เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ
AUTOMATIC VENDING MACHINE

ขวัญทองพรรณ พันเนตร
ณัฐพล เรืองศิลป์
ธีรวรรธน์ สรพงษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

AUTOMATIC VENDING MACINE

ขวัญทองพรรณ พันเนตร

ณัฐพล เรืองศิลป์

ธีรวรรธน์ สรหงษ์

b 00266066

TB00241

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC VENDING MACHINE

KHUANTONGPAN PANNET
NUTTAPOL RUANGSILPA
THEERAWAT SAWRAHONG

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ
AUTOMATIC VENDING MACHINE

ผู้จัดทำ	นางสาวขวัญทองพรรณ	พันเนตร	57010125
	นายณัฐพล	เรืองศิลป์	57010450
	นายธีรวรรธน์	สรหงส์	57010633

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.รัชนี กุลยานนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

โดย

นางสาวขวัญทองพรรณ พันเนตร 57010125

นายณัฐพล เรืองศิลป์ 57010450

นายธีรวรรธน์ สรหงส์ 57010633

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.รัชนี กุลยานนท์

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติ นำเสนอเกี่ยวกับการออกแบบและการพัฒนาเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ เพื่อใช้ในซุปเปอร์มาเกตและห้างสรรพสินค้า และแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อของระบบทางกายภาพกับ Cloud สำหรับขอบเขตการดำเนินงานนั้น เพื่อที่จะพัฒนาเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติที่มีการเชื่อมต่อกับเซิฟเวอร์ ทำให้ข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับยอดขายและสินค้าคงเหลือจะสามารถจัดการได้อย่างรวดเร็ว จุดประสงค์หลักของการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้คือ จำลองการทำงานในระบบ Automation โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์และระบบเซิฟเวอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาการทำงานว่าใช้งานได้จริงหรือไม่ มีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC VENDING MACHINE

By

Ms.Khuantongpan	Pannet	57010125
Mr.Nuttapol	Ruangsilpa	57010450
Mr.Theerawat	Sawrahong	57010633

Advisor

Dr.Rutchanee Gullayanon

Academic Year 2017

ABSTRACT

This thesis presents the design and development of an automatic vending machine to be used in supermarkets and convenient stores. This project demonstrated the connectivity between any physical system and cloud. The scope of this project is to develop an automated vending machine connected to a server. All information regarding sales and inventory can be monitored in real-time. Our main purposes of this thesis are simulate the operation in automation system by using microcontroller with the device and the related server system to study whether it is work properly or not and how much its efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยการประสิทธิ์วิชาจาก ดร.รัชนี กุลยานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง ในการอนุเคราะห์ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในทุกๆ ด้าน

ขอขอบคุณนายสมสิน ทองไกรรัตน์ ผู้ที่คอยช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้คำแนะนำในการเขียนโปรแกรม รวมถึงการแก้ไขจุดบกพร่องอย่างเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ และน้อง ในภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกๆ คน ที่ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้ความอบอุ่นที่ดีต่อกัน

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้า ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง ทำให้คณะผู้จัดทำโครงงานสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำโครงงานขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผู้จัดทำ

ขวัญทองพรรณ พันเนตร

ณัฐพล เรืองศิลป์

ธีรวรรธน์ สรหงษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 แผนการดำเนินงาน	2
1.4.1 ขั้นเตรียมงาน	2
1.4.2 ขั้นปฏิบัติงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.7 รายละเอียดปริญญานิพนธ์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 Hardware	4
2.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)	4
2.1.2 บอร์ดอาดูโน (Arduino Board)	6
2.1.3 โมดูล Wi-Fi ESP8266	7
2.1.4 Servo Motor	8
2.1.5 Stepper Motor	10
2.1.6 A4988 Stepper Driver	13
2.2 Software	15
2.2.1 ภาษา C++	15
2.2.2 ภาษา C#	16
2.2.3 SolidWorks	20
2.2.4 MySQL	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ	23
3.1 การออกแบบโครงสร้าง	23
3.1.1 ฮาร์ดแวร์	23
3.1.2 ซอฟแวร์	26
3.2 การออกแบบ Entity Relationship Diagrams	33
3.3 System Overview	34
บทที่ 4 การทดลอง	35
4.1 บทนำ	35
4.2 การทดสอบการทำงานเครื่องจ่ายสินค้า	35
4.2.1ขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบจ่ายสินค้า	35
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	37
5.1 สรุปผลการทดลอง	37
5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง	37
5.3 แนวทางแก้ไข	37
เอกสารอ้างอิง	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328P	5
2.2 โครงสร้างของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328P	6
2.3 ตัวบอร์ด Arduino MEGA	6
2.4 ส่วนประกอบบนตัวบอร์ด Arduino MEGA	7
2.5 โมดูล ESP8266 รุ่น ESP-01	7
2.6 ลักษณะขาสัญญาณของตัวโมดูล ESP-01	8
2.7 Servo Motor	8
2.8 ส่วนประกอบของ Servo Motor	9
2.9 การทำงานของ AC Servo Motor	10
2.10 Stepper Motor รุ่น NEMA-17	11
2.11 ลักษณะขาสัญญาณของโมดูล A4988	13
2.12 การต่อใช้งานของ A4988 Stepper Driver	15
2.13 โครงสร้างของภาษา C++	16
2.14 โครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐาน	17
2.15 โครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐาน กรณีไม่เขียนในส่วนของ namespace	18
2.16 ตัวอย่างโครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐาน กรณีเขียนในส่วนของ namespace	19
2.17 ตัวอย่างโครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐาน กรณีไม่เขียนในส่วนของ namespace	19
3.1 การออกแบบโครงสร้างภายใน	24
3.2 การออกแบบโครงสร้างภายใน	25
3.3 การออกแบบวงจรภายใน	25
3.4 หน้าจอสมัครสมาชิกเข้าสู่ระบบ	26
3.5 หน้าจอข้อมูลผู้ใช้	27
3.6 หน้าจอสั่งซื้อสินค้า	27
3.7 การเขียนตารางสำหรับเก็บข้อมูลสำหรับข้อมูลผู้ใช้	28
3.8 การเขียนข้อมูลลงตารางบันทึกข้อมูล	28
3.9 ข้อมูลที่บันทึกในตารางข้อมูล	29
3.10 สถานะเซิฟเวอร์	29
3.11 การเชื่อมต่อ Mysql กับ C#	30
3.12 การเปรียบเทียบ MySQL กับฐานข้อมูล	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.13 การส่งข้อมูลของ MySQL ไปที่ Station	31
3.14 หน้า Application ฐานข้อมูล	32
3.15 Code ประกาศ Library, Defined ssid และ Password	32
3.16 Code การควบคุมการสั่งของมอเตอร์	33
3.17 การออกแบบ Entity Relationship Diagram	33
3.18 System Overview	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	3
2.1 ลำดับการป้อนกระแสแบบเฟสเดียว	11
2.2 ลำดับการป้อนกระแสแบบสองเฟส	12
2.3 ลำดับการป้อนกระแสแบบครึ่งเฟส	12
2.4 อธิบายขาสัญญาณของโมดูล A4988	14
3.1 รายระเอียดอุปกรณ์ที่ติดตั้งในตัวเครื่อง	23
4.1 ผลการทดสอบสั่งสินค้าทั้งสามชนิดโดยเป็นการสั่งแบบต่อเนื่องครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 30	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันระบบอัตโนมัติหรือระบบควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ ถือเป็นระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันให้กับมนุษย์ได้เป็นอย่างมาก และจากการมาของเทคโนโลยี Internet of Things ที่ทำให้สิ่งต่างๆ สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ จึงทำให้ผู้ใช้สามารถสั่งงานให้อุปกรณ์เหล่านั้นผ่านอินเทอร์เน็ตได้ แต่เมื่อพิจารณาแล้วเทคโนโลยีเหล่านี้มักพบในต่างประเทศยังไม่พบในประเทศไทยมากนัก แต่โชคดีที่ในปัจจุบันอุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัว และไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถเข้าถึงได้ง่ายและมีราคาถูกลง โดยเฉพาะบอร์ด Arduino ซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมและสามารถนำมาทำประโยชน์ต่างๆ ทั้งในด้านการเรียนรู้ และการนำไปพัฒนาอุปกรณ์เพื่อใช้งานจริง

ด้วยเหตุนี้จึงมีความตั้งใจที่จะสร้างอุปกรณ์ที่สามารถนำมาทำระบบ อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น โดยบุคคลทั่วไปสามารถนำไปใช้งานและติดตั้งได้ด้วยตนเองโดยใช้เวลาไม่นาน และไม่จำเป็นต้องชำนาญหรือมีความรู้ ในการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์มาก โดยตั้งชื่ออุปกรณ์ชิ้นนี้ว่าเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อแก้ปัญหาความล่าช้าในการซื้อสินค้า
2. เพื่อนำความรู้ที่ได้จากในห้องเรียนและการศึกษาเพิ่มเติมมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. สร้างเครื่องส่งสินค้าไร้สาย โดยทางลูกค้าสามารถที่จะสั่งสินค้าผ่านทางแป้นพิมพ์ซึ่งถูกควบคุมโดยควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่งรายการสินค้าไปยังเครื่องรับรายการสินค้าไร้สายหรือเครื่อง Severs ผ่านทางโมดูลไร้สาย ESP8266 และแสดงรายการสินค้าที่ลูกค้าสั่งไว้ผ่านทางจอแสดงผล
2. สร้างส่วนเก็บรวบรวมรายการสินค้า จำนวนสินค้า และโปรแกรมคำนวณราคาสินค้าโดยใช้เป็นระบบ Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แผนการดำเนินงาน

1.4.1 ขั้นเตรียมงาน

1. ศึกษาภาษา C#, โปรแกรม Microsoft Visual Studio, โปรแกรม Arduino, โปรแกรม MySQL, และโปรแกรม SolidWorks
2. ศึกษาการควบคุมระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ต
3. ศึกษาวัสดุอุปกรณ์ และระบบควบคุมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติ

1.4.2 ขั้นปฏิบัติงาน

1. ออกแบบโครสร้างเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติ และวงจรไฟฟ้าภายใน
2. ออกแบบเซิฟเวอร์ และแอพพลิเคชันในการสั่งซื้อสินค้า
3. จัดซื้อและประกอบโครสร้างเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติ พร้อมทั้งติดตั้งวัสดุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
4. ทดสอบประสิทธิภาพการจ่ายสินค้าของเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติ
5. ปรับปรุงโครงสร้างภายในเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ชิ้นงานเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติที่สมบูรณ์
2. กระบวนการวิเคราะห์ และการแก้ไขปัญหาต่างๆ
3. ได้รับความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานและสามารถนำมาปฏิบัติจริงในอนาคตได้

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและแนวทางในการพัฒนาจากผลงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน
2. ออกแบบโครงสร้างของโครงงาน ทั้งระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม
3. จัดซื้ออุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการสร้างเครื่องส่งสินค้าอัตโนมัติ และทำการทดสอบอุปกรณ์
4. ออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ และแอพพลิเคชั่นสั่งซื้อสินค้า
5. ทดสอบการทำงานของแต่ละระบบ และทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมเพื่อนำปัญหาข้อผิดพลาด มาทำการแก้ไข
6. ทดสอบการทำงานของโครงงานที่พัฒนา สรุปผลการดำเนินงาน และจัดทำรูปเล่มรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 รายละเอียดปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมา วัตถุประสงค์ ขอบเขต ขั้นตอนในการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และรายละเอียดภายในปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย เทคโนโลยีการส่งผ่านข้อมูลไร้สาย การเก็บฐานข้อมูล หลักการทำงานโปรแกรม C# อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อการทำงาน การใช้งานโปรแกรม MySQL และหลักการทำงานของโปรแกรม C++

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน กล่าวถึงการออกแบบวงจรของเครื่องจ่ายสินค้า การออกแบบตัวเครื่อง

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน กล่าวถึงการทดลองของเครื่องส่งสินค้าอัตโนมัติ และการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ กล่าวถึงการสรุปผลการทำปริญญานิพนธ์ ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินงาน การแก้ปัญหาและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี/เดือน									
	พ.ศ.2560					พ.ศ.2561				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค..
จำทำแบบเสนอโครงการวิจัย										
ศึกษารายละเอียดโดยรวบรวมข้อมูลในการทำโครงงาน										
จัดเตรียมอุปกรณ์ ทำการทดสอบอุปกรณ์ และจัดเตรียมพื้นที่										
พัฒนาระบบ การควบคุมมอเตอร์ และออกแบบหน้าจอผู้ใช้งาน										
พัฒนาระบบการสื่อสารระหว่าง Arduino และคอมพิวเตอร์										
นำระบบที่พัฒนามาทำการทดสอบร่วมกัน										
ปรับแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดสอบ										
จัดทำรูปเล่มรายงาน										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การสร้างเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติมีการนำความรู้ในด้านต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องทั้งในด้านการออกแบบ การวางโครงสร้างการควบคุม และการนำไปใช้งาน ซึ่งสิ่งที่เกี่ยวข้องทั้งหมดนี้นั้นได้ถูกนำมาศึกษาทั้งสิ้น

2.1 Hardware

2.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะคือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือ หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม และเป็นอีอีพรอม (EEPROM) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมากที่ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (Bus) คือ เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

ประเภทของไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR

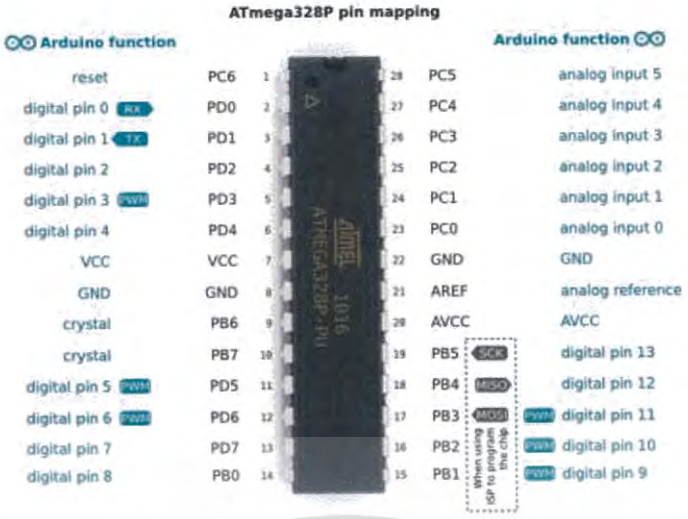
AVR เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลหนึ่งผลิตโดยบริษัท Atmel AVR อยู่ในรูปแบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) มีลักษณะสถาปัตยกรรมเป็นแบบ RISC (Reduced Instruction Set Computing) มีการรวบรวมเอาหน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit) มีหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALU : Arithmetic Logic Unit) วงจรรับอินพุต (Input Port) วงจรส่งสัญญาณเอาต์พุต (Output Port) หน่วยความจำ (ROM, RAM : Memory) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Oscillator) ไว้ด้วยกัน โดยใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูก ในการปฏิบัติงานใน 1 คำสั่งทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการทำงานได้อย่างอิสระ

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328P

ATmega328P เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต (Bits) ที่มีสถาปัตยกรรม RISC (Reduced Instruction Set Computing) ทำให้การประมวลผลมีความเร็ว 1 คำสั่งต่อ 1 รอบนาฬิกาหรือหน่วยประมวลผลกลางสามารถประมวลคำสั่งได้ 1 ล้านคำสั่งต่อวินาที (MIPS/MHz) ดังรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.1 ลักษณะของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328P

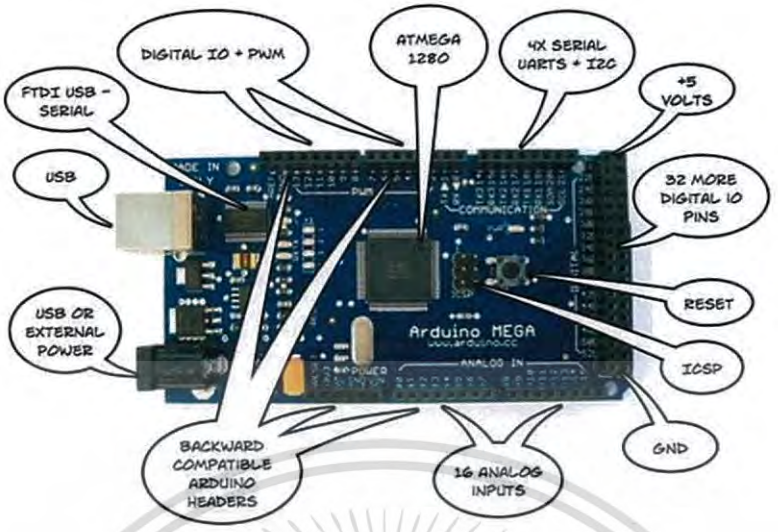
2.1.2 บอร์ดอาดูโน (Arduino Board)

บอร์ดอาดูโนเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ดอาดูโนถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายเหมาะแก่การนำไปเริ่มต้นทำการศึกษาและสามารถนำไปดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือตัวโปรแกรมต่อไปอีกด้วย โดยโครงงานนี้ทำการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATmega328P ของบริษัท Atmel เป็น MCU (Multipoint Control Unit) ประจำบอร์ดโดย MCU รุ่นนี้มีขาทั้งหมด 28 ขา ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 ตัวบอร์ด Arduino MEGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของ Arduino MEGA



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบบนตัวบอร์ด Arduino MEGA

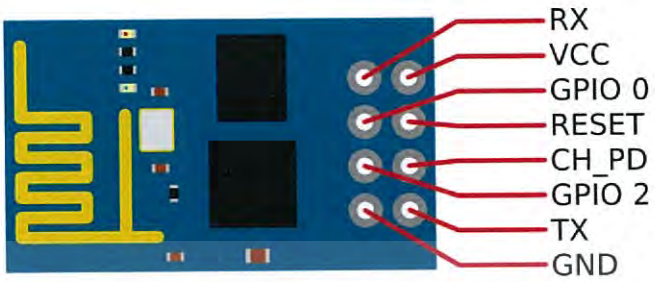
2.1.3 โมดูล Wi-Fi ESP8266

ESP8266 คือ โมดูล Wi-Fi ที่มีความพิเศษตรงที่ตัวมันสามารถโปรแกรมลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป ESP8266 เป็นชื่อของชิพไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (Flash Memory) ในตัว ทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (External Flash Memory) ในการเก็บโปรแกรมที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3 V - 3.6 V การนำไปใช้งานร่วมกับเซนเซอร์อื่นๆ ที่ใช้แรงดัน 5 V ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันมาช่วย เพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200 mA ความถี่คริสตอล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น LCD ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยม Arduino มาก ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 โมดูล ESP8266 รุ่น ESP-01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุ่น ESP-01 เป็นรุ่นที่เหมาะสำหรับการเรียนรู้ และเหมาะสำหรับนำไปใช้งานงานที่โปรแกรมเล็กๆ มีขาทั้งหมด 8 ขา ได้แก่ VCC CH_PD Reset Rx Tx GPIO0 GPIO2 และ GND โมดูลนี้ทำงานได้ค่อนข้างที่จะช้ามาก หากมีการเขียนโปรแกรมที่ไม่รัดกุมพอหรือมีคำสั่งทำงานมากๆ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ลักษณะขาสัญญาณของตัวโมดูล ESP-01

2.1.4 Servo Motor

Servo Motor เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของมัน (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะความเร็ว มุมการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed), ควบคุมแรงบิด (Torque), ควบคุมแรงตำแหน่ง (Position), ระยะทางในการเคลื่อนที่แบบหมุน (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 Servo Motor

ประเภทของ Servo Motor

โดยทั่วไปจะมีทั้ง DC Servo Motor และ AC Servo Motor ในเครื่องจักรรุ่นเก่าๆ ซึ่งจะพบว่า DC Servo Motor มีการใช้เครื่องจักรกลอุตสาหกรรมมากกว่า AC Servo Motor เนื่องจากช่วงที่ผ่านมาการควบคุมกระแสสูงๆ นั้นจะต้องใช้ SCRs แต่ปัจจุบันทรานซิสเตอร์ได้พัฒนาขีดความสามารถให้ตัดต่อกระแสสูงและใช้งานได้ที่ความถี่สูงขึ้น จึงทำให้ระบบควบคุมแบบ AC และ Servo ได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น ซึ่งสามารถแยกประเภทของ Servo ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่มีแปรงถ่าน (Brush Type)

Servo ชนิดนี้ที่สเตเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร ในส่วนของโรเตอร์นั้นยังใช้แปรงถ่านและคอมมิวเตอร์เรียงกระแสเข้าสู่ขดลวดอาร์เมเจอร์ เหมือนกับดีซีมอเตอร์ทั่วไป

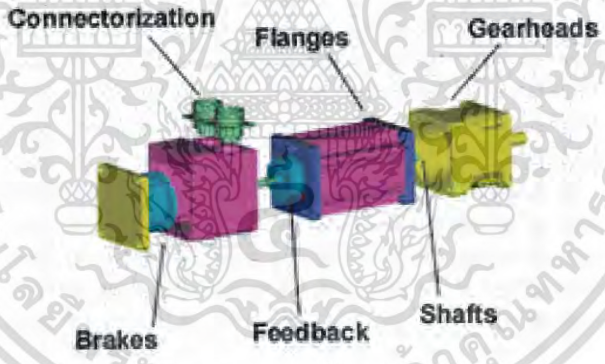
2. เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless Type)

Servo ในกลุ่มนี้ประกอบด้วยดีซีเซอร์โว (DC Brushless Servo โรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร) และเอซีเซอร์โว (AC Servo) มีทั้งแบบซิงโครนัสเซอร์โว อะซิงโครนัสเซอร์โว และสเตปปิ้งเซอร์โวมอเตอร์

โครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์

ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของระบบควบคุมเซอร์โวก็คือ การใช้งานจะต้องเป็นแบบ Closed Loop เท่านั้น การใช้งานระบบควบคุมเซอร์โวไม่สามารถเลือกควบคุมเป็นแบบ Open Loop ได้เหมือนกันระบบขับเคลื่อนเอซี (AC Drives) การตอบสนองของระบบเซอร์โว เช่น อัตราเร่ง แรงบิด และตำแหน่งที่ควบคุม จะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์หากไม่มีสัญญาณป้อนกลับไปยังชุดขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์

การควบคุมการทำงานในระบบนี้ อุปกรณ์ป้อนกลับหรือเอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) จะมีบทบาทความสำคัญอย่างยิ่งเสมือนกับเป็นของคู่กันชนิดที่เรียกว่าขาดซึ่งกันและกันไม่ได้ ในทางปฏิบัติจึงทำเซอร์โวมอเตอร์และเอ็นโค้ดเดอร์ถูกออกแบบและผลิตสร้างขึ้นมาคู่กันในลักษณะเป็นแพ็คเกจ (Package ซึ่งมี Encoder ติดอยู่ที่ส่วนท้ายของมอเตอร์ ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของ Servo Motor

โดยที่

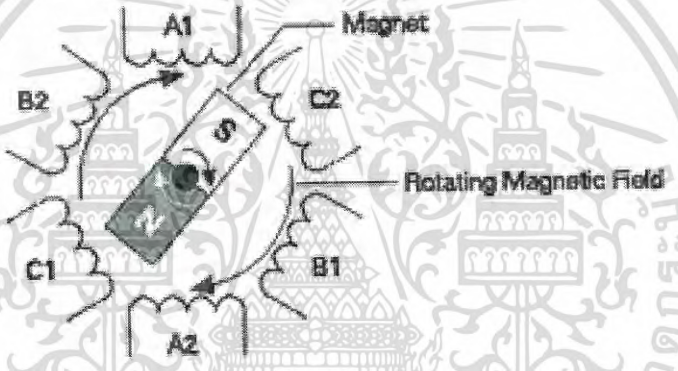
Gearheads	= เกียร์สำหรับลดความเร็วรอบเพื่อเพิ่มแรงบิด
Shafts	= เพลาของมอเตอร์
Flanges	= หน้าแปลนสำหรับติดตั้งมอเตอร์
Feedback	= อุปกรณ์ป้อนกลับหรือ Encoder
Connectorization	= ขั้วต่อสายไฟเข้ามอเตอร์ และขั้วต่อสายสำหรับ Encoder
Breakes	= ชุดเบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้จะคล้ายกับการทำงานของซิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส กล่าวคือ เมื่อมีการควบคุมให้คอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ แกนเหล็กของสเตเตอร์จะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า และหมุนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แปรผันตามความถี่ ซึ่งเรียกว่า ความเร็วซิงโครนัส (Synchronous Speed) หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน และจะดูดให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรหมุนเคลื่อนที่ตาม

จากลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์ และหลักการทำงานที่เหมือนกับซิงโครนัสมอเตอร์ซึ่งเป็นมอเตอร์แบบเอซี แต่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) ไม่มีซี่คอมมิวเตเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกขานแตกต่างกันออกไป เช่น เรียกทับศัพท์ว่า Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) ซึ่งหมายถึงซิงโครนัสมอเตอร์ที่ไม่มีแปรงถ่าน บางก็เรียกว่า เอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo Motor) หรือบ้างก็เรียกสั้นๆ ย่อๆ ว่า AC Brushless หรือ Brushless Motor เป็นต้น ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การทำงานของ AC Servo Motor

2.1.5 Stepper Motor

Stepper Motor คือ มอเตอร์ที่มีการหมุนเป็นขั้นๆ โดยแกนของมอเตอร์จะหมุนด้วยมุมค่าคงที่เมื่อมีสัญญาณ Pulse มากระตุ้น เช่น 0.9, 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 45 องศาต่อสเตป เนื่องจากการควบคุมสเตปเปอร์มอเตอร์สามารถใช้สัญญาณดิจิตอลควบคุมได้โดยตรง และสามารถบังคับทิศทางและความเร็วของแกนหมุนสเตปเปอร์มอเตอร์เป็นที่นิยมมาใช้ในงานควบคุม เช่น เครื่องปริ้นท์เตอร์, X-Y Table โดยปริญญานิพนธ์นี้เลือกใช้ Stepper Motor รุ่น NEMA-17 ที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง โดยจะเคลื่อนที่หมุนเป็นสเตป (Step) เหมาะสำหรับงานควบคุมที่ต้องการความละเอียดและแม่นยำ ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 Stepper Motor รุ่น NEMA-17

ในการควบคุมสเตปปิ้งมอเตอร์เพื่อที่จะให้ทำการหมุน มีวิธีการควบคุมกระแสไฟที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ (Stator) ในแต่ละเฟสของสเตปปิ้งมอเตอร์ อย่างเป็นลำดับที่แน่นอน โดยถ้าหากต้องการให้กระแสไหลในเฟสใดๆ ก็จะทำให้สถานะของเฟสนั้นๆ เป็นสถานะลอจิก "1" และในการกระตุ้นเฟสของของสเตปปิ้งมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

1. การกระตุ้นเฟส แบบฟูลสเตปมอเตอร์ (Full Step Motor)

การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเตป 1 เฟส (Single-phase Driver) หรือแบบเวฟ แสดงดังตารางที่ 2.1 จะเป็นการป้อนกระแสไฟให้กับขดลวด ของสเตปปิ้งมอเตอร์ทีละขด โดยจะป้อนกระแสเรียงตามลำดับกันไป ดังนั้นกระแสที่ไหลในขดลวด จะทำการไหลในทิศทางเดียวกันทุกขด ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้แรงขับของสเตปปิ้งมอเตอร์มีน้อย

ตารางที่ 2.1 ลำดับการป้อนกระแสแบบเฟสเดียว

Step	Phase A	Phase B	Phase A'	Phase B'
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	Back to Step 1			

การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเตป 2 เฟส (Two-phase Driver) แสดงดังตารางที่ 2.2 เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด ของสเตปปิ้งมอเตอร์พร้อมๆ กันไป และจะกระตุ้นเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟส ดังนั้นการกระตุ้นแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้น และจะทำให้มีแรงบิดของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ลำดับการป้อนกระแสแบบสองเฟส

Step	Phase A	Phase B	Phase A'	Phase B'
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1
5	Back to Step 1			

2. การกระตุ้นเฟส แบบฮาลฟ์สเตป (Half Step Motor)

การกระตุ้นเฟสแบบฮาลฟ์สเตป หรือ One-two Phase Driver คือการกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเตป 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกันไป แสดงดังตารางที่ 2.3 แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้จะมีเพิ่มมากขึ้น เพราะช่วงของสเตปมีระยะสั้นลง ในการกระตุ้นแบบนี้จะต้องมีการกระตุ้นที่เฟสถึง 2 ครั้ง จึงจะได้ระยะของสเตปเท่ากับการกระตุ้นเพียงครั้งเดียวของแบบฟูลสเตป 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนตำแหน่งองศาต่อสเตป ก็เป็นสองเท่าของแบบแรก ความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีมากขึ้น

ตารางที่ 2.3 ลำดับการป้อนกระแสแบบครึ่งเฟส

Step	Phase A	Phase B	Phase A'	Phase B'
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1
9	Back to Step 1			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 A4988 Stepper Driver

A4988 เป็นโมดูลบอร์ดสำหรับควบคุม Stepper Motor โดยเฉพาะ และยังเป็นหนึ่งในโมดูลที่ได้รับความนิยมสูงอีกด้วยสามารถควบคุม Stepper Motor แบบ Bipolar ซึ่งเป็น Stepper แบบพื้นฐานที่ได้รับความนิยมสูงเช่นเดียวกัน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น งานหุ่นยนต์, เครื่อง CNC หรือ 3D Printer เป็นต้น

Stepper Motor ที่ใช้แรงดันต่ำกว่า 8 V ก็สามารถใช้ A4988 ได้เช่นกัน โดยโมดูลจะทำหน้าที่ปรับแรงดันให้กับมอเตอร์ ตามความเหมาะสมโดยอ้างอิงจากการปรับ Current Limit เพื่อให้มอเตอร์ได้รับแรงดันที่ไม่มากจนเกินไป

โครงสร้างของ A4988 Stepper Driver

A4988 มีขาใช้งานทั้งหมด 16 ขา ซึ่งแบ่งเป็นขาไฟเลี้ยง 4 ขา, คอนโทรล 8 ขาและ Output 4 ขา ดังนี้ ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ลักษณะขาสัญญาณของโมดูล A4988

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 อธิบายขาสัญญาณของโมดูล A4988

VMOT	V Motor ไฟเลี้ยงของมอเตอร์ ตั้งแต่ 8-35 V
GND (1)	Ground ของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงมอเตอร์
2B	Output ไปยังสายไฟของมอเตอร์เส้น 2B
2A	Output ไปยังสายไฟของมอเตอร์เส้น 2A
1A	Output ไปยังสายไฟของมอเตอร์เส้น 1A
1B	Output ไปยังสายไฟของมอเตอร์เส้น 1B
VDD	ไฟเลี้ยง Logic 3-5.5 V
GND (2)	Ground ของไฟเลี้ยง Logic
DIR	Direction
STEP	Step Pulse
Sleep	การเข้าสู่ Sleep Mode
Reset	Reset การทำงาน
MS3	ปรับ Step Resolution
MS2	ปรับ Step Resolution
MS1	ปรับ Step Resolution
Enable	Output Disable/Enable

การต่อใช้งานของ A4988 Stepper Driver

1. VMOT และ GND คือ ขาสำหรับไฟเลี้ยงมอเตอร์ 8 V - 35 V มอเตอร์จะนำไฟเลี้ยงจากส่วนนี้ไปใช้ ซึ่งประกอบด้วย แรงดันและกระแสตาม Spec ที่มอเตอร์ต้องการ

2. ขา 2B - 1B ต่อเข้ากับสายไฟของมอเตอร์ตามขั้วที่บอกมาใน Datasheet ของมอเตอร์นั้นๆ

3. VDD และ GND คือ ขาไฟเลี้ยง Logic 3 - 5.5 V ที่จะกำหนดสถานะ HIGH/LOW ให้เฟสต่างๆ ของมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์เกิดการหมุนตามต้องการ โดยทั่วไปอาจจะใช้ไฟ 5 V จาก Arduino โดยตรงเลย ควรนำแหล่งจ่าย 5 V ภายนอกมาต่อแทน ในกรณีที่วงจรมีอุปกรณ์ไฟฟ้ามากๆ เพราะไฟ 5 V ของ Arduino อาจจ่ายกระแสได้ไม่เพียงพอ

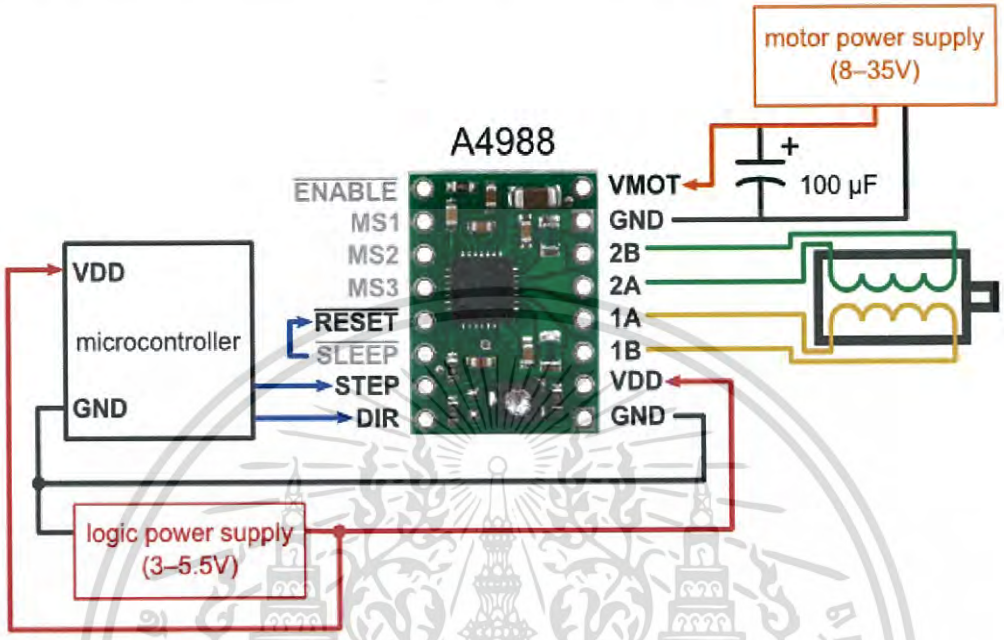
4. DIR และ STEP คือ ขาควบคุมการหมุนของมอเตอร์ ซึ่งจะเป็นการระบุทิศทาง องศา และความเร็วในการหมุน โดยจะต่อเข้ากับ Pin Control ที่กำหนดไว้ใน Code ของ Arduino

5. Sleep และ Reset สองขานี้จะต่อเข้าด้วยกัน เนื่องจากขา Sleep จะทำหน้าที่ส่งกำลังไฟฟ้าน้อยที่สุดที่ทำได้ให้มอเตอร์ ในขณะที่มอเตอร์ยังไม่หมุน เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน ส่วนขา Reset จะกำหนดจุดเริ่มแรกหรือ Home State ในการหมุนของมอเตอร์ ซึ่งถ้าปล่อยขานี้ให้ว่างไว้ หรือเป็น LOW จะทำให้มอเตอร์ไม่หมุน (Disable) ดังนั้นจึงต้องต่อขา Sleep เข้ากับขา Reset เพื่อให้มอเตอร์อยู่ในโหมด Enable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. MS1 - MS3 ทั้ง 3 ขานี้จะใช้ในการกำหนด Step Resolution ของ Stepper Motor ซึ่งถือเป็นอีกหนึ่งสิ่งที่น่าสนใจในการใช้งาน Stepper ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

7. Enable ขาสุดท้ายนี้ จะถูกปล่อยให้เป็น LOW ตลอดการใช้งาน เนื่องจากถ้ามีสถานะมีสถานะเป็น HIGH จะทำให้ Output ไปยัง Motor เป็น Disable Mode ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การต่อใช้งานของ A4988 Stepper Driver

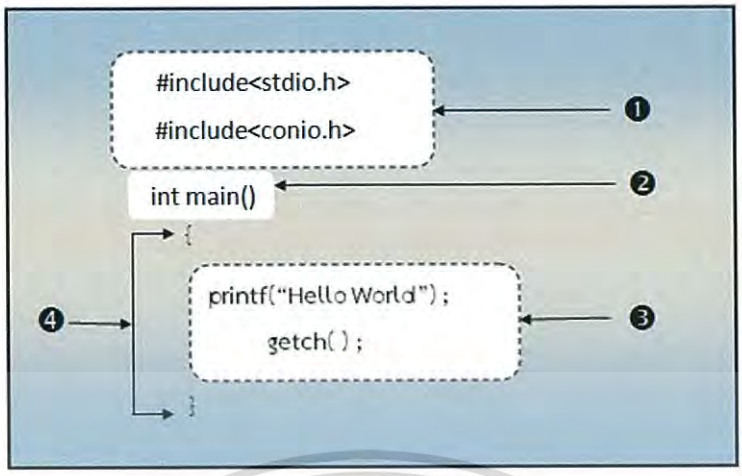
2.2 Software

2.2.1 ภาษา C++

เป็นภาษาของโปรแกรม C รุ่นใหม่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ถูกพัฒนาขึ้นโดย Dr. Bjarne Stoustrup ภาษา C++ เกิดจากแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพภาษา C โดยได้นำความสามารถของภาษา C มาพัฒนาทำให้ภาษา C++ สามารถทำในสิ่งที่ภาษา C ทำได้ แต่สิ่งที่ภาษา C++ ทำได้ ภาษา C อาจไม่สามารถทำได้ โดยข้อดีของภาษา C++ นั้นมีการทำงานที่รวดเร็วมากเมื่อเทียบกับภาษาอื่น และยังสามารถทำงานร่วมกับ Hardware ได้ โดยที่โปรแกรมภาษาบางโปรแกรมอาจจะไม่สนับสนุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของภาษา C++



รูปที่ 2.13 โครงสร้างของภาษา C++

1. ส่วนหัวของโปรแกรม (Header File) เป็นการเรียกใช้ Header File เข้ามาร่วมใช้งานภายในโปรแกรม โดยไฟล์ Header เป็นไฟล์ที่ใช้ในการรวบรวมฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ที่สามารถเรียกใช้ได้ เช่น stdio.h เป็นไฟล์ Header ที่รวบรวมเกี่ยวกับฟังก์ชันมาตรฐานทางด้านการรับข้อมูล (Input) และแสดงผลข้อมูล (Output)

2. ส่วนฟังก์ชัน เป็นส่วนเขียนคำสั่งควบคุมการทำงาน โดยในการเขียนโปรแกรมทุกครั้งจะต้องมีฟังก์ชัน main() ทำหน้าที่เป็นฟังก์ชั่นหลักในการประมวลผลโปรแกรมทุกครั้ง

3. ส่วนตัวโปรแกรม เป็นส่วนในการเขียนคำสั่งต่างๆ เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน โดยส่วนของการเขียนโปรแกรมจะแบ่งได้เป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนของการประกาศตัวแปร และส่วนของคำสั่ง

4. ส่วนของการเปิดและปิดโปรแกรม ตามโครงสร้างของภาษา C จะต้องมีการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดจบโปรแกรม โดยใช้เครื่องหมายปีกกาเปิดในการระบุตำแหน่งการเริ่มต้นโปรแกรม และใช้เครื่องหมายปีกกาปิดในการระบุตำแหน่งการจบโปรแกรม

2.2.2 ภาษา C#

ภาษา C# เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง ที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบัน และเป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสำหรับผู้ที่เริ่มต้นสนใจที่จะเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งภาษา C# ถูกพัฒนามาจากภาษา C++ และมีโครงสร้างแบบเชิงวัตถุ (Object-oriented Programming) โดยใช้ Visual Studio เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่ง Visual Studio เป็นเครื่องมือที่คอยอำนวยความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ไม่ยากนัก ภาษา C# ได้รวบรวมข้อดีของภาษาต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นภาษา Java, ภาษา C และภาษา C++ โดยมีข้อดีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เป็นภาษาที่เขียนง่าย ไม่ซับซ้อนและเรียบง่าย เพราะคล้ายภาษา Java ภาษา C และภาษา C++ ทำให้หลายคนเข้าใจได้ไม่ยาก

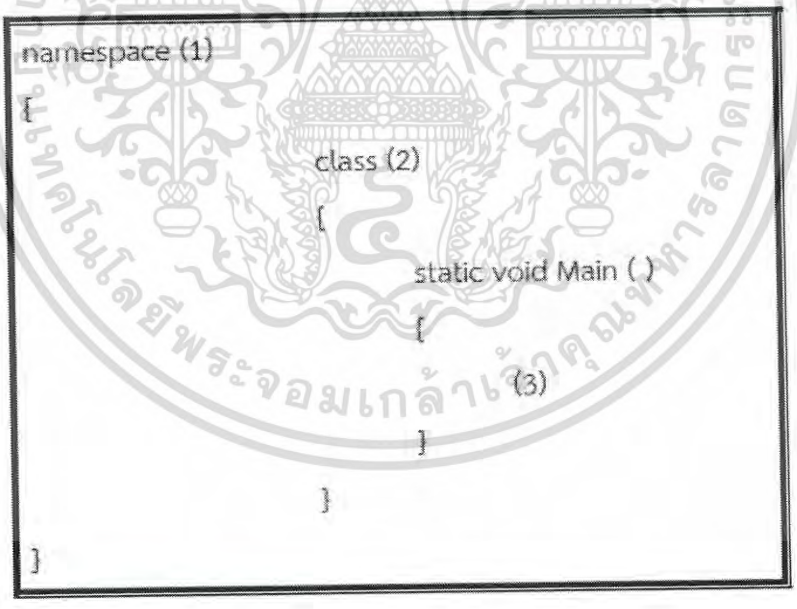
2. เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ยุคใหม่ ที่ถูกสร้างขึ้นมาสำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภายใต้แนวคิด .NET Framework ซึ่งเป็นแนวคิดที่ได้รับความนิยมสูงที่สุดในปัจจุบัน

3. เป็นภาษาที่ถูกออกแบบมาให้ทำงานบน .NET Framework โดย .NET Framework เป็นรูปแบบในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ ซึ่งบริษัทไมโครซอฟท์เป็นผู้พัฒนา ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญของ .NET Framework ก็คือ ผู้ใช้งานสามารถใช้งานบนระบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือระบบปฏิบัติการ (Operating System) ที่แตกต่างกันได้อย่างไม่มีปัญหา เช่น เครื่องพีซีกับเครื่องแมค หรือระบบปฏิบัติการวินโดว์กับระบบปฏิบัติการแมคอินทอช เป็นต้น ดังนั้นผู้เขียนโปรแกรมจึงสามารถเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใหม่ๆ ได้โดยง่าย รวดเร็ว และไม่ต้องติดข้อจากัดต่างๆ อย่างเช่นการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในสมัยก่อนอีกต่อไป

4. เป็นภาษาที่แข็งแกร่ง เพราะเป็นภาษาที่ได้มีการแก้ไขข้อบกพร่องบางอย่างของภาษา Java ภาษา C และ ภาษา C++ เหล่านั้น ทำให้ภาษา C# เป็นภาษาที่มีความสมบูรณ์ตามแบบฉบับของโครงสร้างแบบเชิงวัตถุ (Object-oriented Programming)

โครงสร้างของภาษา C#

โครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐานจะประกอบด้วยส่วนของโปรแกรมหลักแต่จะไม่มีส่วนของโปรแกรมย่อย (Subroutine) โดยแสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 โครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. หมายเลข (1) เป็นการระบุชื่อของ namespace ซึ่งใช้ในการกำหนดขอบเขตให้กับคลาสต่างๆ รวมถึงใช้ในการจัดโครงสร้างของโปรแกรมขนาดใหญ่ให้เป็นสัดส่วนอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ซับซ้อนโดยมีผู้เขียนโปรแกรมหลายคน นอกจากนี้การกำหนด namespace ยังช่วยป้องกันปัญหาการตั้งชื่อคลาสหรือค่าคงที่อื่นๆ ซ้ำกันได้

2. หมายเลข (2) เป็นการระบุชื่อของ class

3. หมายเลข (3) เป็นการะบุพื้นที่สำหรับคำสั่งต่างๆ ที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการให้คอมพิวเตอร์ปฏิบัติตาม

นอกจากนี้ ในบางกรณี ผู้เขียนโปรแกรมสามารถที่จะไม่เขียนในส่วนของ namespace ได้ ถ้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นมีขนาดเล็ก และไม่ซับซ้อนมากนัก ซึ่งการที่ไม่เขียนในส่วนของ namespace จะถือว่า class ที่ถูกสร้างขึ้นมาอยู่ใน namespace กลาง โดยแสดงดังรูปที่ 2.15

```
class (2)
{
        static void Main ( )
        {
                (3)
        }
}
```

รูปที่ 2.15 โครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐาน กรณีไม่เขียนในส่วนของ namespace

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง โครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐาน ซึ่งจะแสดงข้อความ Hello C# ออกทางจอภาพ และจากนั้นรอจนกว่าผู้ใช้งานจะกด Enter แล้วจบการทำงาน

กรณีที่ 1 เขียนในส่วนของ namespace โดยแสดงดังรูปที่ 2.16

```
namespace HelloApp
{
        class HelloC#
        {
                static void Main ( )
                {
                        System.Console.WriteLine ("Hello C#");
                        System.Console.ReadLine ( );
                }
        }
}
```

รูปที่ 2.16 ตัวอย่างโครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐาน กรณีเขียนในส่วนของ namespace

กรณีที่ 2 ไม่เขียนในส่วนของ namespace โดยแสดงดังรูปที่ 2.17

```
class HelloC#
{
        static void Main ( )
        {
                System.Console.WriteLine ("Hello C#");
                System.Console.ReadLine ( );
        }
}
```

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างโครงสร้างโปรแกรมภาษา C# ขั้นพื้นฐาน กรณีไม่เขียนในส่วนของ namespace

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 SolidWorks

SolidWorks พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1995 โดยบริษัท Dassault System ในฝรั่งเศสเป็นซอฟต์แวร์เพื่อให้นักออกแบบใช้ เป็นเครื่องมือในการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อสร้างตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำลองใน Computer ก่อนที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจริง โดยตัวซอฟต์แวร์จะจัดอยู่ในตระกูล CAD (Computer Aided Design) ซึ่งสามารถสร้างชิ้นงานจำลองในรูปแบบ 3D Solid Models เป็นแบบงานแยกชิ้น (Part) และแบบงานประกอบ (Assembly) เพื่อนำไปสร้างเป็น 2D Standard Engineering (CADD = Computer Aided Design and Drafting) โปรแกรม SolidWorks เป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงมากคือ สามารถที่จะทำงานมากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นชิ้นงานที่ต้องขึ้นเป็น Solid หรือ Surface ก็มีเครื่องที่รองรับเป็นอย่างดี เมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยสามารถที่จะประกอบชิ้นงานได้ใน Mode ของชุดคำสั่ง Assembly รวมทั้งผู้ต้องการ Drawing ของชิ้นงาน ก็เพียงลากชิ้นงานมาวางในใบงานแล้วขนาด จะมองเห็นได้ว่าผู้ใช้งาน สามารถ ที่จะประหยัดเวลาในการทำงานและสนุกกับการทำงานอีกด้วย

ประสิทธิภาพของ SolidWorks เป็นการเจาะลึกให้นักออกแบบสามารถสร้างชิ้นงานจำลองทางด้าน Mechanical Engineering Design ได้อย่างสมบูรณ์แบบ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการคำนวณทางวิศวกรรม และการตรวจสอบความผิดพลาดของ 3D Solid Models เพื่อลดต้นทุนในการผลิต และลดระยะเวลาการทำงานในการออกแบบ

ลักษณะการทำงาน

SolidWorks แบ่งหมวดการทำงานหลักออกเป็น 3 หมวดคือ Part, Assembly และ Drawing โดยรูปแบบการทำงานทั้ง 3 หมวดมีลักษณะการใช้งานดังนี้

1. Feature-based Modeling คือ การออกแบบซอฟต์แวร์ให้สามารถทราบถึงคุณสมบัติต่างๆ ของ Solid Model ที่สร้างขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลงและแก้ไข Model ในลำดับการทำงานแต่ละขั้นได้ง่ายและรวดเร็ว

2. Parametric Model คือ การออกแบบซอฟต์แวร์ซึ่งใช้เงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ในการแก้ไขขนาดรูปร่าง ทางเรขาคณิตของ Model ที่สร้างขึ้นมา

3. Solid Model คือ แบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ที่สามารถแสดงค่าต่างๆ เช่น Density, Material, Mass, Weight เป็นต้น และยังสามารถมองเห็น 3D Model ได้ทุกมุมมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการทำงานในโปรแกรม SolidWorks สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. Assembly Mode เป็นหมวดการนำ Part Model เข้าไปประกอบเป็นเครื่องจักรกลหรือกลไกต่างๆ และมีเงื่อนไขเป็น Feature Base และ Parametric เช่นเดียวกับ Part Model โดย Part Model และ Assembly จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เมื่อทำการแก้ไขในหมวดใดอีก หรือมีการประกอบที่ซ้อนหรือทับกันหมวดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการแก้ไขไปด้วย การทำงานใน Assembly สามารถช่วยให้นักออกแบบหรือวิศวกรสามารถตรวจสอบความผิดพลาดในการสร้าง Part ได้โดยการใช้คำสั่งต่างๆ เช่น คำสั่ง Interference Detection เพื่อตรวจสอบการขัดกันเมื่อมีการเคลื่อนที่ โดยใช้คำสั่ง Move Component เพื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่ของกลไก คำสั่ง Simulation เพื่อจำลองต้นกำลังในการทำงานจริงของเครื่องจักร หรือหากชิ้นงานจำลองที่ออกแบบมีข้อผิดพลาดก็สามารถแก้ไข Part ใน Assembly ได้เลย ทำให้การออกแบบเป็นเรื่องง่าย และผู้ออกแบบจะสนุกกับการทำงาน Design

การทำงานใน Assembly Mode

Assembly คือ การนำ 3D Models ต่างๆ ที่สร้างเสร็จแล้วใน Part Mode ไปวางในหน้าต่างAssembly เพื่อทำการประกอบ โดยการใช้คำสั่ง Mate หรือ Smart Mate

2. Drawing Mode

Drawing Mode เป็นหมวดการทำงานเพื่อสร้าง 2D Standard Engineering โดยในหมวดนี้เป็นการสร้างมุมมองและกำหนดรายละเอียดตามระบบมาตรฐานต่างๆ โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.1. Generative Drafting ซึ่งเป็นการสร้าง 2D Sketch และ Interaction Drafting ซึ่งเป็นการนำ 3D Model จาก Part และ Assembly มาวางใน Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting จะมีลักษณะเป็น Parametric และ Relation เช่นกัน แต่จะไม่สามารถใช้คำสั่งใน Drawing Commands ได้ เพราะคำสั่งต่างๆ จะต้องอ้างอิงกับ 3D Model

2.2. Interaction Drafting คือ การนำ 3D Model จาก Part และ Assembly มาวาง Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting การทำงานในหมวดนี้สามารถใช้คำสั่งจาก Annotation Command และ Drawing Command เพื่อสร้างมุมมองและกำหนดรายละเอียดได้โดยอัตโนมัติ

2.2.4 MySQL

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่น เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่น ทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-side Script) เช่น ภาษา PHP ภาษา aps.net เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับ Web Development Platform เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C, C++, Java, Perl, PHP, Python, TCL, หรือ ASP และยังสนับสนุนการใช้งานบนระบบปฏิบัติการมากมาย เช่น UNIX OS/2 MAC OS Windows และเป็นระบบฐานข้อมูล Open Source นั่นคือผู้ใช้งาน MySQL ทุกคนสามารถใช้งานและปรับแต่งการทำงานได้ตามต้องการ และนำมาใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ ที่ถูกนำไปใช้งานมากที่สุดจึงได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาระบบ

3.1 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัตินั้น จำเป็นต้องนำความรู้และรายละเอียดทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์มาผสมผสานกัน ซึ่งฮาร์ดแวร์นั้นจะทำหน้าที่จ่ายสิ้นค่าและซอฟแวร์จะทำหน้าที่ประมวลผล ดังนั้นการออกแบบจึงจะกล่าวออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

3.1.1 ฮาร์ดแวร์

การออกแบบด้านและพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์นั้นมีอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งภายในเครื่องดังนี้

ตารางที่ 3.1 รายระเอียดอุปกรณ์ที่ติดตั้งในตัวเครื่อง

ชื่อ	รูปภาพ	คำอธิบาย	จำนวน
Stepping Motor		ใช้ในการขับเคลื่อนให้ระบบในเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติทำงาน	4
Servo Motor		ใช้ในการขับเคลื่อนให้ระบบในเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติทำงาน	1
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega		ใช้ติดต่อสื่อสารกับโปรแกรม Visual Studio ผ่าน Serial Port	1
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Wi-Fi ESP8266		ใช้รับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ เพื่อส่งต่อไปยัง Arduino	1

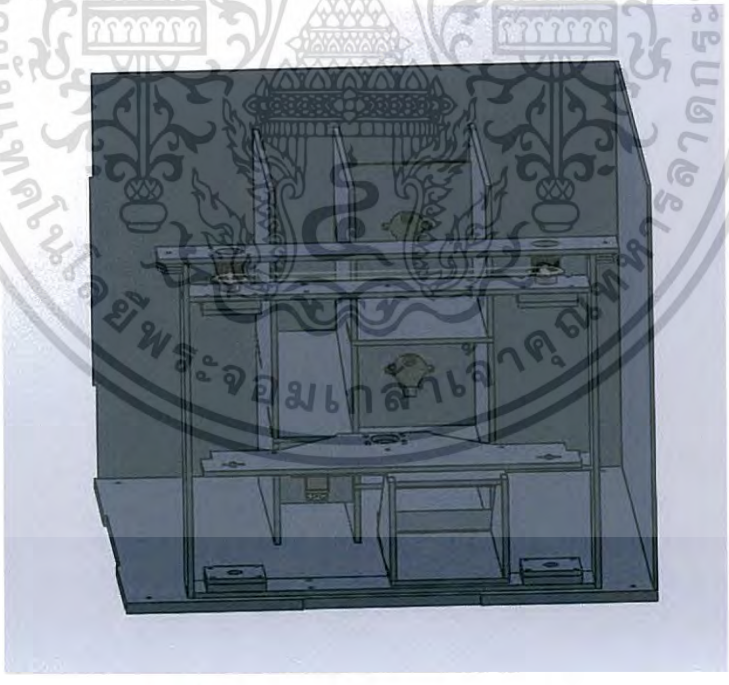
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 รายระเอียดอุปกรณ์ที่ติดตั้งในตัวเครื่อง (ต่อ)

Stepper Driver		ใช้สำหรับควบคุมในส่วนของ Stepper Motor	1
ขดลวด		ขดลวดใช้สำหรับจ่ายสินค้า ซึ่งขดลวดแต่ละอัน จะมีมอเตอร์คอยควบคุมอยู่	2
คอมพิวเตอร์		ใช้ประมวลผลข้อมูลและติดต่อสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์	1

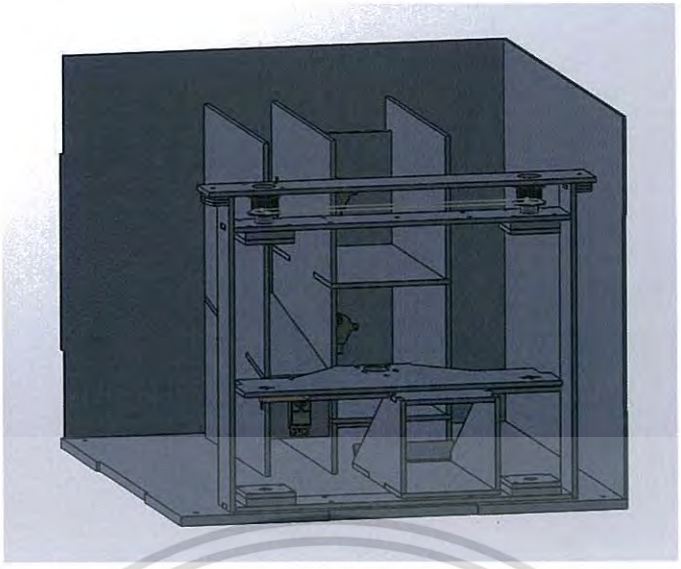
1. การออกแบบโครงสร้างภายใน

ส่วนของการออกโครงสร้างภายในนั้น ได้ออกแบบให้ตัวเครื่องมี 2 ชั้น จุดประสงค์เพื่อลดขนาดเนื้อที่ของตัวเครื่อง เพราะถ้าตัวเครื่องมีขนาดใหญ่เกินไปนั้นจะทำให้มีความยากในการเคลื่อนย้ายตัวเครื่อง และยังสามารถลดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วยดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 การออกแบบโครงสร้างภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

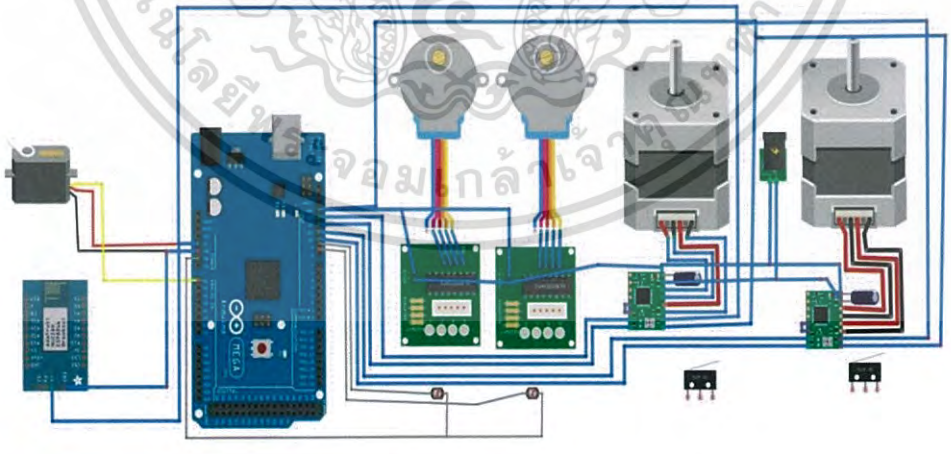


รูปที่ 3.2 การออกแบบโครงสร้างภายใน

จากรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2 มีจะการติดตั้ง Servo Motor 1 จำนวน 1 ตัว Stepper Motor จำนวน 4 ตัว และขดลวด จำนวน 2 อัน โดยส่วนตัวเครื่องที่ออกแบบนั้นจะทำจากอะคริลิกใสทั้งหมด ส่วนตัวฐานนั้นจะหนา 10 มิลลิเมตร เนื่องจากต้องรองรับน้ำหนักทั้งหมด

2. การออกแบบวงจรภายใน

การออกแบบวงจรภายในก่อนเริ่มต่อจริงจากอุปกรณ์ ทำให้สามารถวางแผนไว้ล่วงหน้าได้ และเป็นการศึกษาวงจรไปในตัวด้วย เมื่อถึงเวลาที่ตอนต่อวงจรเข้าด้วยกันนั้น จะทำให้การทำงานราบรื่นมากขึ้น และลดความเสี่ยงจากความผิดพลาดในการติดตั้งอีกด้วยดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การออกแบบวงจรภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ซอฟแวร์

ด้านของซอฟแวร์ในส่วนของฐานข้อมูลและเซิฟเวอร์ เพื่อให้เครื่องจ่ายสินค้าสามารถรับคำสั่งจากแอพพลิเคชันที่ทำการสั่งซื้อสินค้า ตรวจสอบจำนวนสินค้า ข้อมูลผู้ใช้ และนำข้อมูลส่งไปยังเครื่องจำหน่ายสินค้าเพื่อให้คอนโทรลเลอร์ควบคุมการจ่ายสินค้า

1. Microsoft Visual Studio

เป็นภาษาโปรแกรมที่สามารถทำงานได้หลากหลาย โดย Microsoft Visual Studio สนับสนุน Visual C# ที่มีโปรแกรมแก้ไขรหัสเต็มรูปแบบคอมไพเลอร์, ใช้ออกแบบ จึงง่ายต่อการใช้งาน ในการทดลองนี้จะใช้เพื่อออกแบบหน้าจอแสดงผล และประมวลผลจากการรับค่าจากผู้ใช้งานและรับ-ส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ รวมถึงใช้ติดต่อกับฐานข้อมูล เป็นโปรแกรมสำหรับติดต่อระหว่างผู้ใช้ และตัวเครื่องจ่ายสินค้าโดยใช้การติดต่อผ่านทาง Wi-Fi ผ่านทางหน้าจออินเตอร์เฟส (UI) โดยจะทำการส่งข้อมูลในรูปแบบของข้อความ (String)

โปรแกรม Microsoft Visual Studio นี้จะนำมาสร้างแอพพลิเคชั่น และเป็นสื่อกลางระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์

การออกแบบหน้าสอแสดงผล

1. หน้าจอสมัครสมาชิกเข้าสู่ระบบ ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 หน้าจอสมัครสมาชิกเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน้าจอข้อมูลผู้ใช้ ดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 หน้าจอข้อมูลผู้ใช้

3. หน้าจอสั่งซื้อสินค้า ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 หน้าจอสั่งซื้อสินค้า

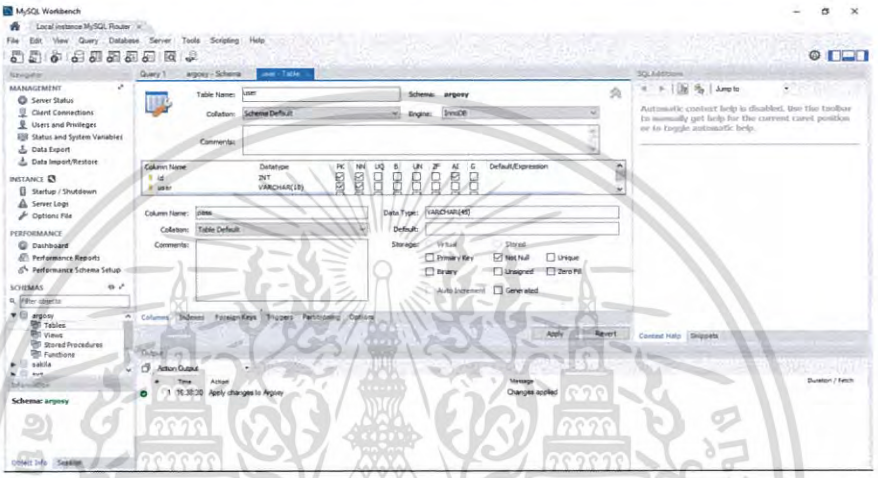
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. MySQL

MySQL เป็นโปรแกรมพื้นฐานที่มีความสามารถ ในการจัดทำฐานข้อมูล และจัดทำเซิฟเวอร์ โดยมีโปรโตรคอลพื้นฐานคือ TCP/IP โดยได้ทำการศึกษาและค้นคว้าโดยได้จัดตั้งตั้งเซิฟเวอร์สำหรับฐานข้อมูลโดยการทดสอบสร้างตารางในเซิฟเวอร์จำลองบนคอมพิวเตอร์พกพา เมื่อสามารถจำลองเซิฟเวอร์ได้สำเร็จได้ทำการจัดทำฐานข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตเซิฟเวอร์ (Google Cloud)

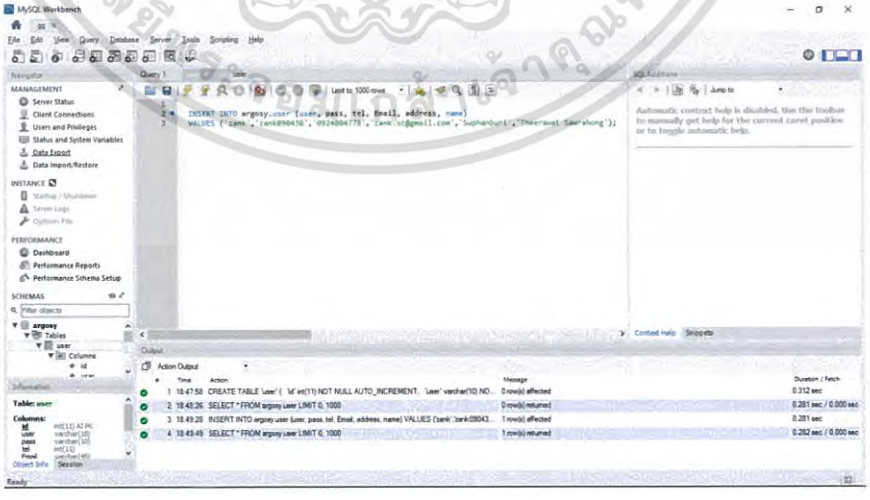
การจำลองเซิฟเวอร์

1. ทำการสร้างตารางสำหรับเก็บข้อมูลสำหรับข้อมูลผู้ใช้ โดยจำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.7 การเขียนตารางสำหรับเก็บข้อมูลสำหรับข้อมูลผู้ใช้

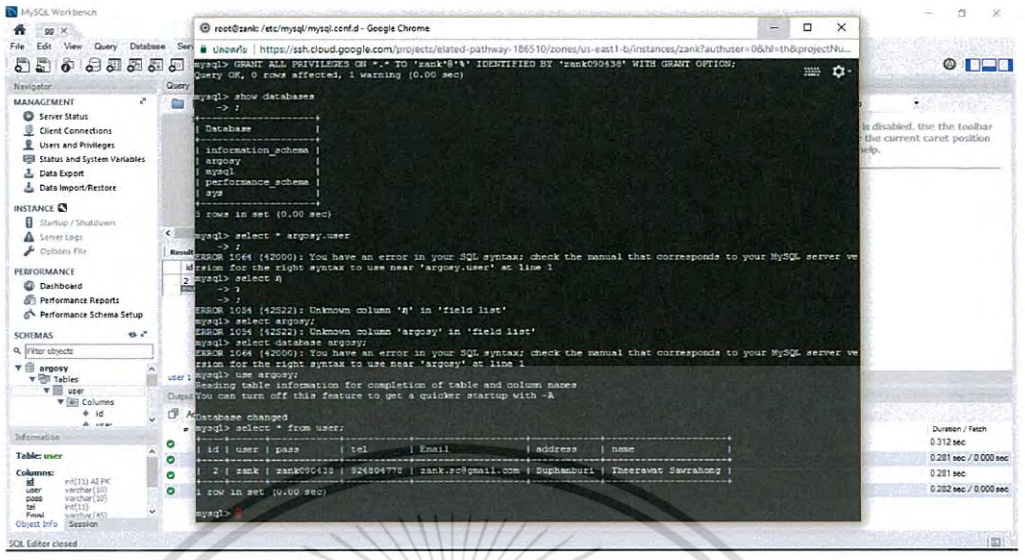
2. ทำการเพิ่มข้อมูลลงในตารางข้อมูลโดยใช้คำสั่ง’ INSERT INTO’



รูปที่ 3.8 การเขียนข้อมูลลงตารางบันทึกข้อมูล

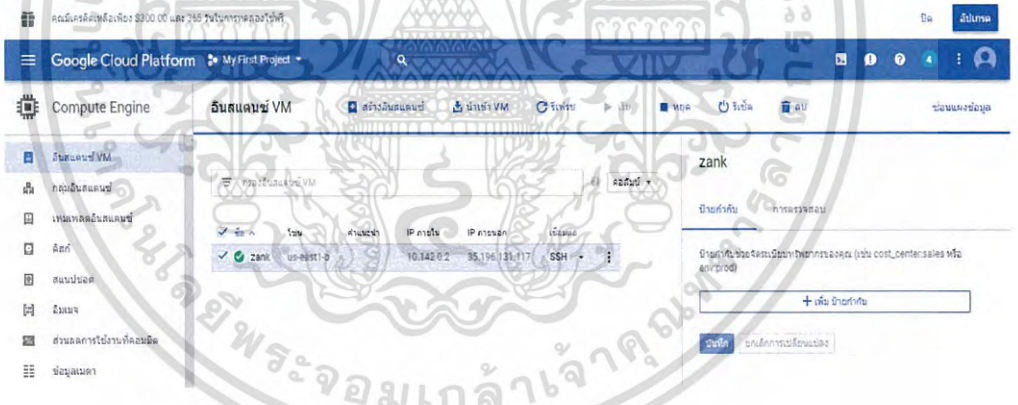
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แสดงข้อมูลที่บันทึกในตารางข้อมูล



รูปที่ 3.9 ข้อมูลที่บันทึกในตารางข้อมูล

4. ทำการจัดทำเซิฟเวอร์บน Google Cloud



รูปที่ 3.10 สถานะเซิฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อ Mysql กับ C#

โดยจะมีการประกาศจากโปรแกรม C# ให้ทำการเปิดการติดต่อกับ MySQl ที่มีที่ตั้ง ip บนอินเทอร์เน็ตโดยเมื่ออ้างอิงตำแหน่งและรหัสผ่านถูกต้องจะสามารถเชื่อมต่อได้โดยมีการเขียนโปรแกรมดังนี้

```
amespace WindowsFormsApp4

  public partial class Form1 : Form
  {
      String cn = "Server=35.196.131.117;Port=3306;Database=argosy;Uid=root;password=zank090438";
      MySqlConnection conn;
      public Form1()
      {
          InitializeComponent();
          conn = new MySqlConnection(cn);
      }
```

รูปที่ 3.11 การเชื่อมต่อ MySQL กับ C#

การเปรียบเทียบ MySQL กับฐานข้อมูล

โดยจะมีการทำการอ่านข้อมูลในฐานข้อมูลและนำค่ามาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้รับจากแอพพลิเคชันหากเปรียบเทียบข้อมูลตรงกันจะทำการแสดงหน้าต่อไป ถ้าไม่ตรงจะทำการแจ้งข้อความ "Error"

```
private void login_Click(object sender, EventArgs e)
{

    string usr = this.textBox1.Text.ToString();
    string pass = this.textBox2.Text.ToString();
    MySqlCommand coman = conn.CreateCommand();
    coman.CommandText = "SELECT * FROM user WHERE user ='" + usr + "' AND pass='" + pass + "'";
    try
    {
        conn.Open();
        MySqlDataReader reader = coman.ExecuteReader();
        if (reader.Read())
        {
            Console.WriteLine(usr);
            Console.WriteLine(pass);
            Form4 mainact = new Form4();
            this.Hide();
            mainact.Show();

}
        else
        {
            Console.WriteLine("Wrong user");
            Form3 f3 = new Form3();
            f3.Show();
        }
    }
    catch (Exception ex)
    {
        Console.WriteLine(ex.Message);
```

รูปที่ 3.12 การเปรียบเทียบ MySQL กับฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลของ MySQL ไปที่ Station

การเขียนโปรแกรมโดยสั่งให้รับตำแหน่ง Ip และ Port ที่ทำการตั้ง Station โดยเมื่อเลือกสินค้าจะทำการส่งข้อมูลเป็นชนิดข้อความ

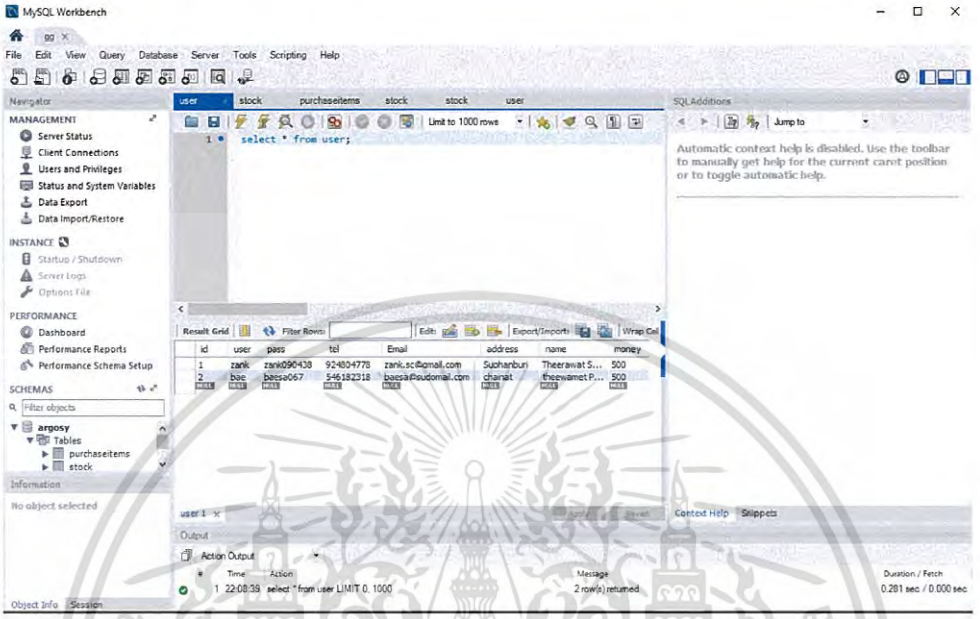
```
}
private void bunifuImageButton1_Click(object sender, EventArgs e)
{

    try {
        severip = this.txtsever.Text;
        port = Int32.Parse(txtport2.Text);
        Console.WriteLine(severip);
        Console.WriteLine(port);
        string message = "birdy";
        TcpClient client = new TcpClient(severip, port);
        int byteCount = Encoding.ASCII.GetByteCount(message);
        byte[] sendData = new byte[byteCount];
        sendData = Encoding.ASCII.GetBytes(message);
        NetworkStream net = client.GetStream();
        net.Write(sendData, 0, sendData.Length);
        net.Close();
        client.Close();


    }
    catch (Exception ex) {
        MessageBox.Show(ex.Message);
    }

    conn = new MySqlConnection(cn);
    try
    {
        conn.Open();
        MySqlCommand coman = conn.CreateCommand();
```

รูปที่ 3.13 การส่งข้อมูลของ MySQL ไปที่ Station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อ MySQL กับบัญชีผู้ใช้งาน

เมื่อผู้ใช้งานทำการ Login เข้ามาในระบบ เซิฟเวอร์จะแสดงข้อมูลของผู้ใช้งาน ทำให้ทราบชื่อ–นามสกุล, ที่อยู่ และจำนวนเงินคงเหลือในแอพพลิเคชัน โดยสามารถนำไปเปรียบเทียบความถูกต้องบัญชีและหรัสผ่านเมื่อเข้าใช้งาน



รูปที่ 3.14 หน้า Application ฐานข้อมูล

3. การเขียนโปรแกรม Arduino

โดยการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องให้ทำงานนั้น ทำได้โดยการเขียนโปรแกรม Arduino ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานของภาษา C

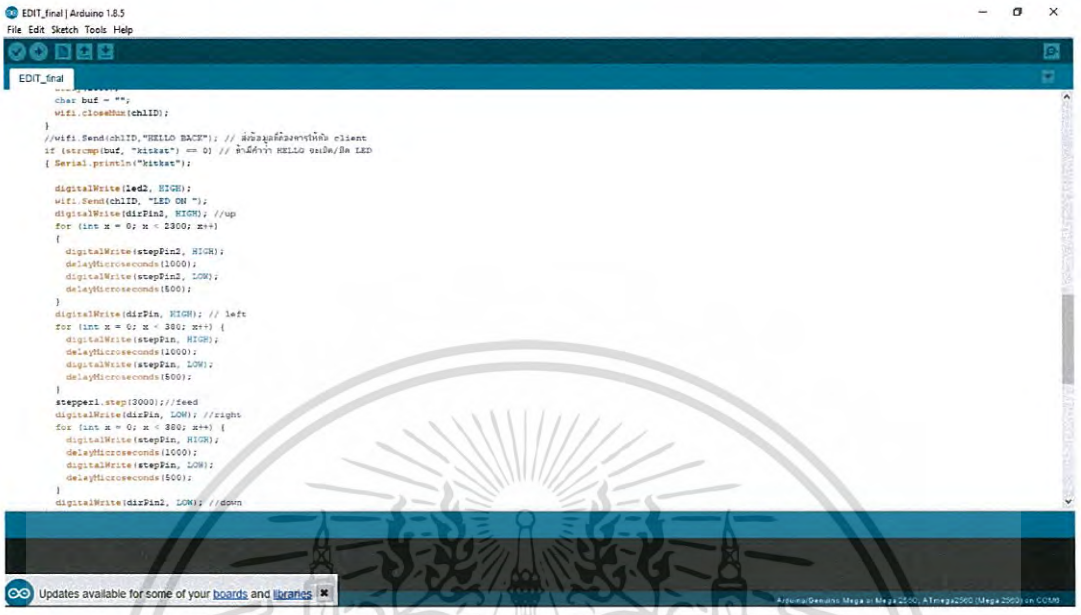
```
#define SSID       "zank" // ชื่อ ssid
#define PASSWORD   "zank090438" // รหัสผ่าน

#include <Servo.h>
#include <Stepper.h>
#include "uartWIFI.h"
#include <SoftwareSerial.h>
WIFI wifi;

extern int chlID;  //client id(0-4)
int led1=13;
int led2=41;
int led3=42;

// change this to the number of steps on your motor
#define STEPS 64
```

รูปที่ 3.15 Code ประกาศ Library, Defined ssid และ Password

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

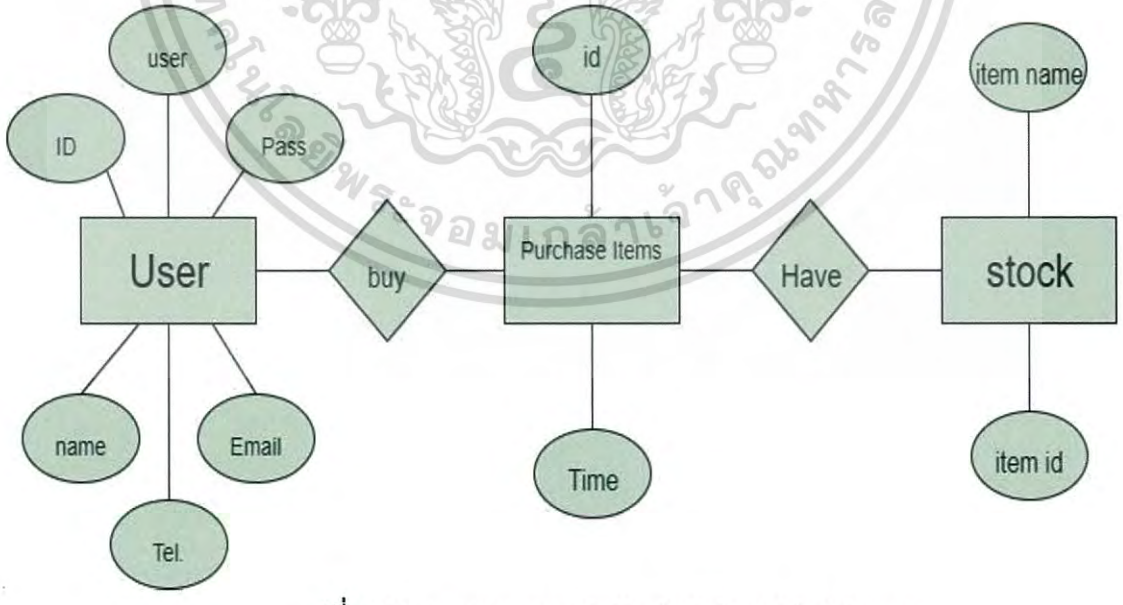
การควบคุมการสั่งของมอเตอร์

เมื่อได้รับข้อความบอร์ด Arduino จะสั่งให้มอเตอร์ทำงานโดยเคลื่อนกล่องรับไปยังตำแหน่งที่กำหนดแล้วทำการรับของกลับมายังจุดเดิม



รูปที่ 3.16 Code การควบคุมการสั่งของมอเตอร์

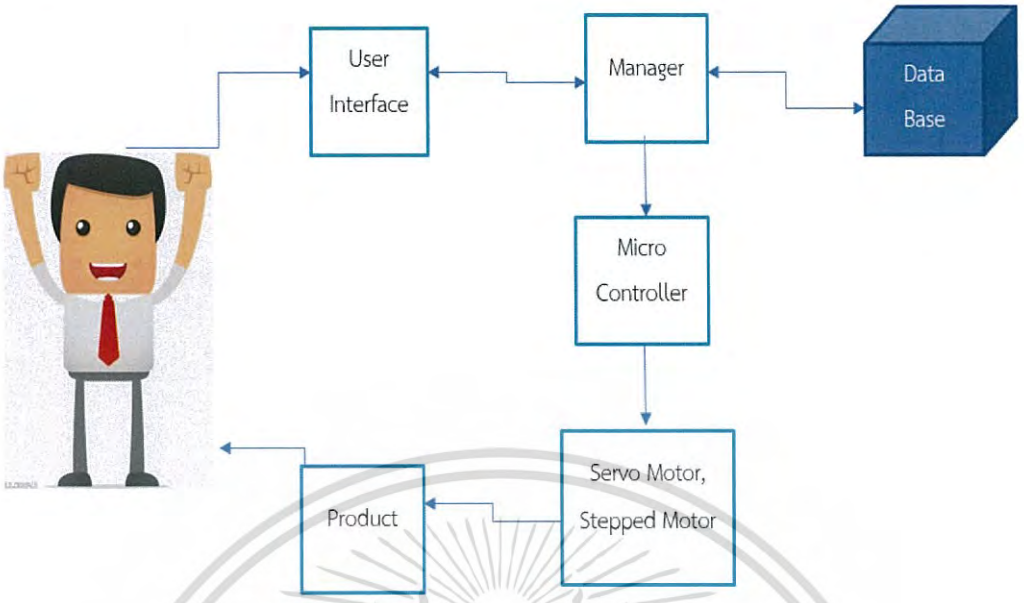
3.2 การออกแบบ Entity Relationship Diagrams



รูปที่ 3.17 การออกแบบ Entity Relationship Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 System Overview



รูปที่ 3.18 System Overview

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของการจำลองการทำงานของเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ และการทำงานเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูล

4.2 การทดสอบการทำงานเครื่องจ่ายสินค้า

การทดสอบการทำงานโดยการจ่ายสินค้าสองชนิด ได้แก่ สินค้ารูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปทรงกระบอก โดยความสามารถในการทำงานวัดผลได้จากการปล่อยของสู่ช่องจ่ายสินค้าได้ การจ่ายชนิดสินค้าได้ถูกต้อง การจ่ายสินค้าได้ครบจำนวน การบันทึกจำนวนสินค้าในฐานข้อมูล

4.2.1 ขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบจ่ายสินค้า

การทดสอบเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติโดยทำการสั่งจ่ายสินค้าผ่านแอพพลิเคชัน โดยทำการส่งผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย โดยทำการสั่งจ่ายสินค้า ชนิดละ 30 ครั้งโดยทดลองดังนี้

1. ครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 30 เป็นการสั่งสินค้าทั้งสามชนิดโดยเป็นการสั่งแบบต่อเนื่อง ผลการทดลองเป็นไปตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสั่งสินค้าทั้งสามชนิดโดยเป็นการสั่งแบบต่อเนื่องครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 30

ครั้งที่	ชนิดสินค้า			ผลลัพธ์
	ช็อคโกแลต	หมากฝรั่ง	กาแฟ	
1	1	1	1	สำเร็จ
2	1	1	1	สำเร็จ
3	1	1	1	สำเร็จ
4	1	0	1	ไม่สำเร็จ
5	1	1	1	สำเร็จ
6	1	1	1	สำเร็จ
7	1	1	1	สำเร็จ
8	1	0	1	ไม่สำเร็จ
9	1	0	1	ไม่สำเร็จ
10	1	1	1	สำเร็จ
11	1	1	1	สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสั่งสินค้าทั้งสามชนิดโดยเป็นการสั่งแบบต่อเนื่องครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 30 (ต่อ)

12	0	1	1	สำเร็จ
13	1	1	1	สำเร็จ
14	1	1	1	สำเร็จ
15	1	1	1	สำเร็จ
16	1	0	0	ไม่สำเร็จ
17	1	1	1	สำเร็จ
18	1	1	1	สำเร็จ
19	1	1	1	สำเร็จ
20	1	1	1	สำเร็จ
21	0	1	0	ไม่สำเร็จ
22	1	1	0	ไม่สำเร็จ
23	1	1	0	ไม่สำเร็จ
24	1	1	1	สำเร็จ
25	1	1	1	สำเร็จ
26	1	1	1	สำเร็จ
27	1	1	0	ไม่สำเร็จ
28	0	1	0	ไม่สำเร็จ
29	0	1	0	ไม่สำเร็จ
30	1	1	1	สำเร็จ
สรุปผล	86.7	86.7	76.7	66.7%

หมายเหตุ 1 คือ ทดลองได้ผลลัพธ์สำเร็จ 0 คือ ทดลองไม่สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบพบว่าโปรแกรมสร้างทำงานร่วมกันได้ตรงตามเป้าประสงค์ โดยอินเตอร์เฟสสำหรับผู้ใช้สามารถติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ผ่านทางชิพไวไฟ ESP8266 โดยใช้มาตรฐาน TCP และสามารถทำงานปล่อยสินค้าได้แม่นยำได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดี และสามารถเก็บข้อมูลของผู้ใช้ไปยังฐานข้อมูลได้อย่างแม่นยำ

5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง

1. การเลือกใช้ชนิดของวัสดุที่ใช้ในการประกอบตัวเครื่อง ทำให้ตัวเครื่องไม่สามารถรับแรงที่เกิดจากการตกของชิ้นสินค้าได้

2. การเชื่อมต่อสัญญาณ Wi-Fi ไม่เสถียรเนื่องมาจากเกิดการรบกวนไมโครชิพได้ง่าย

3. ความแม่นยำในการรับสินค้ามีน้อย เนื่องมาจากเกิดการตอบสนองของโปรแกรมช้า

5.3 แนวทางแก้ไข

1. ทำการปรับปรุงชิ้นส่วนที่ใช้รับสินค้าด้วยวัสดุแบบอื่นที่มีความแข็งแรงขึ้น

2. ทำการเปลี่ยนชนิดของไมโครชิพ Wi-Fi จะทำให้สามารถเลือกชิพแบบที่สามารถลดการรบกวนสัญญาณได้

3. ทำการแก้ไขให้เป็นคำสั่งฟังก์ชัน ทำให้ลดเวลาในการตอบสนองต่อคำสั่งสั้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] “Arduino” เข้าถึงได้จาก:

http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/arduino-arduino.html

[2] “SolidWorks” เข้าถึงได้จาก:

https://www.youtube.com/watch?v=xLd8Ds0mFeY

[3] “Transmission Control Protocol/Internet Protocol” เข้าถึงได้จาก:

http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/th/ssw_aix_61/com.ibm.aix.networkcomhttpsm/tcpip_intro.htm

[4] “SQL” เข้าถึงได้จาก:

https://www.w3schools.com/sql/default.asp

[5] ”Step Motor และ RC Servo Motor” เข้าถึงได้จาก:

http://aimagin.com/blog/driving-step-motor-and-rc-servo-motor/?lang=th

[6] “Google Cloud Platform” เข้าถึงได้จาก:

https://sysadmin.psu.ac.th/2017/11/14/create-virtual-machine-on-google-cloud-platform/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้