่ตรวจสอบมุมทิศว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 271 และน้อยกว่า 360 หรือไม่หากใช่แสดงค่าตัวอักษรเป็น ต.ต.น. เขียนเป็นบล็อกดังรูปที่ 3.67



รูปที่ 3.66 ผังงานการทำงานของบล็อกเซ็นเซอร์ตรวจจับระนาบกังหันน้ำ

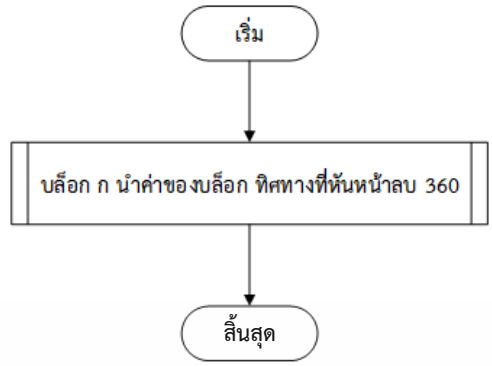
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



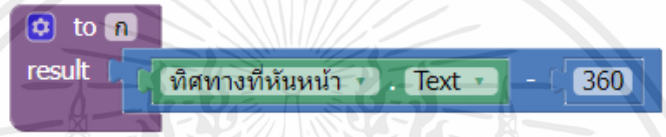
รูปที่ 3.67 บล็อกเซ็นเซอร์ตรวจจับระนาบกังหันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.68 เมื่อได้รับคำสั่งบล็อก ก จะนำค่าทิศทางที่หันหน้าลบ 360 แล้วจึงนำไปเขียนเป็นบล็อกดังรูปที่ 3.69

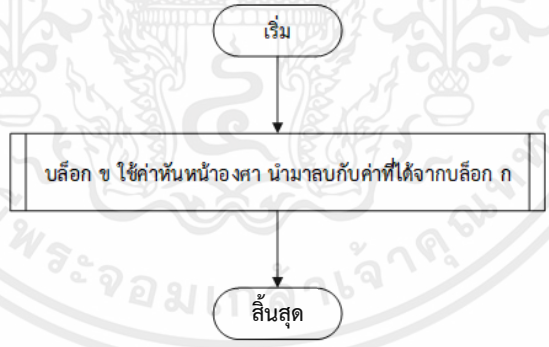


รูปที่ 3.68 ผังงานการทำงานของบล็อก ก

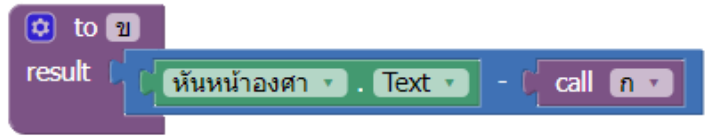


รูปที่ 3.69 บล็อก ก

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.70 เมื่อได้รับคำสั่งบล็อก ข จะนำค่าหันหน้าองศาลบกับค่าที่ได้จากบล็อก ก แล้วจึงนำไปเขียนเป็นบล็อกดังรูปที่ 3.71



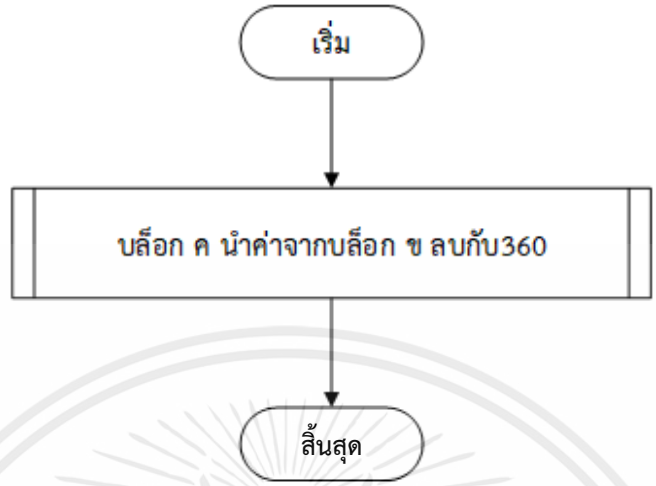
รูปที่ 3.70 ผังงานการทำงานของบล็อก ข



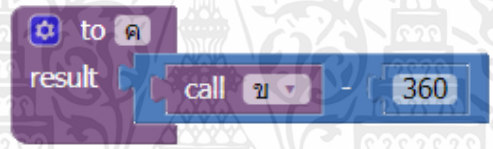
รูปที่ 3.71 บล็อก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.72 เมื่อได้รับคำสั่งบล็อก ค นำค่าจากบล็อก ข ลบ 360 แล้วจึงนำไปเขียนเป็นบล็อกดังรูปที่ 3.73

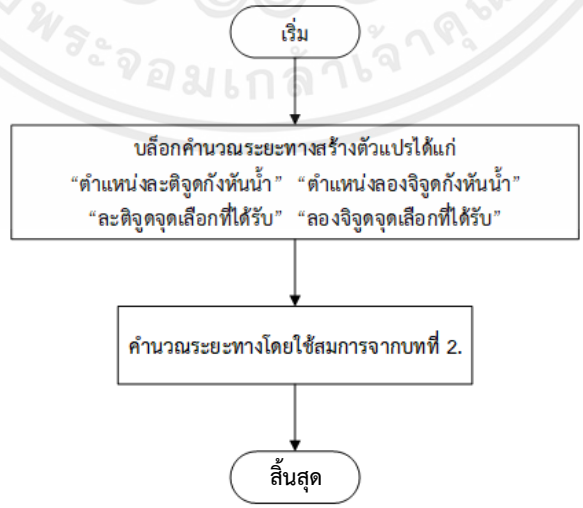


รูปที่ 3.72 ผังงานการทำงานของบล็อก ค



รูปที่ 3.73 บล็อก ค

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.74 เมื่อได้รับคำสั่งให้คำนวณระยะทางจากแอพพลิเคชั่น บล็อกจะสร้างตัวแปรที่ต้องใช้ ซึ่งรับค่าจากแอพพลิเคชั่นแล้วนำมาคำนวณระยะทางในการเดินทาง โดยใช้สมการที่ 1.1 นำมาเขียนเป็นบล็อกควบคุมดังรูป 3.75

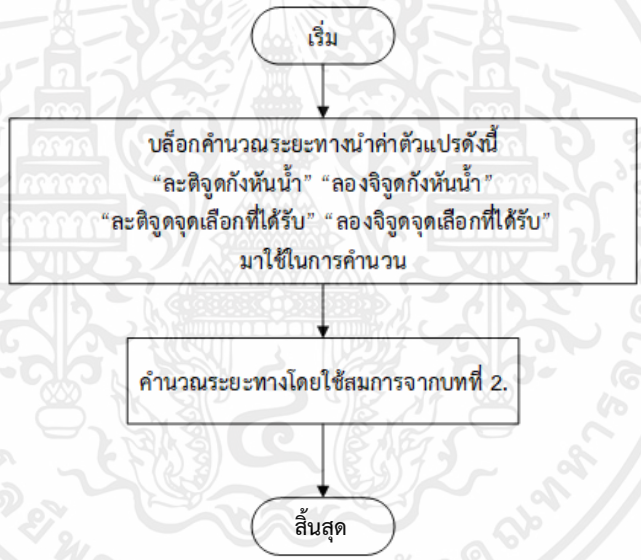


รูปที่ 3.74 ผังงานการทำงานของบล็อกคำนวณระยะทาง

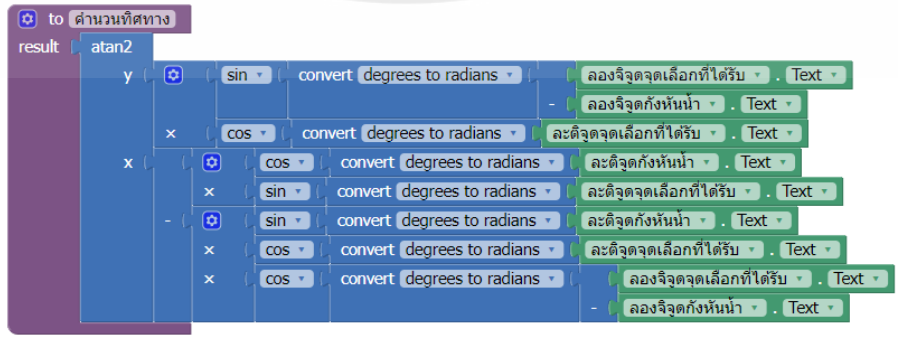
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.75 บล็อกคำนวณระยะทาง

ผังการทำงานจากรูปที่ 3.76 เมื่อได้รับคำสั่งให้คำนวณระยะทางจากแอพพลิเคชั่น บล็อกจะสร้างตัวแปรที่ต้องใช้ ซึ่งรับค่าจากแอพพลิเคชั่นแล้วนำมาคำนวณระยะทางในการเดินทาง โดยใช้สมการที่ 1.2 นำมาเขียนเป็นบล็อกควบคุมดังรูป 3.77



รูปที่ 3.76 ผังงานการทำงานของบล็อกคำนวณทิศทาง



รูปที่ 3.77 บล็อกคำนวณระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

จากการดำเนินการสรุปผลการทดลอง หลังจากนำกังหันน้ำไฟฟ้าเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบจีพีเอส ไปทำการทดลองในสระน้ำภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อนำผลการศึกษามาช่วยประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุม จากผลการทดลองสามารถแบ่งพิจารณาได้เป็น 2 ประเด็นดังนี้

1. การหาระยะเวลาการทำงานของกังหันน้ำไปถึงจุดหมาย
2. การหาระยะคลาดเคลื่อนของกังหันน้ำจากจุดหมาย

4.1 การหาระยะเวลาการทำงานของกังหันน้ำไปจนถึงจุดหมาย

การทดสอบเพื่อหาระยะเวลาในการทำงานของกังหันจากจุดเริ่มต้นไปจนถึงจุดหมายโดย ได้ทำการบันทึกตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งปลายทางที่กังหันน้ำต้องเคลื่อนที่ไป จากนั้นทำการจับเวลาการทำงานของกังหันเมื่อถึงจุดปลายทางที่กำหนด ทำการบันทึกค่า 5 ครั้ง โดยกำหนดตำแหน่งปลายทางเป็นตำแหน่งเดียวกัน เพื่อดูการทำงานของกังหันแต่ละครั้งแสดงผลตาม ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาการทำงานของกังหันไปจนถึงจุดหมาย

ครั้งที่	ตำแหน่งเริ่มต้น		ตำแหน่งปลายทาง		เวลาที่ใช้ (นาที)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	13.72667	100.77599	13.72649	100.77604	3
2	13.72665	100.77602	13.72649	100.77604	3.10
3	13.72661	100.77602	13.72649	100.77604	4.33
4	13.72666	100.77602	13.72649	100.77604	4.25
5	13.72666	100.77602	13.72649	100.77604	4.20
เวลาเฉลี่ย					3.53

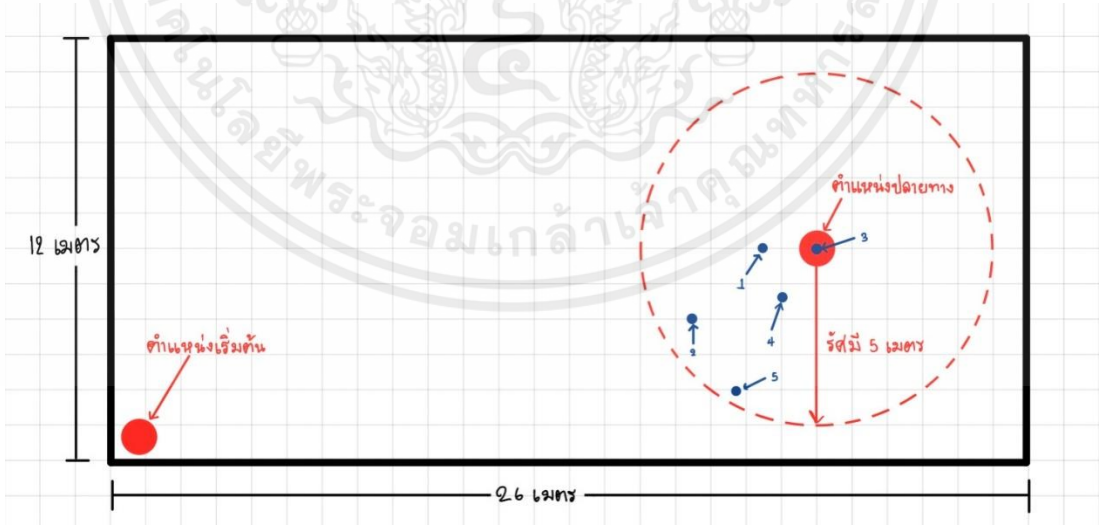
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การหาระยะคลาดเคลื่อนของกังหันน้ำจากจุดหมาย

การทดสอบหาระยะคลาดเคลื่อนของกังหันน้ำจากจุดที่กังหันน้ำอยู่ในปัจจุบัน ไปยังตำแหน่งปลายทางที่กำหนดว่ามีระยะคลาดเคลื่อนเท่าไหร่ ได้ทำการบันทึกตำแหน่งเริ่มต้น ตำแหน่งปลายทาง และตำแหน่งปัจจุบันของกังหัน จากนั้นทำการคำนวณหาระยะคลาดเคลื่อน จากการบันทึกค่า 5 ครั้ง โดยตำแหน่งปลายทางจะเป็นตำแหน่งเดียวกัน เพื่อดูระยะคลาดเคลื่อนของกังหันแต่ละครั้งนั้นมีระยะห่างเท่าไหร่จากจุดหมายที่กำหนดแสดงดัง ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ระยะคลาดเคลื่อนของกังหันจากจุดหมาย

ครั้งที่	ตำแหน่งเริ่มต้น		ตำแหน่งปลายทาง		ตำแหน่งปัจจุบันของกังหัน		ระยะคลาดเคลื่อน (เมตร)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	13.72667	100.77599	13.72649	100.77604	13.72651	100.77606	1.4
2	13.72665	100.77602	13.72649	100.77604	13.72653	100.77603	4.535
3	13.72661	100.77602	13.72649	100.77604	13.72649	100.77604	0
4	13.72666	100.77602	13.72649	100.77604	13.72651	100.77606	1.52
5	13.72666	100.77602	13.72649	100.77604	13.72653	100.77604	4.446
ระยะคลาดเคลื่อนเฉลี่ย							2.378



รูปที่ 4.1 ระยะคลาดเคลื่อนของกังหันจากจุดหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบจีพีเอส ทำการทดสอบการเคลื่อนที่ของกังหันด้วยระบบจีพีเอส โดยการควบคุมให้กังหันเคลื่อนที่ตามคำสั่งที่ได้รับจากตัวควบคุมโดยมีคำสั่งให้ขับเคลื่อนไปยังจุดหมาย โดยตัวกังหันน้ำสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ขับเคลื่อนเลี้ยวซ้ายและขวา ตัวกังหันน้ำเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบจีพีเอส สามารถเคลื่อนที่ได้เป็นอย่างดี จากนั้นได้ทำการทดสอบการทำงานของกังหันน้ำ โดยเริ่มจากการกำหนดตำแหน่งจุดหมายปลายทางผ่านทางตัวส่งข้อมูลบนแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือ เมื่อเลือกจุดหมายปลายทางได้แล้วจึงทำการกดกำหนดตำแหน่ง หลังจากนั้นกดเริ่ม มือถือจะเริ่มส่งข้อมูลทำการส่งค่าจุดหมายปลายทางให้มือถือตัวรับข้อมูล เมื่อมือถือตัวรับข้อมูลได้รับค่าแล้ว จะทำการเริ่มคำสั่งที่เกี่ยวข้องในการนำทางกังหันน้ำให้ถึงจุดหมาย เมื่อถึงจุดหมายที่กำหนดไว้ในรัศมี 5 เมตรจะทำการสั่งให้หยุดการเคลื่อนที่ของใบพัดกังหันน้ำ จากนั้นจะทำงานปล่อยสมอเพื่อยึดจุดของกังหันไม่ให้ออกไปจากจุดหมายที่กำหนดไว้

5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน

1) ปัญหาในการสั่งของออนไลน์ เนื่องจากร้านขายอุปกรณ์ส่วนใหญ่อยู่ต่างจังหวัดหรือต่างประเทศทำให้เกิดปัญหาการขนส่งล่าช้าและ เมื่ออุปกรณ์เสียหายอาจจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
2) ปัญหาในการทดลองเนื่องจากมีกระแสลมแรงทำให้ประสบปัญหาในการทดสอบ
3) ระบบจัดการแบตเตอรี่ มีปัญหาบ่อยครั้งทำให้การทดสอบหยุดชะงัก
4) จีพีเอส เมื่ออยู่ใต้ร่มไม้ทำให้สัญญาณมีความคลาดเคลื่อนสูง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) ควรทำการเปลี่ยนระบบจัดการแบตเตอรี่ตัวใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2) ควรศึกษาการทำงานของโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติ
3) ควรสั่งซื้ออุปกรณ์ของร้านที่อยู่ภายในประเทศ
4) ควรเพิ่มระบบควบคุมทิศทางด้วยหางเสือเพื่อความแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] จักรพงษ์, 2552, “ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ”, 2552, [ออนไลน์].
แหล่งที่มา: https://www.xn--l3ckbaaa2db3etcpke7b7kwfqcg.net/ (สืบค้นเมื่อ 27 ต.ค 2566)

[2] มูลนิธิชัยพัฒนา, “กังหันน้ำชัยพัฒนา”, 2552, [ออนไลน์].
แหล่งที่มา: https://www.hii.or.th/wiki84/index.php (สืบค้นเมื่อ 27.ต.ค 2565)

[3] จากวิกิพีเดีย, สารานุกรมเสรี, “มอเตอร์ไฟฟ้า”, 2565, [ออนไลน์].
แหล่งที่มา: https://th.wikipedia.org/ (สืบค้นเมื่อ 27 ต.ค 2565)

[4] ArtronShop, “Arduino Nano and ESP32”, 2565, [ออนไลน์].
แหล่งที่มา: https://www.arduino4.com/p/327. (สืบค้นเมื่อ 27 ต.ค 2565)

[5] Svc power, “MPPT Solar Charge Controller”, 2565, [ออนไลน์].
แหล่งที่มา: https://www.sunnergytech.com/category/70. (สืบค้นเมื่อ 27 ต.ค 2565)

[6] Vanich Group, “เฟืองเกียร์”, 2565, [ออนไลน์].
แหล่งที่มา: https://vanichgroup.com/ (สืบค้นเมื่อ 27 ต.ค 2565)

[7] iGISMAP, “What is bearing angle and calculate between two Points”, 2562,[ออนไลน์]
แหล่งที่มา : What is bearing angle and calculate between two Points - (igismap.com) (สืบค้นเมื่อ 27.ต.ค 2565)

[8] Mouable Type Scripts , “Calculate distance, bearing and more between Latitude/Longitude points”, 2562,[ออนไลน์]
แหล่งที่มา : Calculate distance and bearing between two Latitude/Longitude points using haversine formula in JavaScript (movable-type.co.uk) (สืบค้นเมื่อ 27.ต.ค 2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดโปรแกรมส่วนเริ่มต้น

```
#include "HX711.h"

#include <Wire.h>


int Left_Motor_R    = 2 ;

int Left_Motor_L    = 3 ;

int Right_Motor_R   = 10 ;

int Right_Motor_L   = 11 ;

int WW_Motor_R      = 6 ;

int WW_Motor_L      = 7 ;

int Anchor_Motor_R  = 8 ;

int Anchor_Motor_L  = 9 ;

int Relay           = 12 ;

const int Inductive = 23 ;          // Inductive Sensor at pin 23

const int LOADCELL_DOUT_PIN = 34 ; // Load Cell DT at pin 24

const int LOADCELL_SCK_PIN  = 32 ; // Load Cell SCK at pin 25

float Grams_Cal = 0.00 ;            //Grams for Calculate

HX711 scale ;


void setup()

{

  Serial.begin(9600) ;

  pinMode(Left_Motor_R , OUTPUT) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  pinMode(Left_Motor_L , OUTPUT) ;
  pinMode(Right_Motor_R , OUTPUT) ;
  pinMode(Right_Motor_L , OUTPUT) ;
  pinMode(WW_Motor_R , OUTPUT) ;
  pinMode(WW_Motor_L , OUTPUT) ;
  pinMode(Anchor_Motor_R , OUTPUT) ;
  pinMode(Anchor_Motor_L , OUTPUT) ;
  pinMode(Relay , OUTPUT) ;
  pinMode(Inductive , INPUT) ;
  scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN) ;
}

void loop()
{
  Command_R() ;
  Load_Cell() ;
}
```

โค้ดโปรแกรมส่วนคำสั่งควบคุม

```
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define OLED_RESET 4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET) ;

float Command[] = {0} ;


void Command_R()

{

  Serial.begin(9600) ;

  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3c) ;

  Command[0] = Serial.parseFloat() ;

  if ((Serial.available() > 0 ) && (Command[0] == 1))

  {

    while (Serial.available() > 0)

      {

        Serial.read() ;

      }

      display.clearDisplay() ;

      display.setTextSize(1) ;

      display.setTextColor(WHITE) ;

      display.setCursor(0,10) ;

      display.print("Command = ") ;

      display.print("Forward") ;

      display.display() ;

      Forward() ;

  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if ((Serial.available() > 0 ) && (Command[0] == 2))
{
  while (Serial.available() > 0)
    {
      Serial.read() ;
    }
    display.clearDisplay() ;
    display.setTextSize(1) ;
    display.setTextColor(WHITE) ;
    display.setCursor(0,10) ;
    display.print("Command = ") ;
    display.print("Turn Left") ;
    display.display() ;
    SlowTurnLeft() ;
}
else if ((Serial.available() > 0 ) && (Command[0] == 3))
{
  while (Serial.available() > 0)
    {
      Serial.read() ;
    }
    display.clearDisplay() ;
    display.setTextSize(1) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    display.setTextColor(WHITE) ;
    display.setCursor(0,10) ;
    display.print("Command = ") ;
    display.print("Turn Right") ;
    display.display() ;
    SlowTurnRight() ;
}
else if ((Serial.available() > 0 ) && (Command[0] == 5))
{
  while (Serial.available() > 0 )
    {
      Serial.read() ;
    }
    display.clearDisplay() ;
    display.setTextSize(1) ;
    display.setTextColor(WHITE) ;
    display.setCursor(0,10) ;
    display.print("Command = ") ;
    display.print("Anchor Down") ;
    display.display() ;
    Anchor_DOWN() ;
}
    else if ((Serial.available() > 0 ) && (Command[0] == 6))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  while (Serial.available() > 0 )
    {
      Serial.read() ;
    }
    display.clearDisplay() ;
    display.setTextSize(1) ;
    display.setTextColor(WHITE) ;
    display.setCursor(0,10) ;
    display.print("Command = ") ;
    display.print("Anchor UP") ;
    display.display() ;
    Anchor_UP() ;
}
else if ((Serial.available() > 0 ) && (Command[0] == 7))
{
  while (Serial.available() > 0 )
    {
      Serial.read() ;
    }
    display.clearDisplay() ;
    display.setTextSize(1) ;
    display.setTextColor(WHITE) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    display.setCursor(0,10) ;
    display.print("Command = ") ;
    display.print("Turn On WW") ;
    display.display() ;
    WW_ON() ;
}
else if ((Serial.available() > 0 ) && (Command[0] == 8))
{
  while (Serial.available() > 0 )
    {
      Serial.read() ;
    }
    display.clearDisplay() ;
    display.setTextSize(1) ;
    display.setTextColor(WHITE) ;
    display.setCursor(0,10) ;
    display.print("Command = ") ;
    display.print("Turn OFF WW") ;
    display.display() ;
    WW_OFF() ;
}
else if ((Serial.available() > 0 ) && (Command[0] != 1,2,3,7,8))
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    while (Serial.available() > 0 )
      {
        Serial.read() ;
      }
      display.clearDisplay() ;
      display.setTextSize(1) ;
      display.setTextColor(WHITE) ;
      display.setCursor(0,10) ;
      display.print("Command = ") ;
      display.print("Stop") ;
      display.display() ;
      Stop() ;
  }
  display.clearDisplay() ;
  display.setTextSize(1) ;
  display.setTextColor(WHITE) ;
  display.setCursor(0,10) ;
  display.print("Command = ") ;
  display.display() ;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดโปรแกรมควบคุมทิศทาง

```
void Forward()
  {
    analogWrite(Left_Motor_L , 0) ;
    analogWrite(Left_Motor_R , 80) ;
    analogWrite(Right_Motor_L , 80) ;
    analogWrite(Right_Motor_R , 0) ;
    delay(2000) ;
  }
void SlowTurnLeft()
  {
    analogWrite(Left_Motor_L , 0) ;
    analogWrite(Left_Motor_R , 0) ;
    analogWrite(Right_Motor_L , 70) ;
    analogWrite(Right_Motor_R , 0) ;
    delay(2000) ;
  }
void SlowTurnRight()
  {
    analogWrite(Left_Motor_L , 0) ;
    analogWrite(Left_Motor_R ,  70) ;
    analogWrite(Right_Motor_L , 0) ;
    analogWrite(Right_Motor_R , 0) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    delay(2000) ;
  }

void Stop()
  {
    analogWrite(Left_Motor_L , 0) ;
    analogWrite(Left_Motor_R , 0) ;
    analogWrite(Right_Motor_L , 0) ;
    analogWrite(Right_Motor_R , 0) ;
  }
```

โค้ดโปรแกรมควบคุมกังหันบำบัดน้ำ

```
void WW_ON()
{
  analogWrite(WW_Motor_R , 0) ;
  analogWrite(WW_Motor_L , 64) ;
  delay(2000) ;
}
void WW_OFF()
{
  analogWrite(WW_Motor_R , 0) ;
  analogWrite(WW_Motor_L , 0) ;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดโปรแกรมควบคุมกังหันบำบัดน้ำ

```
void WW_ON()
{
  analogWrite(WW_Motor_R , 0) ;
  analogWrite(WW_Motor_L , 64) ;
  delay(2000) ;
}

void WW_OFF()
{
  analogWrite(WW_Motor_R , 0) ;
  analogWrite(WW_Motor_L , 0) ;
}
```

โค้ดโปรแกรมควบคุมสมอ

```
int sensorValue = digitalRead(Inductive) ; //Active LOW Inductive Sensor

void Anchor_UP()
{
  if (sensorValue == HIGH || Grams_Cal < 0.5)
  {
    digitalWrite(Relay , HIGH) ;
    analogWrite(Anchor_Motor_R , 255) ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    analogWrite(Anchor_Motor_L , 0) ;
    Serial.println("Anchor Pulling Up") ;
  }
  else if (sensorValue == LOW)
  {
    analogWrite(Anchor_Motor_R , 0) ;
    analogWrite(Anchor_Motor_L , 0) ;
    Serial.println("Anchor are UP") ;
    digitalWrite(Relay , LOW) ;
  }
}

void Anchor_DOWN()
{
  if (sensorValue == LOW || Grams_Cal > 0.5)
  {
    digitalWrite(Relay , HIGH) ;
    analogWrite(Anchor_Motor_R , 0) ;
    analogWrite(Anchor_Motor_L , 255) ;
    Serial.println("Droping Anchor") ;
  }
  else if (Grams_Cal < 0.5)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
    analogWrite(Anchor_Motor_R , 0) ;
    analogWrite(Anchor_Motor_L , 0) ;
    Serial.println("Anchor At Floor") ;
    digitalWrite(Relay , LOW) ;
  }
}
```

โค้ดโปรแกรมควบคุมโหลดเซลล์

```
void Load_Cell()
{
  if (scale.is_ready())
  {
    long reading = scale.read() * 686 ;
    float Grams = (float)reading / 100000.0 ;
    Grams = Grams - 11147.46 ;
    Grams_Cal = (Grams/1000) ;
    Serial.print(Grams_Cal) ;
    Serial.println(" kg") ;
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้