

การประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

APPLICATION OF MOBILE PHONE FOR MOVEMENT CONTROL OF A ROBOT



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2561

KMITL-2018-EN-M-020-067

การประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

APPLICATION OF MOBILE PHONE FOR MOVEMENT CONTROL OF A ROBOT



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2561

KMITL-2018-EN-M-020-067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION OF MOBILE PHONE FOR MOVEMENT CONTROL OF A ROBOT



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018
KMITL-2018-EN-M-020-067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2018



FACULTY OF ENGINEERING

KING MON GKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
Thesis Title Application of Mobile Phone for Movement Control of a Robot
นักศึกษา นางสาวธิดารัตน์ เดชะผล
รหัสประจำตัว 56601094
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2018-EN-M-020-067

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สลิทธิพิย์	สินธุสนธิชาติ	
รศ.ดร.วิจิตร	กนิเรศ	
ดร.ภพ	จันทร์เจริญสุข	
ผศ.ดร.ชัยยันต์	เจตนาเสน	
รศ.ดร.อนุวัฒน์	จางวนิชเลิศ	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ วันจันทร์ที่ 18 มิถุนายน พ.ศ. 2561 เวลา 10.00-12.00 น.
สถานที่สอบ ณ ห้องประชุม 4 ชั้น 5 อาคาร A

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษวันที่ 18 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	โปรแกรมสำเร็จรูปบนมือถือ สำหรับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
นักศึกษา	นางสาว ธิดารัตน์ เดชะผล
รหัสนักศึกษา	56601094
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอ การประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งพิจารณาการนำหุ่นยนต์ไอเอไอที่ใช้ชุดคอนโทรลเลอร์ มาทำการประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์อื่นๆร่วมด้วย ซึ่งโดยปกติแล้วการที่จะใช้งานหุ่นยนต์ไอเอไอได้นั้น จะต้องใช้ร่วมอุปกรณ์อื่นๆเช่น พีแอลซี หรือ คอมพิวเตอร์ มาควบคุมในการเคลื่อนที่ผ่านคอนโทรลเลอร์อยู่แล้ว ผู้จัดทำ จึงมีแนวคิดที่จะใช้งานหุ่นยนต์ไอเอไอ ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ชนิดอื่นๆ ดังนั้น จึงพิจารณาโปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์มือถือ มาใช้เป็นตัวทดสอบการเคลื่อนที่ที่ผ่านชุดควบคุมเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ มาใช้ในการส่งข้อมูลและรับข้อมูลผ่านไปยังคอนโทรลเลอร์ของไอเอไอซึ่งเชื่อมต่อแบบพอร์ตอนุกรม จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งค่าตำแหน่งผ่านไปยังโทรศัพท์มือถือ ด้วยการส่งสัญญาณแบบไร้สาย พัฒนาโปรแกรมขึ้น เพื่อให้ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาของคอนโทรลเลอร์เอง เมื่อทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไอเอไอ สามารถเคลื่อนที่ได้ตามตำแหน่งที่บันทึกค่าไว้ และเมื่อทำการเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไอเอไอผ่านโปรแกรมสำเร็จของไอเอไอเอง ผลการทดลองพบว่าการเคลื่อนที่ด้วยโทรศัพท์มือถือ สามารถส่งสัญญาณไปควบคุมการเคลื่อนที่ได้ จึงทำการเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ด้วยการกำหนดความเร็วคงที่ 100 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราเร่งคงที่ 0.3G ค่าความหน่วง 0.3G และทำการทดสอบโดยการเปรียบเทียบในระยะทางที่ไม่เท่ากันที่ระยะทาง 100 มิลลิเมตร และ 150 มิลลิเมตร ซึ่งพบว่าการเคลื่อนที่ผ่านโทรศัพท์มือถือมีการใช้เวลาในการเคลื่อนที่ช้ากว่าการเคลื่อนที่โดยตรง 0.3 วินาที ซึ่งพบว่าการส่งสัญญาณแบบไร้สาย มีประสิทธิภาพในการส่ง ได้เหมือนกับการใช้งานร่วมอุปกรณ์อื่นๆ เช่นกัน

คำหลัก: หุ่นยนต์ไอเอไอ, โปรแกรมสำเร็จรูป, โทรศัพท์มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Application of Mobile phone for moving the Robot
Student	Ms.Thidarat Dachapon
Student ID	56601094
Degree	Master of Engineering
Program	Electrical Engineering
Year	2018
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Anuwat Jangwanitert

Abstract

This paper presents the application of mobile phone for movement a robot. The robot IAI uses with controller to control movement ,It can be used with PLC or Computer control. The researcher has idea of control the IAI robot by other device with mobile phone. To get application on mobile phone and control robot IAI ,Apply by 2 types: one is Wi-Fi control via a computer and the other one is stepping motor via a system control. The Wi-Fi sends the position to control actuator via Wi-Fi to the RS485 adaptor receiver. The movement robot IAI is compared with standard robot IAI. The data via Wi-Fi has an efficiency more than the data is sent directly. When the Robot IAI brand is trial, it can be moved actually and followed by sending data. The WI-FI uses a program in the order to send the position via a control system which is an external device. When computer receive data and send to control data to receiver, so the receiver transduce to RS485 for controller of Robot IAI . The experimental result is a model of sending the position. Which has a fix speed of 100 mm/s. Accuracy of 0.3 G and Decelerate of 0.3 G. and compare difference distance between 100 mm. and 150 mm. The result control by mobile phone and have delay time of 0.3 sec per time as Wi-Fi signal, which is far away, and can be achieved at the end.

Keywords: Robot IAI ,Mobile phone. Application

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่ได้อบรมเลี้ยงดูพร้อมทั้งให้กำลังใจและโอกาสสบุตร ได้รับการศึกษาในระดับต่างๆกระทั่งได้สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาโทวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ รศ.ดร.อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้แนวความคิดและคำแนะนำในการดำเนินงานตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำโครงการมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยแนะนำและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมห้องเรียน พร้อมด้วยพี่ๆและน้องๆทุกท่านในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่เป็นกำลังใจและคอยให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง ขอขอบคุณทุกท่านอีกครั้ง มา ณ โอกาสนี้

สุดท้ายความรู้และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ผู้ทำวิทยานิพนธ์ขอมอบความดีที่ได้นี้ให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวธิดารัตน์ เดชะผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา	3
1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.6 ขั้นตอนการศึกษา	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรง	6
2.2 การทฤษฎีโมเมนต์คัตและแรงเฉือนของคาน	7
2.3 ค่าความปลอดภัย	8
2.4 สกรูส่งกำลัง	9
2.5 มอเตอร์เชิงเส้น	10
2.5.1 Linear Bushing	10
2.5.2 Linear Guide	10
2.5.3 Ball Screw	11
2.5.4 การเคลื่อนที่ของแต่ละ Step ของ Lead Screw	11
2.5.5 การหาพัลส์ของการเคลื่อนที่ในหนึ่งครั้ง	12
2.6 มอเตอร์	12
2.6.1 มอเตอร์ไฟฟ้า	13
2.6.2 สเต็ปป์มอเตอร์	13
2.6.3 เซอร์โวมอเตอร์	14
2.7 การแบ่งลักษณะของการทำงานของมอเตอร์	15
2.7.1 มอเตอร์รีซมี	15
2.7.2 มอเตอร์เชิงเส้น	16
2.8 โรบอทไอเอไอ	17
2.8.1 แกนโรบอท	17
2.8.2 ชนิดของเอ็นโค้ดเดอร์	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.8.3 สายโรบอท	23
2.8.4 คอนโทรเลอร์	24
2.9 การสื่อสารแบบอนุกรมแบ่งออกเป็น 2 แบบ	26
2.10 ชนิดของมอสบัสโปรโตคอล	27
2.10.1 ข้อมูลทางเทคนิคเบื้องต้น	27
2.10.2 โหมดการรับส่งข้อมูลอนุกรม	28
2.10.3 มอสบัสอาร์ทียู (Modbus RTU)	29
2.10.4 มอสบัสแอสกี (Modbus ASCII)	29
2.10.5 การตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล	31
2.10.6 การเปรียบเทียบเฟรมข้อมูลใน Modbus ASCII กับ Modbus RTU	31
2.11 การนำมอสบัสโปรโตคอลมาใช้งาน	32
2.12 การใช้งานอินเทอร์เน็ต	34
2.13 Wi-Fi	35
2.14 เอชทีเอ็มแอล (HTML)	37
2.15 ปัจจัยพื้นฐานในการเขียนโฮมเพจโดยใช้ภาษา HTML	37
2.15.1 รูปแบบของการเขียน HTML	37
2.15.2 ขั้นตอนการเขียนโฮมเพจด้วย HTML	38
2.15.3 การกำหนดชื่อเอกสาร	38
2.16 การนำไมโครคอนโทรเลอร์มาใช้งาน	40
2.17 โหนดเอ็มซียู (Node MCU)	40
2.17.1 ข้อมูลสำคัญเชิงเทคนิคของบอร์ด Node MCU V2	41
2.18 อุปกรณ์แบบ I2C	43
2.18.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C	44
2.18.2 การรับ-ส่งข้อมูลแบบ I ² C BUS MCU จะเริ่มต้นการส่งข้อมูล	45
2.18.3 รหัสควบคุมของ I2C BUS (Control Byte)	45
2.18.4 ลักษณะการกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I2C BUS	45
2.19 Arduino IDE อาดุยอโน้ ไอดีอี	46
2.19.1 การใช้งาน ESP8266 Node MCU บน Arduino IDE	46
2.19.2 ESP8266 จะมีบอร์ดให้เลือกใช้งานอยู่ด้วยกัน 3 บอร์ด	48
2.20 App Inventor	49
2.20.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม App Inventor	50
2.20.2 แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม App Inventor ในหน้าต่างเว็บเบราว์เซอร์.....	51
2.20.3 ส่วนการเขียนโค้ด (App Inventor Blocks Editor)	54
2.20.4 คุณสมบัติจากคอมโพเนนท์ (property getter)	55
2.20.5 คุณสมบัติเหตุการณ์ (event handler)	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.20.6 ส่วนของการแพ็คเกจและการเรียกใช้งานแอปพลิเคชัน	57
บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบวงจร	58
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ	59
3.1.1 โปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์มือถือ	59
3.1.2 ชุดควบคุม	65
3.1.3 โรบอทไอเอไอ	67
3.2 การวิเคราะห์หาสมการค่าความละเอียด	73
3.2.1 การวิเคราะห์หาค่าความละเอียดของระยะเกลียวสกรูของ Lead screw	74
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	77
4.1 การทำการทดสอบการทำงานของวงจร	77
4.1.1 การวิเคราะห์หาค่าความเร็วในระยะทางที่เท่ากัน	78
4.2 ผลการทดสอบ	79
4.2.1 การทดสอบผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปด้วยโทรศัพท์มือถือของรูปคลื่นกระแส	79
4.2.2 การทดสอบผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปด้วยไอเอไอโดยตรงของรูปคลื่นกระแส	80
4.2.3 การทดสอบผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปด้วยโทรศัพท์มือถือของรูปคลื่นความเร็ว	83
4.2.4 การทดสอบผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปด้วยไอเอไอโดยตรงของรูปคลื่นความเร็ว	84
4.2.5 การทดสอบผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปด้วยโทรศัพท์มือถือของรูปการเบี่ยงเบนของพัลส์	86
4.2.6 การทดสอบผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปด้วยไอเอไอของรูปการเบี่ยงเบนของพัลส์	87
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	89
5.1 สรุปผลการวิจัย	89
5.2 ข้อเสนอแนะ	89
เอกสารอ้างอิง	90
ภาคผนวก	92
ภาคผนวก ก บทความที่ได้รับการตีพิมพ์	93
ภาคผนวก ข ข้อมูลทางเทคนิคและอุปกรณ์	101
ภาคผนวก ค โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม	103
ประวัติผู้ทำวิจัย	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าความปลอดภัย	9
2.2 การอ้างอิงของ Modbus บนโมเดล OSI	27
2.3 ความแตกต่างระหว่าง Modbus ACSII และ Modbus RTU	28
2.4 ลักษณะเฟรมข้อมูล Modbus RTU	29
2.5 ลักษณะเฟรมข้อมูล Modbus ASCII	30
2.6 ลักษณะการเปรียบเทียบ Modbus ASCII และ RTU	31
2.7 ลักษณะการเปรียบเทียบ Modbus ASCII และ RTU ท้ายเฟรม	31
2.8 การอ้างอิงของ Modbus บนโมเดล OSI	32
2.9 การอ้างอิงของ Modbus ในการเคลื่อนที่โรบอท	32
2.10 การเคลื่อนที่ของโรบอทที่ตำแหน่งที่ 1	33
2.11 การเคลื่อนที่ของโรบอทที่ตำแหน่งที่ 20	33
2.12 แสดงเทคโนโลยีต่างๆที่สำคัญในเครือข่ายไร้สาย	36
2.13 การจัดวางตำแหน่งของแท็ก	38
3.1 การเชื่อมต่อโรบอทกับอุปกรณ์ภายนอก(Enable)	69
3.2 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยสัญญาณเปิดเซอร์โว (Servo ON)	69
3.3 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยสัญญาณเปิดเซอร์โว (Servo OFF)	69
3.4 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยสัญญาณเข้าสู่ศูนย์ (Home OFF Coil)	70
3.5 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยสัญญาณเข้าสู่ศูนย์ (Home ON Coil)	70
3.6 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยเคลื่อนที่ตำแหน่งที่ 1(POS1)	70
3.7 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยเคลื่อนที่ตำแหน่งที่ 2(POS2)	71
3.8 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยเคลื่อนที่ตำแหน่งที่ 3(POS3)	71
3.9 การดูระยะการเคลื่อนที่ของโรบอท (All Distant Movement)	71
3.10 การหยุดโรบอทชั่วคราว (Pause)	72
3.11 สรุปรูป Code Modbus ASCII ที่ใช้ในโปรแกรม	72
4.1 คำพารามิเตอร์ในวงจรต่างๆ	77

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 จุดเชื่อมต่อ SIO Converter ตัวรับสัญญาณการใช้สายและไร้สาย	3
1.2 โครงสร้างความเร็วของดีซีมอเตอร์และควบคุมทิศทางของมอเตอร์	4
2.1 ระบบการรองรับของคานแบบง่าย	7
2.2 แรงกระจายสมำเสมอ	7
2.3 Simply supported beam มีแรงแบบจุดกระทำตรงกลาง	7
2.4 สกรูส่งกำลัง(Ball screw)	9
2.5 Linear bushing	10
2.6 Slide guide	11
2.7 Ball screw	11
2.8 มอเตอร์ไฟฟ้า(Induction motor)	13
2.9 สเต็ปป์มอเตอร์(Stepping motor)	14
2.10 เซอร์โวมอเตอร์(Servo motor)	15
2.11 โรเตอร์(Rotor)	16
2.12 มอเตอร์เชิงเส้น (Linear motor)	16
2.13 โครงสร้างภายนอกของโรบอทไอเอไอ	17
2.14 โครงสร้างภายในของโรบอทไอเอไอ	17
2.15 โครงสร้างภายในของเอ็นโค้ดเตอร์	18
2.16 ชนิดของ Encoder Incremental, Absolute.	18
2.17 การเคลื่อนที่เข้าใกล้ศูนย์ (Origin)	19
2.18 การเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา	19
2.19 ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบสี่เหลี่ยมคางหมู	20
2.20 ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบสามเหลี่ยม	21
2.21 คลื่นการเคลื่อนที่แบบสี่เหลี่ยมคางหมู	22
2.22 คลื่นการเคลื่อนที่แบบสามเหลี่ยม	22
2.23 สายโรบอท	23
2.24 โครงสร้างภายในสายโรบอท	24
2.25 คอนโทรเลอร์	24
2.26 แหล่งจ่ายไฟคอนโทรเลอร์	25
2.27 รายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก	25
2.28 การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous	26
2.29 การสื่อสารอนุกรมแบบAsynchronous	26
2.30 การติดต่อสื่อสารแบบ Master - Slave	28
2.31 Internet of Thing	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.32 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและเครือข่าย	35
2.33 My First Page	39
2.34 ข้อความ My First Page	40
2.35 Node MC	41
2.36 แสดงตำแหน่งของขาต่างๆ (Pin Map) บนบอร์ด NodeMCU V2	42
2.37 แสดงตำแหน่งขาของโมดูล NodeMCU V2 ซึ่งเป็นแบบ Male Pin Headers	42
2.38 แสดงการเชื่อมต่อขาของโมดูล ESP12-E บนบอร์ด NodeMCU V2	43
2.39 ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C BUS	44
2.40 ADDRESSING REGISTERS	44
2.41 I2C BUS START and STOP Conditions	45
2.42 Arduino IDE อาศัยอิน์ ไอดีอี	46
2.43 Addition Board Manager URLs:	47
2.44 Menu Tools >> Boar:”xxxxx” >> Board Manager	47
2.45 Menu สำหรับเลือกใช้งาน ESP8266 กับ Arduino IDE	48
2.46 โปรแกรมบนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ต Android ด้วย App inventor	49
2.47 ส่วนประกอบของโปรแกรม App Inventor	50
2.48 โปรแกรม App Inventor ระบบปฏิบัติการ Windows	51
2.49 หน้าจอการจัดการโปรเจค (My Projects)	51
2.50 หน้าจอส่วนคอมโพเนนท์ที่มีให้เลือก	52
2.51 หน้าจอการออกแบบ (Viewer)	52
2.52 หน้าจอส่วนคอมโพเนนท์ (Components) ที่เลือกนำมาใช้ในโปรเจค	53
2.53 หน้าจอส่วนคุณสมบัติของคอมโพเนนท์ (Properties)	53
2.54 หน้าจอส่วนการเขียนโค้ด (App Inventor Blocks Editor)	54
2.55 ตัวอย่างของบล็อกคำสั่งที่ใช้แทนการเขียนโค้ด	55
2.56 ตัวอย่างของบล็อกคำสั่งประเภทที่ใช้เรียกค่าคุณสมบัติจากคอมโพเนนท์ (property getter)	56
2.57 ตัวอย่างของบล็อกคำสั่งประเภทที่ใช้กำหนดค่าคุณสมบัติให้กับคอมโพเนนท์ (property setter)	56
2.58 ตัวอย่างของบล็อกคำสั่งประเภทเหตุการณ์ (event handler)	56
2.59 ตัวอย่างของบล็อกคำสั่งประเภทกระบวนการทำงาน	57
2.60 โทรศัพท์จำลองระบบปฏิบัติการ Android	57

สารบัญรูปร่างภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 ไตอะแกรมและแนวคิดในการออกแบบ	58
3.2.แบบการเชื่อมต่อโรบอทไอเอไอกับโทรศัพท์เคลื่อนที่	58
3.3 โปรแกรมสำเร็จรูป App inventor	59
3.4 ส่วนของฟังก์ชัน Designer	60
3.5 ส่วนของฟังก์ชัน Block	60
3.6 โปรแกรมสำเร็จรูป Block การเชื่อมต่อไอเอไอโรบอทด้วยสัญญาณ Enable	61
3.7 ฟังก์ชัน Block สำหรับ Servo ON/OFF	61
3.8 ฟังก์ชัน Block สำหรับ Home	61
3.9 ฟังก์ชัน Block สำหรับการเคลื่อนที่ตำแหน่ง Pos1,Pos2,Pos3	62
3.10 การเลือกที่ Build และเลือก App(Provide QR code for .apk)	62
3.11 กระบวนการแปลงโปรแกรม ให้เป็น QR Code	63
3.12 QR Code โปรแกรม Inventor	63
3.13 โปรแกรม Application MIT AI2 Companion ในโทรศัพท์มือถือ	64
3.14 โปรแกรมสำเร็จรูป ที่อยู่ในมือถือ	65
3.15 ไตอะแกรม เชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ	65
3.16 วงจร Arduino เชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือใช้งานจริง	66
3.17 การใช้งานซอฟต์แวร์ Arduino เชื่อมต่อกับ App Inventor	66
3.18 การใช้งานซอฟต์แวร์ Arduino เชื่อมต่อเน็ตเวิร์ค	67
3.19 แสดงการเชื่อมต่อโรบอทไอเอไอ	67
3.20 การเชื่อมต่อโรบอทไอเอไอ ผ่านพรีต SIO Convertor	68
3.21 แบบการส่งข้อมูล Query /Response	68
3.22 Spec Robot IAI model RCP5-SA4C-WA-42P-10-150-P3-P	73
3.23 Spec Robot IAI model RCP5-SA4C-WA-42P-10-150-P3-P	73
3.24 Spec Robot IAI model RCP5-SA4C-WA-42P-10-150-P3-P	76
4.1 คลื่นกระแสไฟฟ้า ที่ ระยะทาง 0- 50 มม.	79
4.2 คลื่นกระแสไฟฟ้า ที่ ระยะทาง 50- 100 มม.	79
4.3 คลื่นกระแสไฟฟ้า ที่ ระยะทาง 100- 150 มม.	79
4.4 คลื่นกระแสไฟฟ้า ที่ ระยะทาง 0- 50 มม.	80
4.5 คลื่นกระแสไฟฟ้า ที่ ระยะทาง 50- 100 มม.	80
4.6 คลื่นกระแสไฟฟ้า ที่ ระยะทาง 100- 150 มม.	80
4.7 คลื่นกระแสที่ระยะทาง 0-150 มม.	81
4.8 คลื่นกระแสที่ระยะทาง 0-150 มม.	81
4.9 คลื่นกระแสสัญญาณการเคลื่อนที่ PE(Current Position Number)	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 คลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 0-50 มม.	83
4.11 คลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 0-50 มม.	83
4.12 คลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 0-50 มม.	83
4.13 คลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 0-50 มม.	84
4.14 คลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 0-50 มม.	84
4.15 คลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 0-50 มม.	84
4.16 Acceleration /deceleration setting of general position device	85
4.17 คลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ระยะทาง 0-50 มม.	86
4.18 คลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ระยะทาง 50-100 มม.	86
4.19 คลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ระยะทาง 100-150 มม.	86
4.20 คลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ระยะทาง 0-50 มม.	87
4.21 คลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ระยะทาง 50-100 มม.	87
4.22 คลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ระยะทาง 100-150 มม.	87



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทย มีแนวโน้มที่จะเป็นอุตสาหกรรมที่เป็นแบบอัตโนมัติมากขึ้น โดยลดต้นทุนเรื่องเครื่องจักร , บุคลากร , และเวลาในการทำงานให้น้อยลง แต่ยังคงมีประสิทธิภาพเทียบเท่า หรือ มากกว่าเดิม โดยเหตุผลนี้จึงทำให้วงการอุตสาหกรรม พยายามที่จะหาเครื่องมือ หรือ อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งานโดยคำนึงถึงปัจจัยข้างต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้ ได้นำเทคโนโลยีในปัจจุบันที่หลากหลายมาประยุกต์การใช้งาน โดยที่เทคโนโลยีต้องตอบสนองต่อการใช้งาน และง่ายต่อผู้ใช้งานมากขึ้น และความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้งานนี้เอง ที่ส่งผลให้เกิดเทคโนโลยีที่หลากหลายเพิ่มขึ้น ตลอดทั้งเทคโนโลยี หรือ โปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์มือถือได้มีผลต่อการใช้งานของบุคลากรมากขึ้น ทุกวันนี้มีโปรแกรมสำเร็จรูปหลากหลายในด้านการศึกษา ด้านกีฬา ด้านการแพทย์ เพื่อตอบสนองยุคไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งคนส่วนใหญ่ต้องการความสะดวกสบายมากขึ้น และต้องการลดการใช้อุปกรณ์ที่ต้องต่อพ่วงในการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ ดังนั้น จึงนำสัญญาณไร้สายมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั่นเอง

อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน มีอุปกรณ์ที่ใช้งานหลากหลาย โดยไม่ต้องใช้สายไฟเชื่อมต่อมีสัญญาณไร้สายที่เราเรียกว่า บลูทูธ (BLUETOOTH) คือ ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิล หรือสายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จำเป็นต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งถือว่าเพิ่มความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ กับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ และในการวิจัย ไม่ได้มุ่งเฉพาะการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่ยังคงศึกษาถึงการส่งข้อมูลที่เป็นเสียง เพื่อใช้สำหรับ Headset บนโทรศัพท์มือถือด้วยเทคโนโลยี บลูทูธ เป็นเทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไร้สายที่น่าจับตามองเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน ทั้งในเรื่องความสะดวกในการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป และประสิทธิภาพในการทำงาน เนื่องจาก เทคโนโลยีบลูทูธ มีราคาถูก ใช้พลังงานน้อย และใช้เทคโนโลยี short - range ซึ่งในอนาคต จะถูกนำมาใช้ในการพัฒนา เพื่อนำไปสู่การแทนที่อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สาย เคเบิล เช่น Headset สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น เทคโนโลยีการเชื่อมโยงหรือการสื่อสารแบบใหม่ที่ถูกคิดค้นขึ้น เป็นเทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตเพชทางคลื่นวิทยุ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสื่อสารระยะใกล้ที่ปลอดภัยผ่านช่องสัญญาณความถี่ 2.4 Ghz โดยที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของการใช้สายเคเบิลในการเชื่อมโยง โดยมีความเร็วในการเชื่อมโยงสูงสุดที่ 1 mbp ระยะครอบคลุม 10 เมตร เทคโนโลยีการส่งคลื่นวิทยุของบลูทูธจะใช้การกระโดดเปลี่ยนความถี่ (Frequency hop) เพราะว่าเทคโนโลยีนี้เหมาะที่จะใช้กับการส่งคลื่นวิทยุที่มีกำลังส่งต่ำและราคาถูก โดยจะแบ่งออกเป็นหลายช่องความถี่ขนาดเล็ก ในระหว่างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีการเปลี่ยนช่องความถี่ที่ไม่แน่นอนทำให้สามารถหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนที่เข้ามาแทรกแซงได้ ซึ่งอุปกรณ์ที่จะได้รับการยอมรับว่าเป็นเทคโนโลยีบลูทูธ ต้องผ่านการทดสอบจาก Bluetooth SIG (Special Interest Group) เสียก่อนเพื่อยืนยันว่ามันสามารถที่จะทำงานร่วมกับอุปกรณ์บลูทูธตัวอื่นๆ และอินเตอร์เน็ตได้ แต่ระยะทางในการส่งข้อมูลของบลูทูธนั้น ยังมีระยะที่จำกัด ดังนั้นจึงมีวิธีการเชื่อมต่อแบบไร้สายอีกแบบหนึ่งที่เรียกว่า Wi-Fi , Wi-fi ย่อมาจาก Wireless fidelity หมายถึงชุดผลิตภัณฑ์ต่างๆที่สามารถใช้ได้กับมาตรฐานเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (WLAN) ซึ่งอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.11 การเชื่อมต่อแบบไร้สายแบบ Wi-fi นี้จะมีข้อดีกว่าการเชื่อมต่อแบบบลูทูธเนื่องจากระยะที่ส่งและรับที่ไกลกว่าจึงนิยมนำมาใช้ในการรับส่งข้อมูล ได้ระยะไกลขึ้น และยังสามารถประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้งานได้อีกด้วย การใช้สัญญาณไร้สายแบบ Wi-fi ได้ถูกนำมาใช้ในโทรศัพท์มือถือมากขึ้นโดยการผ่านการเขียนโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้น เพื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์นั้น ๆ ให้ใช้งานได้ง่ายยิ่งขึ้น การทำโปรแกรมสำเร็จรูปในปัจจุบันมีโปรแกรมที่เราจะสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง และออกแบบได้อย่างอิสระ แต่ทั้งนี้การออกแบบนี้ต้องคำนึงถึงหน้าตาที่จำเป็นต่อการใช้งาน การใช้งานที่ง่าย ความเข้าใจของผู้ใช้งาน เนื่องจากถ้าโปรแกรมที่ใช้งานยากมาก ทางผู้ใช้งานก็จะไม่เล็งเห็นความสำคัญ หรือไม่อยากใช้งาน เมื่อผู้ออกแบบได้เล็งเห็นปัญหาหลายๆอย่างของการใช้งานในปัจจุบัน จึงจัดทำโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถลงโปรแกรมในโทรศัพท์มือถือ และติดตั้งง่าย อีกทั้งมีหน้าตาแสดงการใช้งานที่ดูง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งการออกแบบนี้ได้ถูกนำมาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรได้ด้วย ตัวอย่างเช่น เมื่อเครื่องจักรเกิดปัญหาแล้วให้แสดงผลแล้ว สามารถส่งผลไปที่มือถือได้อีกด้วย เพื่อให้บุคลากรนั้น ๆ วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันถ่วงที จากปัญหาดังกล่าวผู้จัดการงานวิจัยนี้ มีแนวคิดที่จะยกตัวอย่างของชุดควบคุมโรบอทไอเอไอ โรบอทไอเอไอ คือ แกนโรบอทที่ประกอบด้วยลิตสกรูต่อเข้ากับชุดสเต็ปมอเตอร์ และมีคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของแกนโรบอท ซึ่งการควบคุมคอนโทรลเลอร์จะต้องควบคุมด้วยอุปกรณ์ภายนอก เช่น พีแอลซีคอมพิวเตอร์ แต่ก่อนการใช้งาน ทางผู้ใช้งานต้องกำหนดตำแหน่งที่ต้องการใช้งานในตัวคอนโทรลเลอร์ก่อนที่จะอุปกรณ์ภายนอกจะสั่งให้แกนโรบอทเคลื่อนที่ ซึ่งการกำหนดตำแหน่งการใช้งานต้องใช้งานต่อผ่านสายเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ จึงจำสามารถงานได้ ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัย จึงจัดทำชุดเชื่อมต่อไร้สาย โดยที่ยังควบคุมแบบมีสายเคเบิลอยู่ ให้สามารถส่งข้อมูล หรือ สามารถปรับแต่งและแก้ปัญหาเบื้องต้นได้ ในโรบอทไอเอไอ ที่นำมาพัฒนาสามารถเคลื่อนที่ได้ ช่วยลดปัญหาในการเดินสายไฟฟ้าในกล่องควบคุมของระบบอินพุทและเอาต์พุท เพื่อให้ผู้ใช้งานจะมีความสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น โดยในวิทยานิพนธ์นี้จะจัดเรียงลำดับเนื้อหา ดังนี้ ในบทที่ 1 กล่าวถึง บทนำ วัตถุประสงค์ แนวคิดของการวิจัย ขอบเขตของการวิจัยและขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย รวมทั้งงานวิจัยและขั้นตอนดำเนินงานวิจัยในอดีตต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในบทที่ 3 เป็นการนำเสนอลักษณะของวงจร รวมทั้งการวิเคราะห์การทำงานของวงจร สมการ การออกแบบของวงจรที่ได้ทำการนำเสนอ บทที่ 4 เป็นผลการทดสอบของวงจรจริงของวงจรที่ได้นำเสนอ ซึ่งการส่งข้อมูลแบบไร้สาย มีผลต่อเวลา และมีผลต่อการใช้งาน รวมทั้งประสิทธิภาพการทำงานของวงจร และ บทที่ 5 บทสรุปผลของการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการออกแบบโปรแกรมสำเร็จรูป กับ โปรแกรมสำเร็จรูปของไอเอไอที่มีอยู่แล้ว

1.2.2 เพื่อศึกษาการทำงานของ Board Arduino ESP 8266 เป็นตัวกลางในการส่งสัญญาณระหว่างโทรศัพท์มือถือ และโรบอทไอเอไอ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่างการเคลื่อนที่โรบอทไอเอไอโดยตรง และการใช้งานผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป

1.2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานในการควบคุมระยะไกล

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

1.3.1 สามารถเข้าใจหลักการวิเคราะห์การทำงานและอธิบายการทำงานของวงจรขับเคลื่อนสแต็ปมอเตอร์

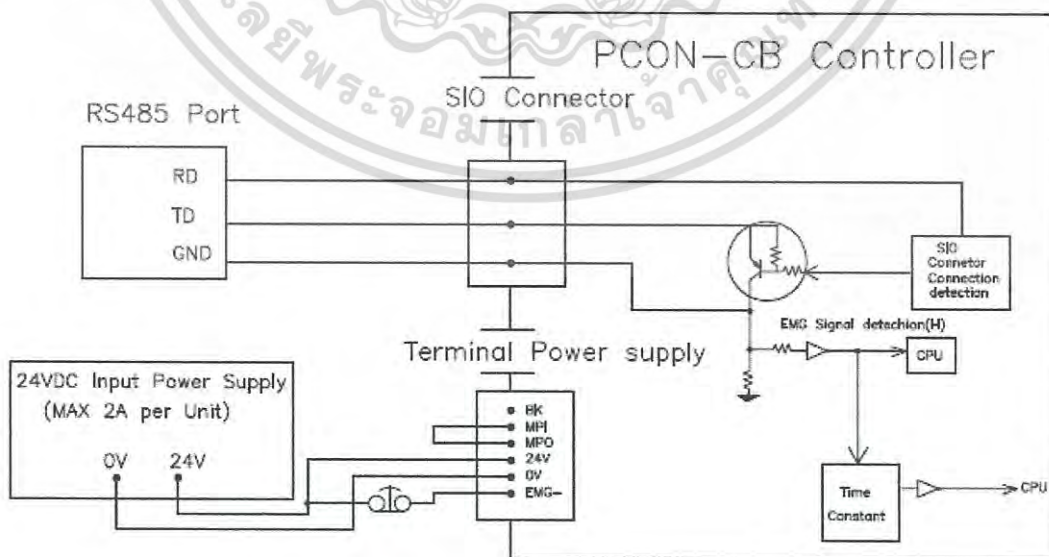
1.3.2 สามารถออกแบบและเลือกใช้งานวัสดุ ในการสร้างวงจรควบคุมการเคลื่อนที่โรบอทไอเอไอได้

1.3.3 สามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่างการเคลื่อนที่โรบอทไอเอไอโดยการต่อสายตรง และการใช้งานโรบอทแบบไร้สาย

1.3.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมการตอบสนองแบบมีสาย และไร้สาย

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

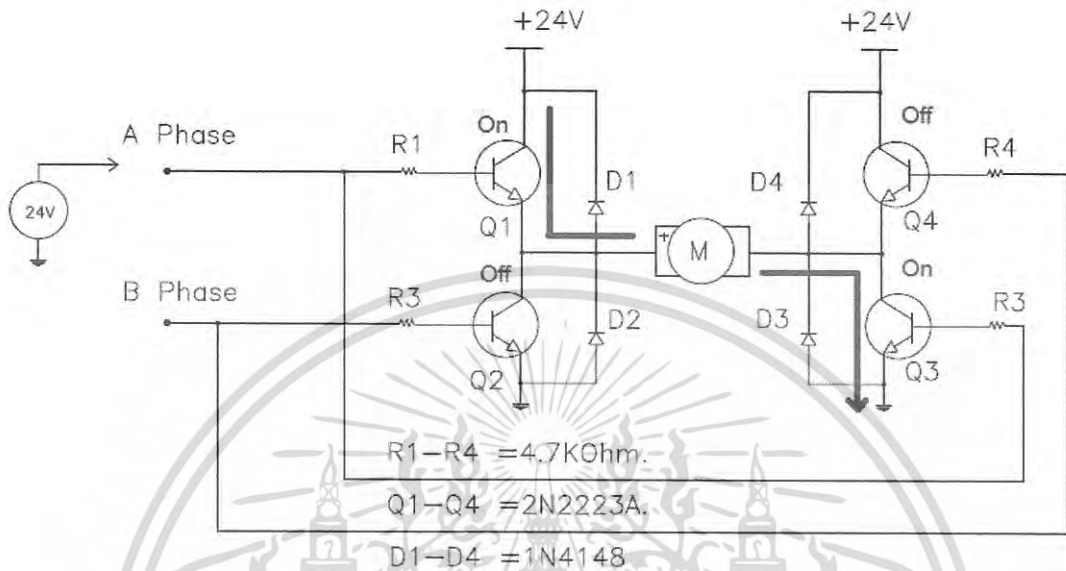
แนวคิดที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ การนำวงจรภายในของคอนโทรลเลอร์ไอเอไอ ทำการกำหนดจุดเชื่อมต่อแบบใช้สายที่จุดเชื่อมต่อ SIO Connector ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ที่จุด SIO Connector นี้รับสัญญาณเป็น RS485 ผ่านสายแปลงจากคอมพิวเตอร์ที่เป็น RS232



รูปที่ 1.1 จุดเชื่อมต่อ SIO Connector ตัวรับสัญญาณจากการใช้สายและไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และใช้วงจรของโครงสร้างความเร็วของดีซีมอเตอร์ และการควบคุมทิศทางของมอเตอร์ นำมาวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของสเต็ปปีงมอเตอร์ โดยการกำหนดความเร็วของสเต็ปปีงมอเตอร์



รูปที่ 1.2 โครงสร้างความเร็วของดีซีมอเตอร์และการควบคุมทิศทางมอเตอร์

1.5 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ ได้เริ่มศึกษาการใช้งานโรบอทตั้งแต่การใช้สายโรบอท เพื่อทำการทดสอบการทำงานโรบอทในสภาวะปกติขณะที่ใช้สายเชื่อมต่อ ในการทดสอบขณะที่ความเร็ว 100 มิลลิเมตรต่อวินาทีที่ระยะ 50-100 มิลลิเมตร ใช้อัตราเร่งที่ 0.3 G และความหน่วงที่ 0.3 G และทำการทดสอบการทำงานของโรบอทขณะที่ใช้สาย ในการกำหนดค่าทุกอย่างเหมือนสภาวะที่ใช้สายเชื่อมต่อ และทำการเก็บและบันทึกค่า ในส่วนของเวลาที่ใช้ และระยะทางในการเชื่อมต่อขณะที่ใช้สายที่ระยะ 5 เมตร และที่ 10 เมตร พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองและคำนวณหาระยะทางที่เหมาะสม พร้อมทั้งสรุปผลและข้อเสนอแนะ

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

สำหรับลำดับขั้นตอนของการทำงานวิจัยขั้นนี้ ได้เริ่มการศึกษาในเรื่องที่จะทำวิจัยอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ และ ชี้แนะแหล่งในการรวบรวมข้อมูล รวมทั้งวิธีการค้นหาจุดเด่นของงานที่น่าเสนอ ซึ่งแต่ละขั้นตอนนั้นก็ประกอบไปด้วยดังต่อไปนี้

1.6.1 ทำการเริ่มสืบค้นผลงานวิจัยในอดีตและปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโรบอทแบบการใช้สายในการเชื่อมต่อ ทั้งจากบทความ วารสาร หนังสือ วิทยานิพนธ์ งานวิจัย งานประชุมทางวิชาการและเครือข่ายทางอินเทอร์เน็ต ทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและถูกต้องในการทำงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.2 ศึกษาในรายละเอียดของข้อมูลที่ได้ค้นคว้ามาจากข้อ 1.6.1 เพื่อหาประเด็นหรือจุดเด่นที่จะนำมาใช้ในการทำงานวิจัย โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาคอยแนะนำ

1.6.3 นำหัวข้อหรือประเด็นที่อาจารย์ที่ปรึกษาเห็นชอบ ที่จะนำมาใช้ศึกษาทำงานวิจัยมาวางแผนงานและจัดทำขอบเขตระยะเวลาการดำเนินงานให้ชัดเจน

1.6.4 เลือกบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีจำนวนพอร์ต โดยได้ทำการเลือกบอร์ด 8266 ของ Arduino จากนั้นศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี

1.6.5 ขั้นตอนของการสร้างโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ที่จะใช้ในงานวิจัย จะต้องจัดหาอุปกรณ์ต่างๆมาประกอบเป็นวงจรการสื่อสารไร้สาย รวมไปถึงชุดควบคุม จากนั้นทำการเชื่อมต่อระหว่างวงจรควบคุมและวงจรถูกำลัง

1.6.6 ขั้นตอนการทดสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์ส่วนต่างๆ วงจรกำลังและวงจรควบคุมที่ได้สร้างขึ้น รวมทั้งทดสอบโปรแกรมที่ทำการเขียนขึ้นด้วย

1.6.7 ขั้นตอนการทดลองและเก็บบันทึกผลการทดลอง รวมไปถึงวิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลองรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ



บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของการศึกษาจรรยาการเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรง และ ทฤษฎีมอเตอร์เชิงเส้น และการนำมอเตอร์ไปใช้งานของสตีปมอเตอร์ โครงสร้างของโรบอทไอเอไอ ที่นำมาใช้งาน ทฤษฎีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการออกแบบ การออกแบบแอปพลิเคชันบน โทรศัพท์มือถือ ที่ประยุกต์การใช้งานในการเคลื่อนที่ของโรบอทแกนเดียว

2.1 การเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรง.

การเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรง เป็นการศึกษาเพื่อพิจารณาตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่ง ของวัตถุ แต่ในที่นี้จะพิจารณาที่ความเร่ง เพื่อหาความเร่งของเครื่องทดสอบ เพื่อให้ได้ความเร่งตามที่ แผนการทดสอบ EURO NCAP (Pedestrian Protection) (รุ่งสุรีย์ ใจเขื่อนแก้ว 2545: 2-4)

$$V^2 = u^2 + 2as \quad (2.1)$$

โดยที่

V	คือ ความเร็ว ณ จุดสุดท้าย (m/s)
u	คือ ความเร็ว ณ เริ่มต้น (m/s)
a	คือ ความเร่ง (m/s^2)
s	คือ ระยะขจัด (m)

เมื่อทราบความเร่งและมวล จึงสามารถหาแรงกิริยาได้

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (2.2)$$

โดยที่

\vec{F}	คือ แรงกิริยา (N)
m	คือ มวล (kg)
a	คือ ความเร่ง (m/s^2)

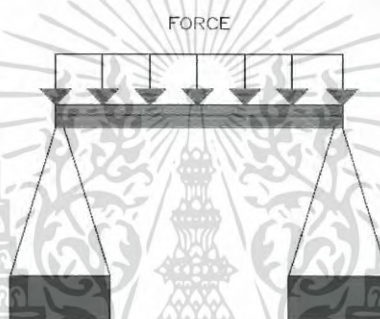
ดังนั้นแรงกิริยา \vec{F} จะแปรผันตามมวล (kg) และ ความเร่ง (m/s^2)

2.2 ทฤษฎีโมเมนต์ตัดและแรงเฉือนของคาน.

การพิจารณาท่อนโลหะ ซึ่งอยู่ภายใต้ความเค้นดึง ความเค้นอัด และความเค้นเฉือน ซึ่งมีค่าคงที่ตลอดภาคตัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งคานอยู่ภายใต้แรงที่กระทำในแนวตั้ง ความเค้นที่เกิดขึ้นจะมีทั้งความเค้นดึง ความเค้นอัด และความเค้นเฉือน แต่มีค่าไม่คงที่ตลอดภาคตัดอันหนึ่ง การรองรับของคาน เป็นระบบการรองรับคานแบบง่าย (Simple supported beam) มีลักษณะการรองรับเป็นคมมีดหรือลูกกลิ้งรองรับอยู่ ดังรูปที่ 2.1 และมีแรงกระจาย ดังรูปที่ 2.2

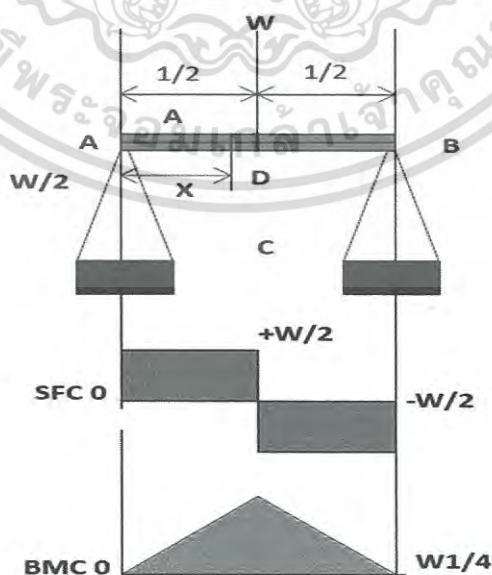


รูปที่ 2.1 ระบบการรองรับของคานแบบง่าย



รูปที่ 2.2 แรงกระจายสม่ำเสมอ

จากรูปที่ 2.2 สามารถที่จะพิจารณาให้อยู่ในรูปแบบของแรงแบบจุดกระทำตรงกึ่งกลางของคาน (Simply Supported beam) และเขียนเป็นแผนภาพโมเมนต์ตัดได้ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 Simply supported beam มีแรงแบบจุดกระทำตรงกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาแรงเฉือน SF ก่อนอื่นต้องหาแรงปฏิกิริยาที่ A และ B เนื่องจากแรงกระทำตรงกลางแรงปฏิกิริยามีค่าเท่ากัน

$$= \frac{W}{2} \quad (2.3)$$

และในช่วง AC จะได้ค่า

$$V = +\frac{W}{2} \quad (2.4)$$

ซึ่งเป็นค่าคงที่เมื่อผ่านจุด C

$$V = +\frac{W}{2} - W \quad (2.5)$$

ถ้าคิดจากด้านขวามือ แรงเฉือนที่จุด

$$B = -\frac{W}{2} \quad (2.6)$$

เพราะแรงปฏิกิริยาที่ B เฉือนวัสดุทวนเข็มนาฬิกา

ความเค้นดัด ชิ้นส่วนโครงสร้างที่รับโมเมนต์ซึ่งมีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงกันข้ามกระทำอยู่ในระนาบเดียวกันซึ่งเป็นระนาบในแนวความยาวนั้น เรียกว่าอยู่ในสภาพแรงดัดล้วน (Prebending) ซึ่งจะพบว่าถ้าตัดหน้าตัดผ่านชิ้นส่วน จะทำให้แรงเล็ก ๆ ที่กระทำบนชิ้นส่วนเทียบเท่ากับโมเมนต์ M (ดังนั้นแรงภายในหน้าตัดใด ๆ ในชิ้นส่วนโครงสร้างที่รับแรงดัดล้วนจะเทียบเท่ากับโมเมนต์ดัดนั้น ๆ โมเมนต์นี้เรียกว่า (Bending moment) สามารถหาโมเมนต์ดัดจากการพิจารณาสมดุลของคานและคำนวณได้จาก (รุ่งสุริย์ ใจเขียนแก้ว 2545: 2-4)

$$M = Rxx \quad (2.7)$$

และหาโมเมนต์สูงสุดได้จาก

$$M = Vxx \quad (2.8)$$

โดยที่ M คือ โมเมนต์ ($N.mm$)
 R คือ แรงปฏิกิริยา (N)
 V คือ แรงเฉือน (N)
 x คือ ระยะทางจากแรงไปยังจุดรองรับ (mm)

2.3 ค่าความปลอดภัย.

ค่าความปลอดภัย หมายถึง ตัวเลขที่นำไปหารค่าความต้านทานแรงดึงรากของวัสดุเพื่อให้ได้ความเค้นสำหรับใช้งาน (Working stress) ในชิ้นส่วนที่ต้องการออกแบบ หรือ เรียกว่าความเค้นออกแบบ (Design stress) สามารถหาได้จากตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	N_Y	N_u	N_u
แรงอยู่นิ่ง	2-1.5	4=3	6-5
แรงซ้ำทิศทางเดียว หรือแรงกระทบเล็กน้อย	3	6	8-7
แรงซ้ำสองทิศทาง หรือ แรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	12-10
แรงกระแทกอย่างหนัก	7-5	15-10	20-15

ค่าความปลอดภัยสำหรับแรงซ้ำทิศทางเดียว(Repeated one direction) หรือ แรงซ้ำ 2 ทิศทาง (Repeated and reversed 2) หมายถึง ค่าความปลอดภัยที่จะนำไปใช้เมื่อสมมติให้เป็นแรงนิ่ง (Dead load) ในขณะออกแบบสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาโดยคิดละเอียดลงไปถึง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแรง และความทนของวัสดุต่อแรงที่เปลี่ยนอยู่เสมอจะใช้ค่าความปลอดภัยแตกต่างกันไป (รุ่งสุริย์ ใจเชื่อนแก้ว 2545: 2-4)

2.4 สกรูส่งกำลัง.

ในการส่งกำลังจากรูปของแรงบิดและการหมุนเป็นรูปการเคลื่อนที่ในแนวเชิงเส้นการใช้สกรูขับ(Power/Lead/Ball screw) เมื่อสกรูถูกขับให้หมุน เกลียวของสกรูจะทำให้ Ball nut เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงได้ (อภิสิทธิ์ และคณะ 2553:8-14)



รูปที่ 2.4 สกรูส่งกำลัง(Ball screw)

จากรูปที่ 2.4 เป็นสกรูขับชนิด (Ball screw) ซึ่งจะมีแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในการเคลื่อนที่ น้อยมาก และมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่างร้อยละ 70-90 จากแรงเสียดทานที่น้อยมากระหว่าง Screw กับ Ball nut เนื่องจากมี bearing ball ทำให้ไม่เกิด Self-Locking คือ ถ้าเราเอามือดึงที่ Ball nut ให้เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ก็จะทำให้ (Ball screw) หมุนได้ด้วย ข้อเสียของ Ball screw คือ มีราคาแพง บอลสกรูที่ใช้มีระยะพิตช์ 10 mm ซึ่งการคำนวณหาแรงบิดของสกรูส่งกำลังสามารถหาได้ ดังสมการที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F_a = \mu mg \quad (2.9)$$

$$T = \frac{F_a \times Ph}{2 \times \pi \times \eta} \quad (2.10)$$

โดยที่	T	คือ แรงบิดหรือทอร์ก ($N.m$)
	F_a	คือ แรงทั้งหมดที่กระทำ (N)
	m	คือ มวล (kg)
	g	คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (m/s^2)
	Ph	คือ Feed screw lead (m)
	η	คือ ประสิทธิภาพของบอลสกรู
	μ	คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของบอลสกรู

2.5 มอเตอร์เชิงเส้น (Linear motion).

โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ Linear motion แบ่งออกเป็นหลายประเภท แต่ที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 ประเภทหลัก ๆ คือ

2.5.1 Linear bushing เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูก อายุการใช้งานยาวนาน สามารถรับภาระ (Load) ได้พอสมควรจากทุกทิศทาง สามารถใช้งานได้ด้วยความเร็วสูง ทั้งมีประสิทธิภาพทางกลสูง การบำรุงรักษาต่ำ ดังรูปที่ 2.5 (อภิสิทธิ์ และคณะ 2553:8-14)



รูปที่ 2.5 Linear bushing

2.5.2 Linear guide เป็นอุปกรณ์ Linear motion ที่มีการพัฒนาขึ้นมาอีกขั้นหนึ่ง เพื่อให้สามารถรับภาระได้สูงกว่า Linear bushing ทั้งที่มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากการออกแบบโครงสร้างภายในทางกลที่มีความซับซ้อนกว่า ทำให้ราคาของอุปกรณ์ชนิดนี้ต่อหน่วยมีราคาสูงกว่า Linear bushing แต่ก็มีข้อดีอีกหลายอย่างเมื่อเทียบกับราคาที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้ผู้ออกแบบเครื่องจักร หรือ ผู้ใช้งานเครื่องจักรหันมานิยมใช้ Slide guide กันมากยิ่งขึ้น ในอนาคตคาดว่าจะมาแทนที่ Linear bushing ได้ในท้ายที่สุด หรืออย่างน้อยก็จะมีราคาถูกลงจนอาจจะเกือบเท่ากับ Linear bushing 10 คุณสมบัติของอุปกรณ์ชนิดนี้โดยทั่วไปจะมีความสามารถในการรับภาระได้ตั้งแต่ 30 kg. สำหรับตัวเล็กสุด size 5 mm. ขึ้นไปจนถึง 1,790 kg. สำหรับตัวใหญ่สุด size 25 mm. มีความแข็งแรงสูง การเคลื่อนที่ที่สามารถทำได้ดีและมีความสม่ำเสมอ มี clearance น้อยมากจึงเหมาะกับงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ต้องการความละเอียดสูง มีค่า rigidity ที่สูงกว่า อีกทั้งยังมีรุ่น preload ให้เลือกใช้อีกด้วย ดังรูปที่ 2.6 (อภิสิทธิ์ และคณะ 2553:8-14)



รูปที่ 2.6 Slide guide

2.5.3 Ball screw เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนการหมุนของ motor ให้เป็นการเคลื่อนที่ในแนวเชิงเส้น อุปกรณ์ชนิดนี้มีคุณลักษณะที่โดดเด่นและสำคัญหลายประการเช่นการเคลื่อนที่ในแนวแกนมีความราบลื่นสม่ำเสมอสูงมาก เพราะเนื่องจากเม็ดลูกปืนที่อยู่ภายในและร่องเกลียวที่มีการเจียรระไนเป็นอย่างดีการรับภาระสามารถรับได้สูงเนื่องจากจำนวนเม็ดลูกปืนที่มีมากเป็นพิเศษ การรับแรงในแนวรัศมีก็สามารถรับได้สูงเช่นเดียวกัน สามารถใช้งานที่ความเร็วสูงได้ ประสิทธิภาพทางกลสูง ขนาดของ Ball screw สามารถเลือกใช้ได้ตั้งแต่ \varnothing 8 mm lead 2 mm. ไปจนถึง \varnothing 32 mm. lead 32 mm. ดังรูปที่ 2.7 (อภิสิทธิ์ และคณะ 2553:8-14)



รูปที่ 2.7 Ball screw

2.5.4 การเคลื่อนที่ของแต่ละ Step ของ Lead screw ในการเคลื่อนที่ของ Lead screw สามารถคำนวณหาค่าความละเอียดของ Lead screw ที่ต้องการดังสมการ 2.11

$$\theta_s = \frac{360 \times \text{Demanded Resolution}}{\text{Screw Pitch}(Sp)} \quad (2.11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่	ϕ	คือ องศาของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ หน่วยเป็นองศา
	<i>Demanded Resolution</i>	คือ ค่าความละเอียดที่ต้องการ(m.)
	<i>Screw Pith(Sp)</i>	คือ ระยะห่างของเกลียว Lead Screw (mm.)

ตัวอย่าง ถ้าเคลื่อนที่สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 0.9 องศา ที่ระยะห่างของเกลียว Lead Screw 1.5 mm.

แทนค่า

$$0.9\text{Degree} = \frac{360 \times \text{Demanded Resolution}}{1.5 (Sp)} \quad (2.12)$$

$$\text{Demanded Resolution} = 0.00000375 \text{ m.} \quad (2.13)$$

2.5.5 การหาพัลส์ของการเคลื่อนที่ต่อการเคลื่อนที่ในหนึ่งครั้ง สามารถคำนวณหาจำนวนพัลส์ทั้งหมดของการเคลื่อนที่หนึ่งครั้ง ดังสมการที่ 2.14

$$\text{Operating pulses} = \frac{\text{Feed per unit}(l) \times 360 \text{ degree}}{\text{Screw pith}(Sp) \times \phi} \quad (2.14)$$

โดยที่	<i>Feed per unit (l)</i>	คือ ระยะความยาวของ Lead screw หน่วยเป็น m.
	<i>Operating pulses</i>	คือ Pulse ทั้งหมดของการทำงาน หน่วยเป็น Pulses

ตัวอย่าง *Feed per unit (l)* = 6mm., ϕ = 0.9 , *Screw pith (Sp)* = 1.5mm.

หาค่า *Operating pulses* แทนค่า ดังสมการที่ 2.15

แทนค่า

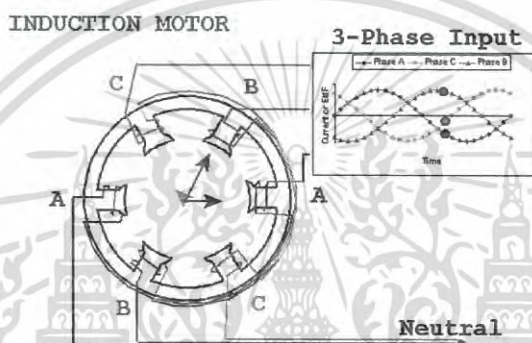
$$\frac{0.06 \times 360}{0.0015 \times 0.9} = 1600 \text{ pulse} \quad (2.15)$$

2.6 มอเตอร์ (Motor).

มอเตอร์ หมายถึง เครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า มาเป็นพลังงานกล การแบ่งชนิดของมอเตอร์ (Types of electric motors) สามารถแบ่งได้ 3 ชนิด ดังนี้

2.6.1) มอเตอร์ไฟฟ้า (Induction motor)

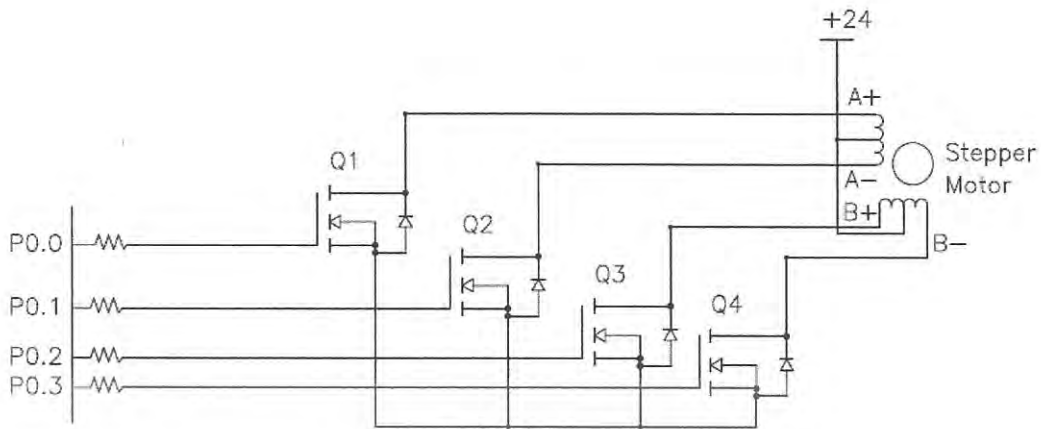
มอเตอร์ไฟฟ้า หมายถึง เครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เพื่อไปขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น พัดลม บีม เครื่องปรับอากาศหรือใช้ในโรงงาน เพื่อควบคุมเครื่องจักรกลต่าง ๆ ในโรงงาน มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีทั้งใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง การเกิดเส้นแรงแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กในแท่งแม่เหล็ก เมื่อตัวนำไฟฟ้าเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้นบนแท่งตัวนำ เมื่อตัวนำที่มีกระแสไหลเมื่อวางอยู่ในสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงกระทำกับแท่งตัวนำ ดังรูปที่ 2.8 (อภิสิทธิ์ และคณะ 2553:8-14)



รูปที่ 2.8 มอเตอร์ไฟฟ้า (Induction motor)

2.6.2) สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping motor)

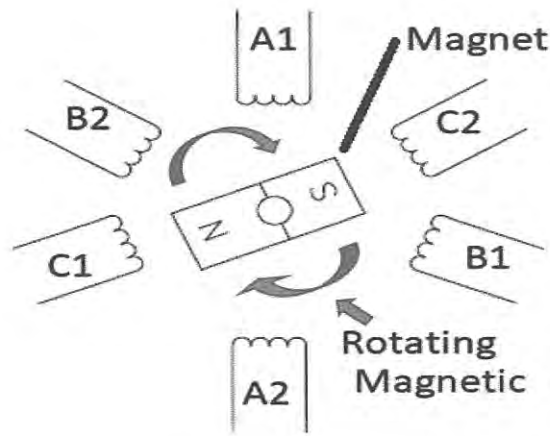
สเต็ปป์มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์เอาต์พุต อย่างหนึ่งซึ่งสามารถนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำการควบคุมได้สะดวกและเป็นมอเตอร์ ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานควบคุมการหมุนที่ต้องการตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน การทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์จะขับเคลื่อนทีละขั้น ๆ (Step 0.9, 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 50 องศา) ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของสเต็ปป์มอเตอร์ตัวนั้น ๆ สเต็ปป์มอเตอร์จะแตกต่างจากมอเตอร์กระแสตรงทั่วไป (DC motor) โดยการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงจะหมุนไปแบบต่อเนื่อง ไม่สามารถหมุนเป็นแบบสเต็ป ๆ ได้ ดังนั้นในการนำไปกำหนดตำแหน่งจึงควบคุมได้ยากกว่า แต่ในส่วนใหญ่เราจะใช้สเต็ปป์มอเตอร์มาทำการควบคุมโดยใช้วิธีในระบบดิจิทัล เช่น พรินเตอร์ (Printer) พล็อตเตอร์ (Plotter) ดิสก์ไดรฟ์ (Disc drive) ฯลฯ ดังรูปที่ 2.9 (อภิสิทธิ์ และคณะ 2553:8-14)



รูปที่ 2.9 สเต็ปป์มอเตอร์(Stepping motor)

2.6.3) เซอร์โวมอเตอร์(Servo motor)

เซอร์โวมอเตอร์เป็นอุปกรณ์เครื่องต้นกำลัง ที่สามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบได้อย่างรวดเร็วและมีคุณสมบัติของการเคลื่อนที่เชิง ความเร็ว อัตราเร่ง ตำแหน่ง และแรงบิด โดยการตอบสนองนั้นมีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุดในระยะเวลาที่สั้น ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่ว่าจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ หรือ กระแสตรงไม่สามารถตอบสนองได้ เซอร์โวมอเตอร์ มีทั้งแบบที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรงในช่วงหลายปีที่ผ่านมาการใช้งาน เซอร์โวมอเตอร์แบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นที่แพร่หลายมาก เนื่องจากการควบคุมกระแสไฟสูง ๆ ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ต้องใช้เอสซีอาร์ (SCRs) ในการควบคุม ต่อมาการพัฒนาการของอุปกรณ์เพาเวอร์อิเล็กทรอนิกส์ทำให้ทรานซิสเตอร์ (Transistor) มีขีดความสามารถในการควบคุมกระแสสูง ๆ เพิ่มขึ้นและยังสามารถทำงานได้ที่ความถี่สูง ทำให้การใช้งานเซอร์โวมอเตอร์แบบไฟกระแสสลับเป็นที่นิยมในปัจจุบัน การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ผู้ใช้สามารถที่จะควบคุมพารามิเตอร์ทางกลต่าง ๆ เช่น การควบคุมตำแหน่ง การควบคุมความเร็ว และการควบคุมแรงบิดโดยการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะต้องมีการป้อนกลับของสัญญาณเพื่อเปรียบเทียบค่าและประมวลผลการทำงานเพื่อใช้ในการควบคุมพารามิเตอร์ทางกลโดยระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ สำคัญ 3 ส่วน คือ คอนโทรลเลอร์ ไดรเวอร์ และตัวระบุตำแหน่งคอนโทรลเลอร์ (Controller) คอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณพัลส์ (Pulse trainInput) สัญญาณอนาล็อก (Analog Input) จ่ายให้กับชุดควบคุมการขับเคลื่อน (Servo amplifier, Driver) เพื่อส่งสัญญาณผ่านไปยังเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำงานตามการควบคุมตำแหน่งการควบคุมความเร็วและการควบคุมแรงบิดตามต้องการ ไดรเวอร์ (Driver) ไดรเวอร์ ทำหน้าที่ ในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ จะประกอบไปด้วยพารามิเตอร์หลายอย่าง เช่น ความเร็ว ตำแหน่ง สัญญาณจากเอนโค้ดเดอร์ การปรับตั้งค่าความผิดพลาด ซึ่งสัญญาณต่าง ๆ เหล่านี้ไม่สามารถส่งไปยังเซอร์โวมอเตอร์ได้โดยตรง ต้องอาศัยเซอร์โวไดรเวอร์เป็นตัวรวบรวมสัญญาณทั้งหมดเข้าด้วยกันเพื่อส่งไปควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ให้ทำงานตามต้องการ ตัวระบุตำแหน่ง (Encoder) (อภิสิทธิ์ และคณะ 2553:8-14)



รูปที่ 2.10 เซอร์โวมอเตอร์(Servo motor)

ซึ่งการคำนวณกำลังของมอเตอร์สามารถหาได้ดังสมการที่ 2.14

$$P = 2 \times \pi \times Tn \quad (2.14)$$

โดยที่

P คือ กำลังขับ (W)
 T คือ โมเมนต์แรงบิด (Nm)
 n คือ ความเร็วรอบ (rpm)

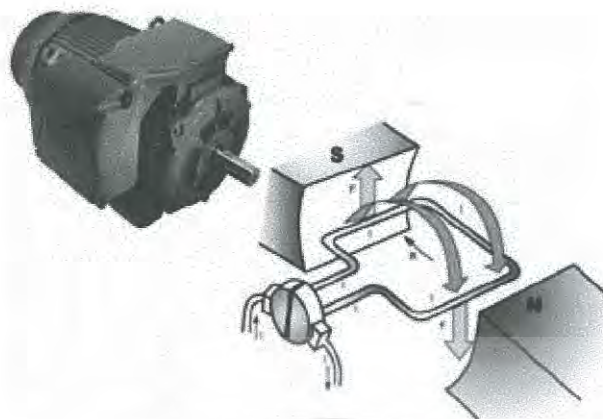
2.7 การแบ่งลักษณะการทำงานของมอเตอร์สามารถแบ่ง 2 ลักษณะ.

2.7.1) มอเตอร์รีซีมิ (Rotation motor)

มอเตอร์ไฟฟ้าหมุนได้โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โดยมีส่วนประกอบหลัก ส่วน 2 คือ

2.7.1.1) สเตเตอร์ (Stator) คือส่วนที่อยู่กับที่ทำด้วยวัสดุแม่เหล็กเป็นทรงกระบอกกลวง มีขดลวดทองแดงพันอยู่ในร่องสลีต เมื่อขดลวดทองแดงที่พันอยู่กับสเตเตอร์มีกระแสไฟฟ้าสลับไหลผ่านจะเกิดสนามแม่เหล็ก (Rotating Magnetic Fields) หมุนอยู่ในช่องอากาศรอบๆ แกนหมุน โดยความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนนี้ จะเรียกว่า ความเร็วซิงโครนัส หรือ Synchronous Speed

2.7.1.2) โรเตอร์ (Rotor) คือส่วนที่หมุนได้ ทำด้วยวัสดุแม่เหล็กเป็นรูปทรงกระบอกตัน หมุนได้รอบแกนหมุนและโรเตอร์จะหมุนอยู่ภายในสเตเตอร์ การที่โรเตอร์หมุนได้เกิดจากสนามแม่เหล็กหมุนที่เกิดจากสเตเตอร์ เหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันและกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดโรเตอร์ ซึ่งกระแสไฟฟ้านี้จะสร้างสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์ ซึ่งเป็นผลให้เกิดแรงบิดจากการผลักรันของสนามแม่เหล็กระหว่างสเตเตอร์และโรเตอร์ทำให้มอเตอร์หมุนได้ (อภิสิทธิ์ และคณะ 2553:8-14)



รูปที่ 2.11 โรเตอร์(Rotor)

2.7.2) มอเตอร์เชิงเส้น(Linear motor)

มอเตอร์เชิงเส้นแบ่งออกเป็นสองชนิด คือ แบบความแรงต่ำ และแบบความแรงสูง มอเตอร์เชิงเส้น แบบความแรงต่ำเหมาะกับรถไฟพลังแม่เหล็ก (maglev train) หรือการขนส่งบนพื้นดิน แต่ มอเตอร์เชิงเส้นความแรงสูงถูกนำไปใช้ในการเคลื่อนวัตถุความเร็วสูงมาก ๆ เช่นปืนแม่เหล็กไฟฟ้าหรือในการศึกษาเกี่ยวกับการชนที่รุนแรง เช่นอาวุธ หรือการทดสอบผู้ขับเคลื่อนยานอวกาศ โดยทั่วไป มอเตอร์เชิงเส้นความแรงสูงจะใช้ AC มอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้น (Linear Induction Motor, LIM) ที่มีขดลวด 3 เฟสที่แอคทีฟที่ด้านหนึ่งของช่องว่างอากาศ (air-gap) อีกด้านเป็นแผ่นตัวนำแบบพาสซีฟ แต่สำหรับปืนแม่เหล็กไฟฟ้า จะใช้ DC มอเตอร์เชิงเส้นแบบขั้วเหมือน (Homopolar) มอเตอร์เชิงเส้นความแรงต่ำปกติจะออกแบบให้เป็นซิงโครนัสมอเตอร์ LSM (Linear Synchronous Motor) ที่มีขดลวดแอคทีฟที่ด้านเดียว และอีกด้านหนึ่งเป็นแถบแม่เหล็กขั้วสลับ แถบแม่เหล็กนี้อาจเป็นแม่เหล็กชั่วคราวหรือแม่เหล็กถาวร (อภิสิทธิ์ และคณะ 2553:8-14)

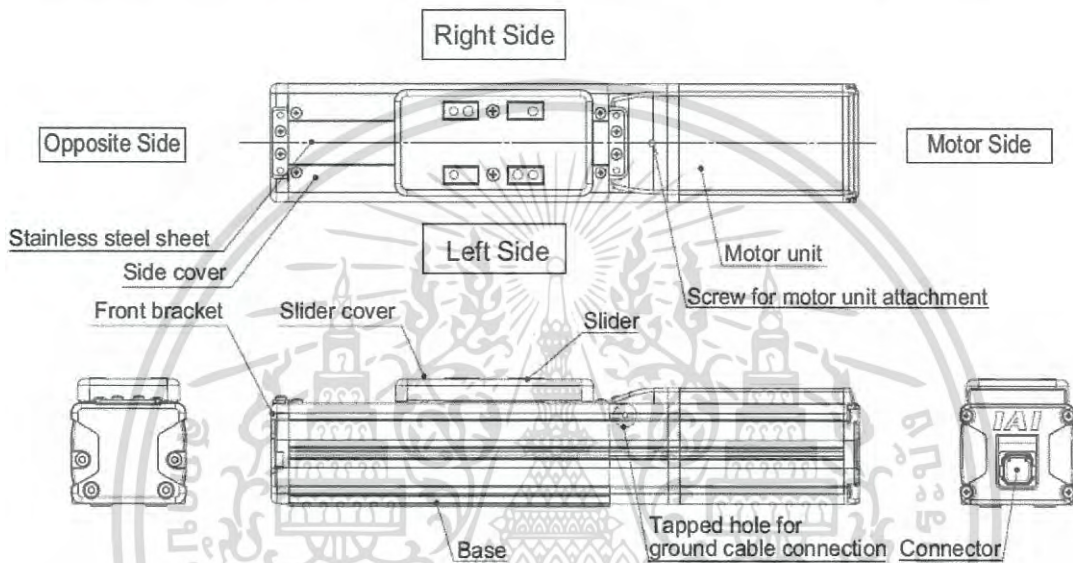


รูปที่ 2.12 มอเตอร์เชิงเส้น (Linear motor)

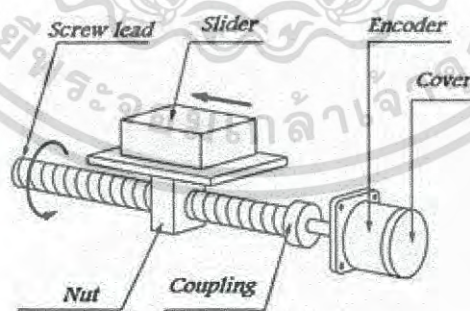
2.8 โรบอทไอเอเอ.

โรบอทไอเอเอ เป็นแกนโรบอท ของบริษัทไอเอเอ ประเทศไทยปุ่น ที่ประกอบมาจาก Lead screw และมอเตอร์ นำมาประกอบเป็นสำเร็จรูป สามารถแบ่งชุดการทำงานออกเป็น 4 ส่วน

2.8.1 แกนโรบอท คือ แกนโรบอทที่ประกอบด้วย เกลียวนำของแท่งกึ่งตามแนวนอน (Screw lead) หรือ แท่งสกรูตามระยะความยาว มีระยะเป็นมิลลิเมตร ต่อเข้ากับชุดขับเคลื่อนที่เป็นที่เป็นแผ่นสแตนเลสวางด้านบน และต่อเข้ากับชุดสแต็ปมอเตอร์ที่มีเอ็นคโอดอร์เป็นตัวบอกระยะให้กับโรบอทเคลื่อนที่ ไประยะที่เท่าไร ตามรูปที่ 2.13 และ ตามรูปที่ 2.14 (IAI 2016: 4)



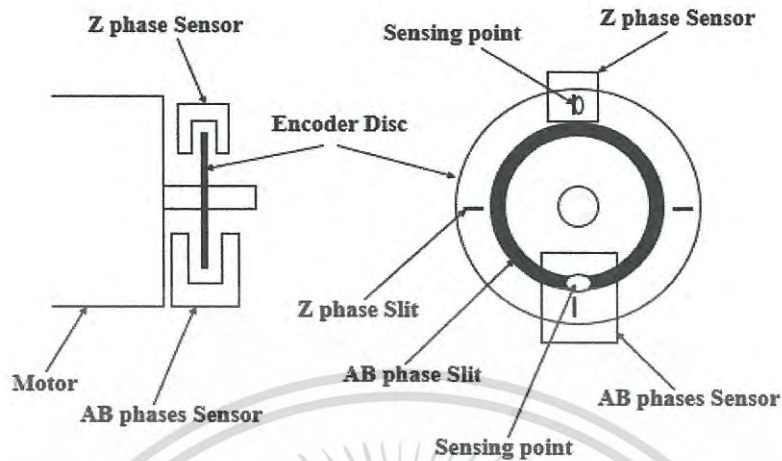
รูปที่ 2.13 โครงสร้างภายนอกของโรบอทไอเอเอ



รูปที่ 2.14 โครงสร้างภายในของโรบอทไอเอเอ

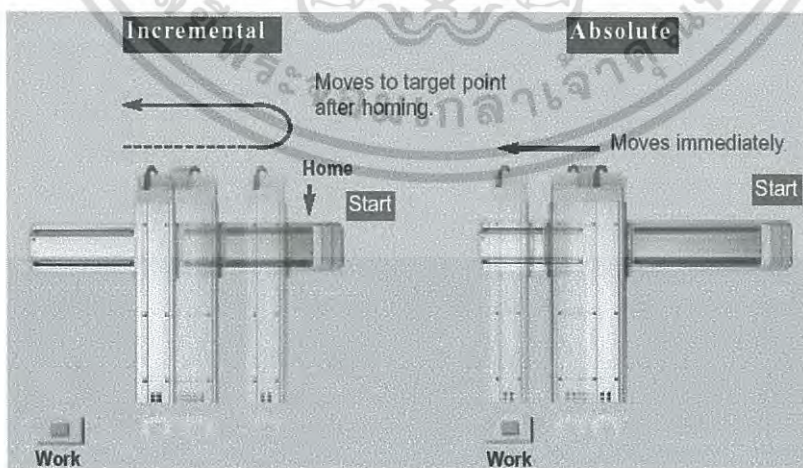
ในแกนโรบอทต่อเข้ากับชุดเอ็นคโอดอร์ โดยที่เอ็นคโอดอร์นี้ จะมีแผ่นกลม (Encoder Disc) เป็นตัวบอกระยะ ว่าโรบอทเคลื่อนที่ไปที่ไหน โดยที่ถ้าเคลื่อนที่เข้าใกล้จุดศูนย์ (Origin) โดยใช้ z เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

phase sensor เป็นตัวควบคุม ในส่วนระยะการเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา หรือ ทวนเข็มนาฬิกา จะใช้ AB Phase ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 โครงสร้างภายในของเอ็นโค้ดเดอร์

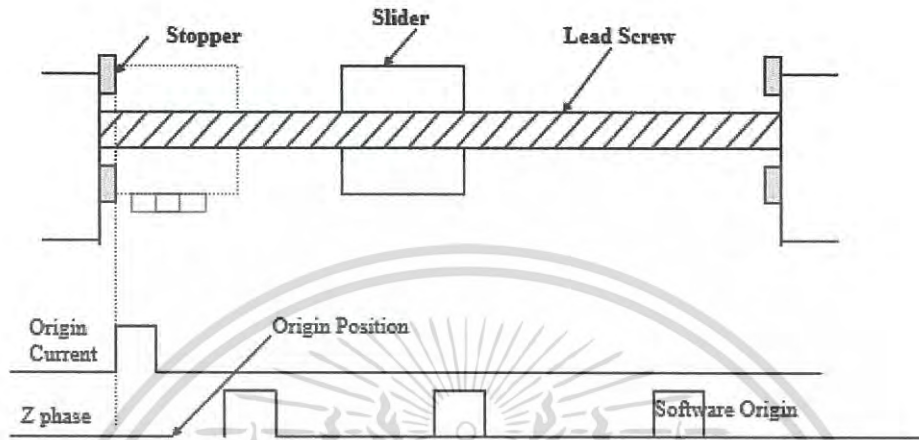
2.8.2 ชนิดของเอ็นโค้ดเดอร์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ เอ็นคอดีเตอร์แบบอินคิเมนทอล (Incremental) และ แบบ แอ็บโซลูท (Absolute) ,เอ็นคอดีเตอร์แบบอินคิเมนทอล (Incremental) คือ เอ็นคอดีเตอร์ที่เมื่อทำการใช้งานทำการหยุดจ่ายไฟและจ่ายไฟอีกครั้ง จะต้องทำการเคลื่อนที่เข้าใกล้ศูนย์ใหม่ทุกครั้ง(Origin) โดยเอ็นคอดีเตอร์ ชนิดนี้จะไม่จำค่าของการเข้าใกล้ศูนย์ (Origin) ในส่วนเอ็นคอดีเตอร์แบบแอ็บโซลูท (Absolute) จะแตกต่างที่จะต้องทำการเคลื่อนที่เข้าใกล้ศูนย์(Origin) ในครั้งแรกเท่านั้น และเมื่อใช้งานและทำการเปิดปิดการจ่ายไฟ โรบอทจะสามารถเคลื่อนที่ได้เลย (IAI 2016: 20)



รูปที่ 2.16 ชนิดของ Encoder Incremental, Absolute.

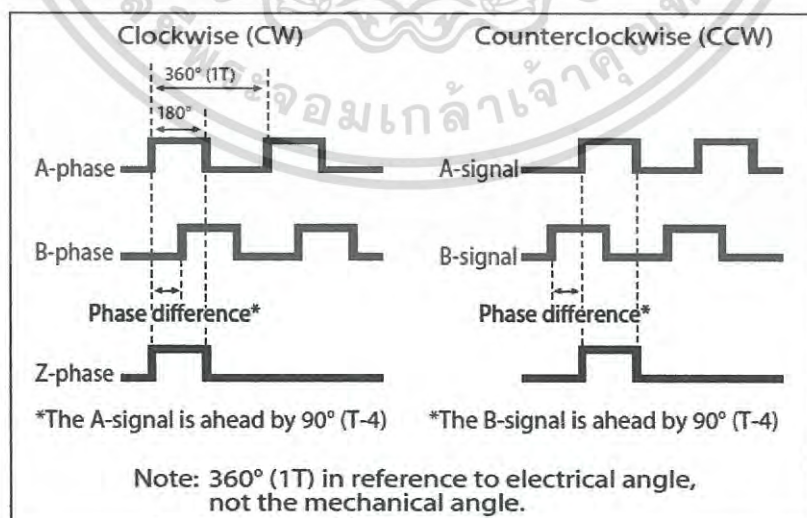
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนที่เข้าใกล้ศูนย์ (Origin) เมื่อแกนrobotต้องการเคลื่อนที่เข้าใกล้ศูนย์ แกนrobot จะได้รับสัญญาณมาจากเอ็นคอคอเตอร์ และเคลื่อนที่ไปชน Stopper เมื่อ Phase z เคลื่อนที่เข้าใกล้ศูนย์ จะทำให้เอ็นคอคอเตอร์จำตำแหน่งนั้นๆว่าเป็นจุดศูนย์ หรือ Origin นั้นเอง



รูปที่ 2.17 การเคลื่อนที่เข้าใกล้ศูนย์ (Origin)

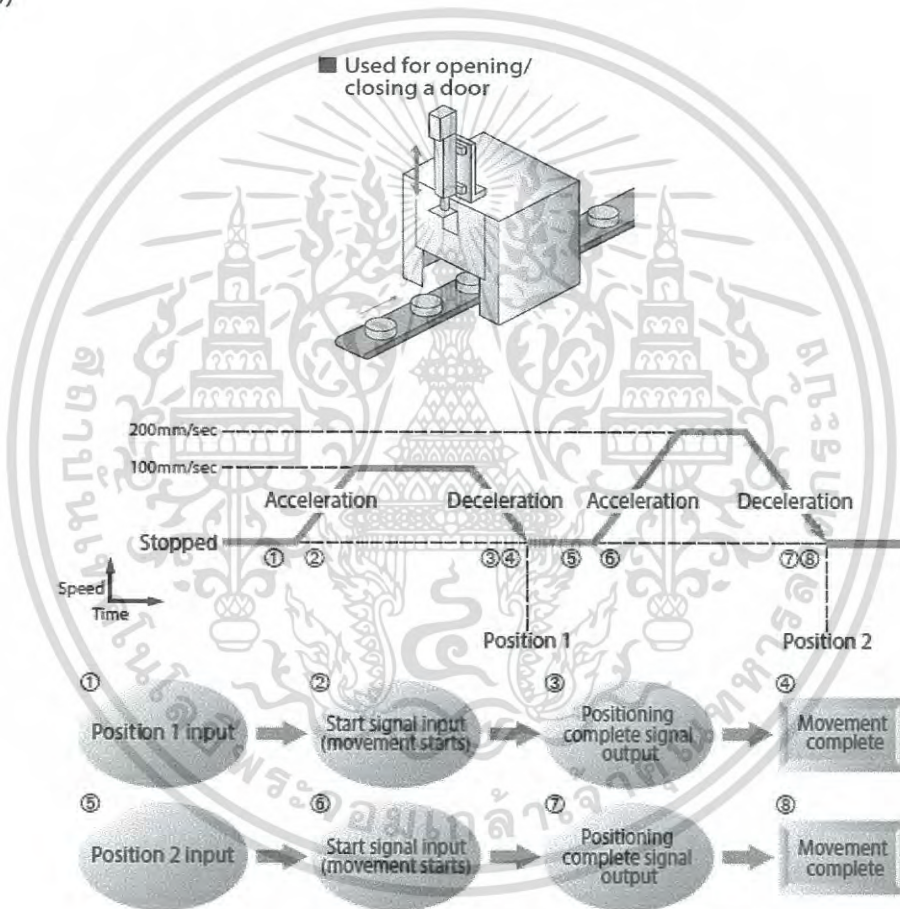
การเคลื่อนที่ของrobotไอเอไอ เมื่อrobot ได้รับข้อมูลการเคลื่อนที่ ณ ตำแหน่งใดๆ robot ไอเอไอเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกาด้วยเฟสเอ และเฟสบี เพิ่มขึ้นทีละเฟส เฟสเอ เคลื่อนที่ตรงไปยังทิศทางเดียวกับบีเฟส lead Screw เป็นระบบขับเคลื่อน ดังรูปที่ 2.17 การเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา ดังรูปที่ 2.18 (IAI 2016: 25)



รูปที่ 2.18 การเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 1 การเคลื่อนที่ของโรบอท ในระยะทางที่เท่ากัน แต่ความเร็วต่างกัน เมื่อโรบอทเคลื่อนที่จากจุดที่ 1 คือจุด 0 มิลลิเมตร ไปตำแหน่งที่ 100 มิลลิเมตร ด้วยอัตราเร่งที่ 0.3 G ที่ขอขาขึ้น จนถึงความเร็วคงที่ที่ 100 มิลลิเมตรต่อวินาที เมื่อใกล้จะถึงตำแหน่งที่ 100 มิลลิเมตร โรบอทจะเริ่มหน่วงที่ 0.3 G ณ ขอบขาลงของรูปคลื่นในหนึ่งรอบ จนเมื่อถึงตำแหน่งที่ 100 มิลลิเมตรโรบอทก็จะหยุด และเริ่มเคลื่อนที่ไปที่จุดที่ 2 คือ จุด 100 มิลลิเมตร ไปตำแหน่งที่ 200 มิลลิเมตร ด้วยอัตราเร่งที่ 0.3 G ที่ขอขาขึ้น จนถึงความเร็วคงที่ที่ 100 มิลลิเมตรต่อวินาที เมื่อใกล้จะถึงตำแหน่งที่ 200 มิลลิเมตร โรบอทจะเริ่มหน่วงที่ 0.3 G ณ ขอบขาลงของรูปคลื่นในหนึ่งรอบ จนเมื่อถึงตำแหน่งที่ 200 มิลลิเมตรโรบอทก็จะหยุด จะสังเกตเห็นได้ว่าโรบอทที่มีความเร็วมากกว่าในระยะทางที่เท่ากัน จะมีรูปคลื่นเป็นสี่เหลี่ยมคางหมูที่ใหญ่กว่าในระยะทางที่เท่ากัน และใช้เวลาน้อยกว่าจุดที่ 1 (IAI 2016,110)



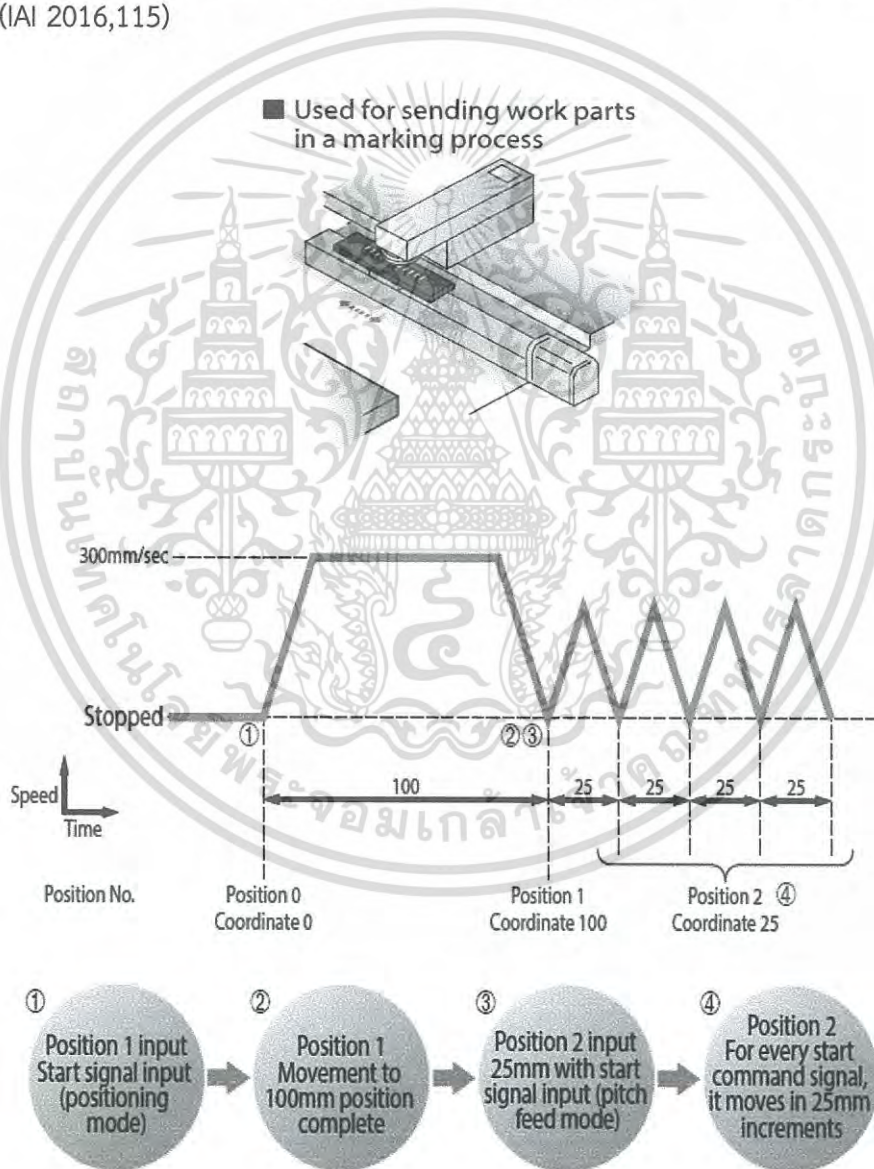
Position Data Table
(set by the teaching pendant or PC software)

No.	Position (mm)	Speed (mm/sec)	Acceleration (G)	Deceleration (G)	Push (%)	Positioning band (mm)
1	100	100	0.3	0.3	0	10
2	200	200	0.3	0.3	0	20

รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบสี่เหลี่ยมคางหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2 การเคลื่อนที่ของโรบอท ในระยะทางที่ต่างกัน แต่ความเร็วเท่ากัน เมื่อโรบอทเคลื่อนที่จากจุดที่ 1 คือจุด 0 มิลลิเมตร ไปตำแหน่งที่ 100 มิลลิเมตร ด้วยอัตราเร่งที่ 0.3 G ที่ขอบขาขึ้น จนถึงความเร็วคงที่ที่ 300 มิลลิเมตรต่อวินาที เมื่อใกล้จะถึงตำแหน่งที่ 100 มิลลิเมตร โรบอทจะเริ่มหน่วงที่ 0.3 G ณ ขอบขาลงของรูปคลื่นในหนึ่งรอบ จนเมื่อถึงตำแหน่งที่ 100 มิลลิเมตรโรบอทก็จะหยุด และเริ่มเคลื่อนที่ไปที่จุดที่ 2 คือ จุด 100 มิลลิเมตร และทำการเคลื่อนที่ ทีละ 25 มิลลิเมตรต่อครั้งเมื่อโรบอทเคลื่อนที่ผ่านขอบขาขึ้นและถึงตำแหน่งที่เคลื่อนที่ที 25 มิลลิเมตรแต่ความเร็วยังยั้งไม่ถึงระยะทางที่กำหนดทำให้รูปคลื่นเปลี่ยนเป็นขอบขาลงของความหน่วง เมื่อทำการเคลื่อนที่อีกครั้งทีละ 25 มิลลิเมตร จึงทำให้เกิดรูปคลื่นสี่สามเหลี่ยมในระยะทางที่น้อยกว่าความเร็วในการเคลื่อนที่(IAI 2016,115)



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

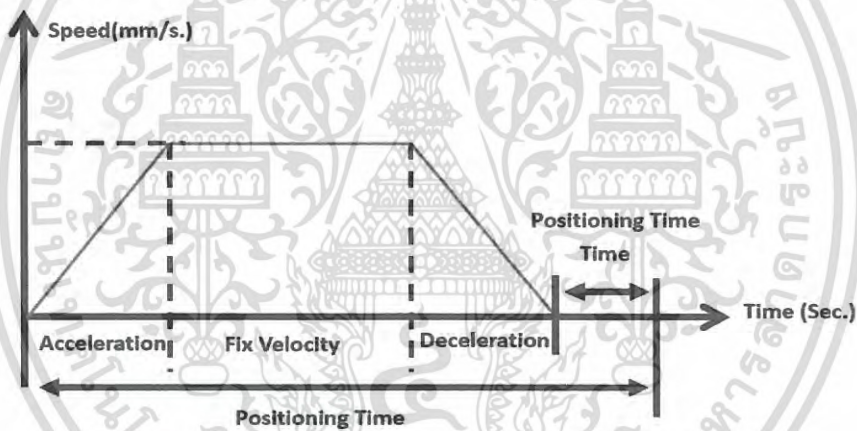
เมื่อพิจารณาคำนวณค่าตำแหน่งของการเคลื่อนที่ที่robotไอเอไอสามารถเคลื่อนได้ทั้งทั้งรูปสี่เหลี่ยมคางหมู และสามเหลี่ยมนั้น สามารถเช็คได้ว่ากราฟการเคลื่อนที่เป็นแบบสี่เหลี่ยมคางหมูหรือสามเหลี่ยม ดังสมการที่ 2.15 และสมการที่ 2.16

$$Position (A) = \frac{Distance (mm)}{Speed \left(\frac{mm}{s} \right)} + \frac{Speed \left(\frac{mm}{s} \right)}{Accel \left(\frac{mm}{sec^2} \right)} + \frac{Position (mm)}{Setting Time (sec)} \quad (2.15)$$

$$Position (B) = \sqrt{\frac{Distance (mm.)}{Accel \left(\frac{mm}{Sec^2} \right)}} + \frac{Position (mm.)}{Setting Time(sec)} \quad (2.16)$$

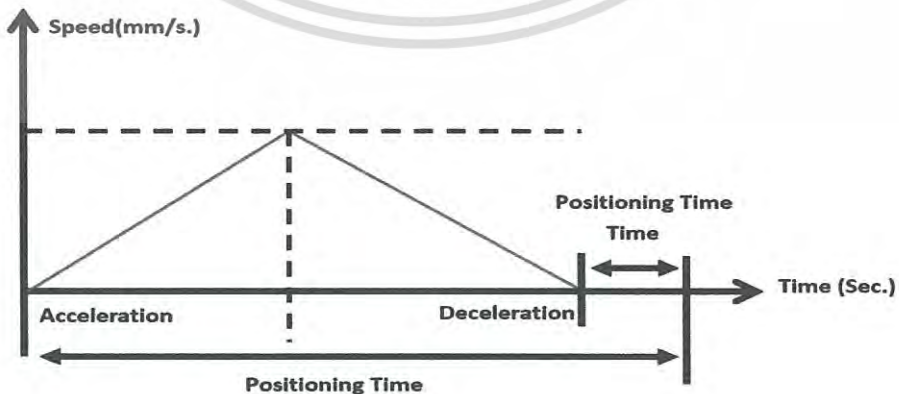
ถ้า Speed < Attained Speed = สี่เหลี่ยมคางหมู , ถ้า Speed > Attained Speed = สามเหลี่ยม

Trapezoid Pattern



รูปที่ 2.21 รูปคลื่นการเคลื่อนที่แบบสี่เหลี่ยมคางหมู

Triangle Pattern



รูปที่ 2.22 รูปคลื่นการเคลื่อนที่แบบสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาพื้นที่ของการเคลื่อนที่ สามารถคำนวณหาเวลาที่ใช้งานต่อการเคลื่อนที่ได้ดังนี้

$$\theta_D = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\theta_{MAX \times t}}{(T_1 - T_2)} dt + \int_{T_2}^{T_3} \theta_{MAX} dt + \int_{T_3}^{T_4} \frac{\theta_{MAX \times t}}{(T_4 - T_3)} dt \quad (2.17)$$

$$\theta = \frac{\theta_{MAX \times t}}{(T_2 - T_1)} t \quad : \quad t = T_1 \rightarrow T_2 \quad (2.18)$$

$$\theta = \frac{\theta_{MAX \times t}}{(T_4 - T_3)} t \quad : \quad t = T_3 \rightarrow T_4 \quad (2.19)$$

$$\theta = \frac{\theta_{MAX \times t}}{(T_2 - T_1)} t^2 \quad : \quad \theta_i = \theta_{MAX} \times (t - T_2) \quad (2.20)$$

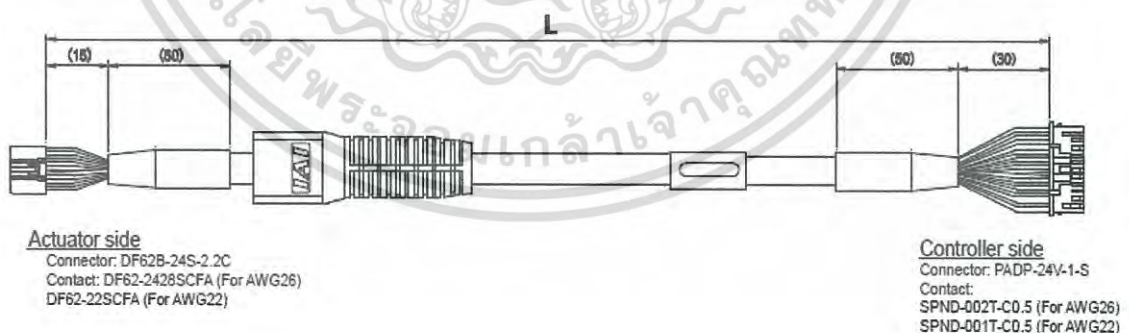
$$\theta_i = \frac{(T_4 - T_3)\theta_{MAX}}{2} - \frac{\theta_{MAX}}{2(T_4 - T_3)} \times (T_4 - T_3 - t)^2 \quad (2.21)$$

เมื่อ

$$t = iT, i = 0 \quad (T_2 - T_1) \quad : \quad t = iT, i = 0 \quad (T_3 - T_2) \quad (2.22)$$

$$t = iT, i = 0 \quad t(T_4 - T_3)$$

2.8.3 สายโรบอท คือ สายมอเตอร์และสายเอ็นคอคเตอร์ ที่ต่อด้านท้ายของแกนโรบอทไปชุดควบคุมโรบอท สายโรบอทนี้ จะเป็นสายที่ผสมระหว่าง สายที่ควบคุมมอเตอร์และสายที่ควบคุมเอ็นคอคเตอร์ ไว้ในเส้นเดียวกัน ดังรูปที่ 2.23 และ รูปที่ 2.24



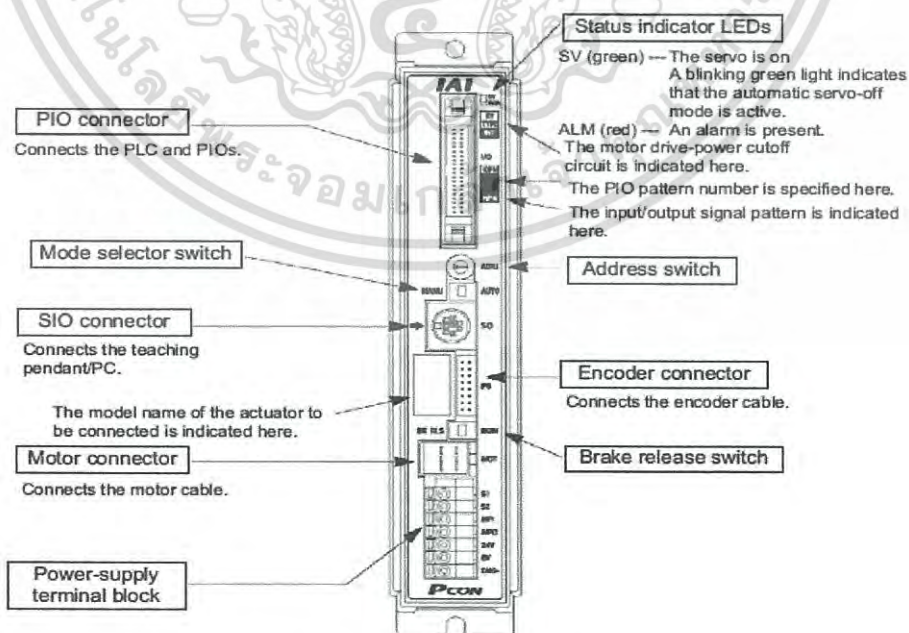
รูปที่ 2.23 สายโรบอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Actuator side				Controller side			
Thickness	Electric Wire Color	Symbol	Pin No.	Pin No.	Symbol	Electric Wire Color	Thickness
AWG22/19	Blue	ϕA	3	1	ϕA	Blue	AWG22/19
AWG22/19	Orange	VMM	5	2	VMM	Orange	AWG22/19
AWG22/19	Brown	ϕB	10	3	ϕB	Brown	AWG22/19
AWG22/19	Gray	VMM	9	4	VMM	Gray	AWG22/19
AWG22/19	Green	ϕ_A	4	5	ϕ_A	Green	AWG22/19
AWG22/19	Red	ϕ_B	15	6	ϕ_B	Red	AWG22/19
AWG26	Black	LS+	8	7	LS+	Black	AWG26
AWG26	Yellow	LS-	14	8	LS-	Yellow	AWG26
AWG26	Blue	SA	12	11	SA	Blue	AWG26
AWG26	Orange	SB	17	12	SB	Orange	AWG26
AWG26	Green	A+	1	13	A+	Green	AWG26
AWG26	Brown	A-	6	14	A-	Brown	AWG26
AWG26	Gray	B+	11	15	B+	Gray	AWG26
AWG26	Red	B-	16	16	B-	Red	AWG26
AWG26	Blue	BK+	20	9	BK+	Blue	AWG26
AWG26	Orange	BK-	2	10	BK-	Orange	AWG26
AWG26	Gray	VCC	21	17	VCC	Gray	AWG26
AWG26	Red	GND	7	19	GND	Red	AWG26
AWG26	Brown	VPS	18	18	VPS	Brown	AWG26
AWG26	Green	LS_GND	13	20	LS_GND	Green	AWG26
-	-	-	19	22	-	-	-
AWG26	Pink	-	22	21	-	Pink	AWG26
-	-	-	23	23	-	-	-
AWG26	Black	FG	24	24	FG	Black	AWG26

รูปที่ 2.24 โครงสร้างภายในสายโรบอท

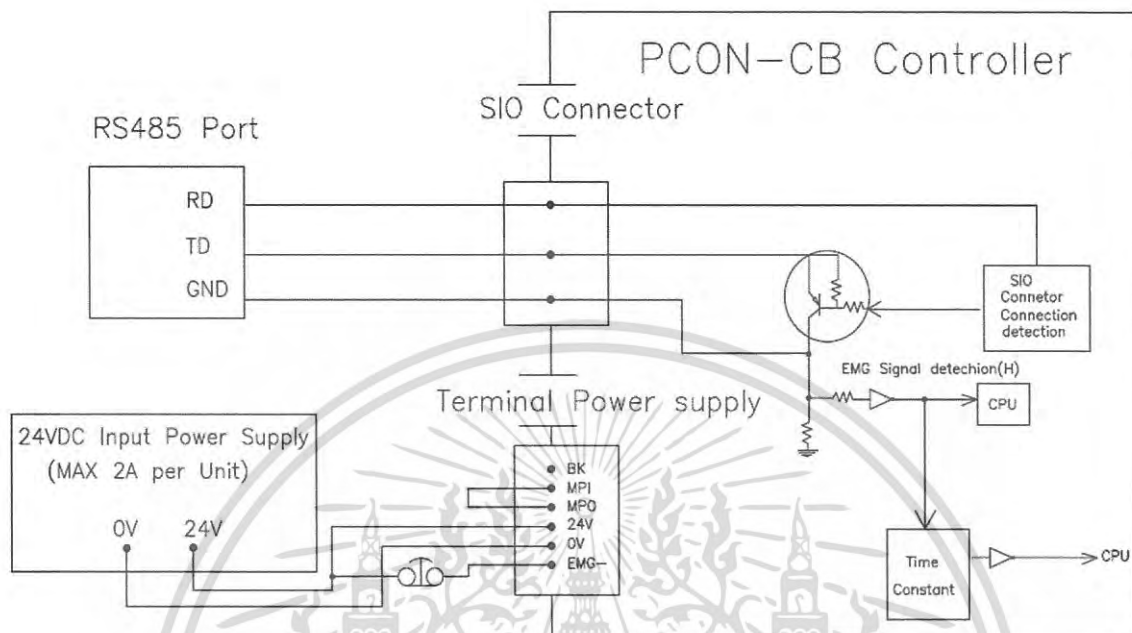
2.8.4 คอนโทรลเลอร์ คือ ชุดควบคุมที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของแกนโรบอทไอเอไอ คอนโทรลเลอร์นี้ จะสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งในชุดสายไอโอ และผ่านพอร์ต RS485 ซึ่งการเคลื่อนที่ของโรบอทผ่านไอโอ สามารถใช้งานด้วยการใช้สัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการเคลื่อนที่ เช่น PLC , คอมพิวเตอร์ และพอร์ต RS485 เป็นอีกพอร์ตที่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยการส่งสัญญาณแบบโปรโตคอล มอสบัส อาร์ทียู และมอสบัส แอสกี ดังรูป 2.25



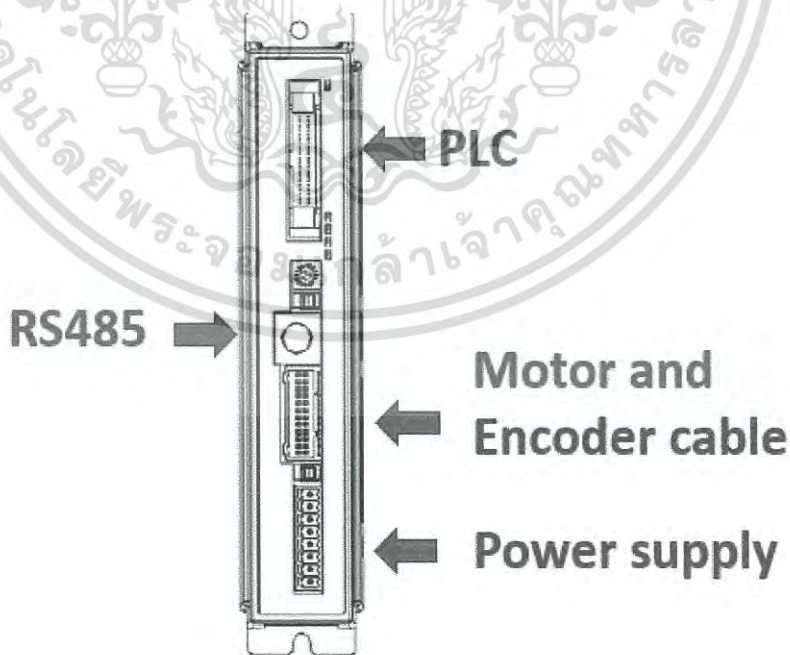
รูปที่ 2.25 คอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างในส่วนแหล่งจ่ายไฟ ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงที่ 24 โวลต์ ค่ากระแสอินพุทที่ 2 แอมแปร์ โดยรูปที่ 2.26 แสดงการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.26 แหล่งจ่ายไฟคอนโทรลเลอร์ (Terminal Power Supply)



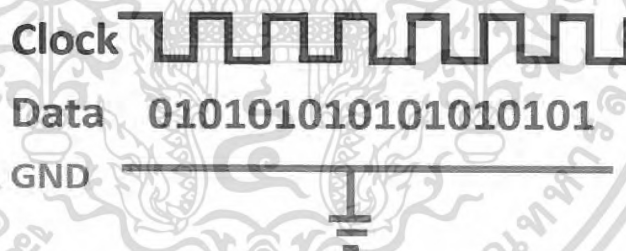
รูปที่ 2.27 รายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนผู้จัดทำเห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การสื่อสารแบบอนุกรมจะแบ่งเป็น 2 แบบ.

การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous เป็นรูปแบบที่ใช้วิธีส่งข้อมูล โดยใช้สัญญาณ Clock มาเป็นตัวกำหนดจังหวะ การรับส่งข้อมูล การส่งข้อมูลแบบนี้ เป็นการรับส่งที่ค่อนข้างมีคุณภาพ และส่งได้ด้วยความเร็วสูงมีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายระหว่างการส่งน้อย ตัวอย่างการส่งข้อมูลลักษณะนี้เช่น I2C, I2S, SPI ข้อเสียของการส่งข้อมูลแบบนี้ คือ ต้องใช้สายสัญญาณมาก เพราะจะต้องส่ง Clock ไปด้วย

การสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous เป็นการส่งข้อมูลที่ไม่ต้องใช้สัญญาณ Clock มาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูลแต่ ใช้วิธีกำหนด รูปแบบ Format การรับส่งข้อมูล ขึ้นมาแทน และอาศัยการกำหนดความเร็วของการรับ และ ส่งที่เท่ากันทั้งฝั่งรับและฝั่งส่ง ข้อดีของการใช้ Asynchronous คือสามารถสื่อสารแบบ Full Duplex รับ และ ส่งได้ในเวลาเดียวกัน แต่ Asynchronous มีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายขณะรับส่งข้อมูล หรือ รับส่งข้อมูลผิดพลาดได้มากกว่าแบบ Synchronous สรุปกล่าวคือ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) หมายถึง รูปแบบการส่งข้อมูลที่ถูกกำหนดขึ้น มาเพื่อใช้รับส่งข้อมูลแบบ Asynchronous สำหรับการนำสัญญาณการเชื่อมต่อข้อมูลมาใช้ในการทดลอง จะใช้มาตรฐานของ RS232 (Recommended Standard 232) คือ มาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ Serial ใช้เพื่อเพิ่มระยะทางในการส่งข้อมูลแบบ Serial ให้สามารถส่งได้ระยะทางที่มากขึ้น โดยมีการเปลี่ยนระดับแรงดัน ของ Logic จากเดิมที่จะอยู่



รูปที่ 2.28 การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous



รูปที่ 2.29 การสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous

การสื่อสารข้อมูล จำเป็นต้องมีการสื่อสาร และเชื่อมต่อ และที่ขาดไม่ได้เช่นกันนั้น คือภาษาที่ใช้ งานการสื่อสาร หรือ ทางเทคนิคเรียกว่า โปรโตคอล (Protocol)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอุตสาหกรรมมีโปรโตคอลตัวหนึ่งที่ใช้กันมากในงานอุตสาหกรรม และรู้จัก คือ โปรโตคอล Modbus โปรโตคอลที่ถูกพัฒนาโดยบริษัทผู้ผลิต PLC (Programmable Logic Controller) ชื่อ บริษัท Modicon ของบริษัทสหรัฐอเมริกา ซึ่งปัจจุบันได้ถูกควบคุมรวมกิจการเป็นส่วนหนึ่งของบริษัท Schneider Electric โปรโตคอล Modbus เป็นโปรโตคอลที่มีโครงสร้างค่อนข้างง่าย และอ้างอิงถึง OSI เพียงไม่กี่ชั้น ดังนั้นมันจึงเป็นที่นิยม โดยเฉพาะในอุปกรณ์ประเภท PLC และดิจิตอลมิเตอร์ รวมทั้งระบบที่ต้องการความเร็วสูงในการตอบสนองเช่น โรงผลิตไฟฟ้า เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 การอ้างอิงของ Modbus บนโมเดล OSI

Layer	ISO / OSI Model	
7	Application	Modbus Application Protocol
6	Presentation	Empty
5	Session	Empty
4	Transport	Empty
3	Network	Empty
2	Data Link	Modbus Serial Line Protocol
1	Physical	E3A/T1A-485

2.10 ชนิดของมอดบัสโปรโตคอล

โปรโตคอล MODBUS เป็นโปรโตคอลเพื่อสื่อสารข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตและรีจิสเตอร์ภายใน PLC ซึ่งถูกคิดค้นมาตั้งแต่ปี 1979 โดย Modicon ซึ่งเป็นหนึ่งในบริษัทผู้ผลิต PLC ในประเทศสหรัฐอเมริกา (ปัจจุบันเป็นบริษัท Schneider Electric) โปรโตคอล MODBUS ได้เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง สาเหตุเนื่องมาจาก MODBUS เป็นระบบเปิด, เชื่อมต่อ และพัฒนาง่ายและไม่มีค่าใช้จ่าย (royalty-free) อีกทั้งยังแพร่หลายในการนำโปรโตคอลนี้ไปใช้งานในอุปกรณ์อื่น ๆ อาทิ RTU (Remote terminal Unit), Remote I/O, Digital Power Meter, Flow Computer เป็นต้น และในทุกซอฟต์แวร์ SCADA มีความสามารถสื่อสารกับโปรโตคอลMODBUSได้ ปัจจุบัน MODBUS จึงเป็นโปรโตคอลหลักในงานอุตสาหกรรมเพื่อใช้งานในระบบ SCADA และ PLC

2.10.1 ข้อมูลทางเทคนิคเบื้องต้น

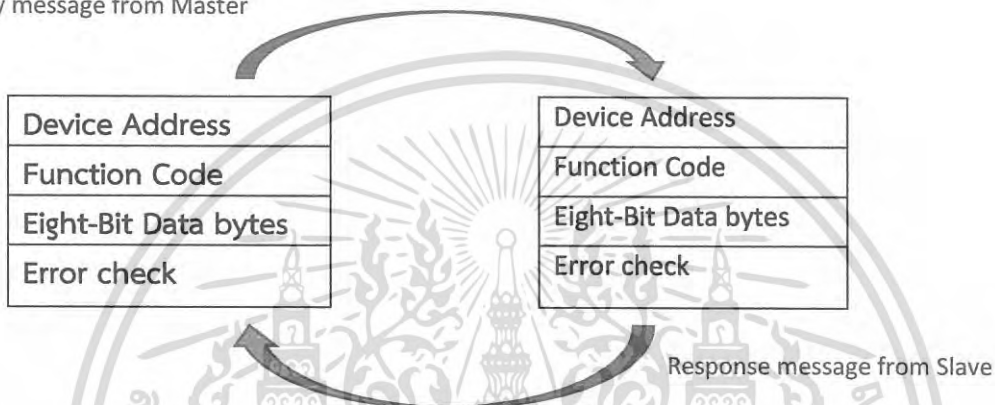
โปรโตคอล MODBUS ได้ออกแบบเพื่อใช้งานงานกับพอร์ตสื่อสารกับอนุกรมมาตรฐานอย่าง RS-232C, RS-422 และ RS-485 ในจุดประสงค์แรก จนเกิดการใช้อย่างแพร่หลาย จึงได้พัฒนาออกไปเป็นโปรโตคอล MODBUS Plus และ MODBUS/TCP อีกด้วย อย่างไรก็ตามโปรโตคอล MODBUS บนพอร์ตสื่อสารอนุกรมยังเป็นหลักพื้นฐานและครองความนิยมในอุปกรณ์ควบคุมอยู่นั่นเองโปรโตคอล Modbus เป็นการสื่อสารข้อมูลในลักษณะ Master/Slave ซึ่งเป็นการสื่อสารจากอุปกรณ์แม่ (Master) เครื่องเดียว โดยส่วนใหญ่มักเป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผล HMI ไปยังอุปกรณ์ลูก (Slave) ได้หลาย ๆ เครื่อง โดยสามารถกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ได้สูงสุด 255 เครื่อง โดยมีลักษณะการส่งข้อมูล 2 แบบ คือ ข้อมูลแบบแอสกี (ASCII) และ ข้อมูลแบบเลขฐาน 2 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Binary) ในโปรโตคอล MODBUS ที่สื่อสารข้อมูลแบบ ASCII จะเรียกว่า MODBUS ASCII และโปรโตคอล MODBUS ที่สื่อสารข้อมูลแบบเลขฐาน 2 จะเรียกว่า MODBUS RTU ทำให้มีความแตกต่างในการกำหนดค่าพอร์ตสื่อสาร

2.10.2 โหมดการรับส่งข้อมูลอนุกรม

การรับส่งข้อมูลอนุกรมด้วยโปรโตคอล MODBUS สามารถเลือกได้ 2 โหมด คือโหมด RTU และโหมด ASCII ซึ่งทั้ง 2 โหมดนี้ มีความแตกต่างกันที่การกำหนดรูปแบบของชุดข้อมูลภายในเฟรม จะเลือกโหมดใดก็ได้ แต่มีเงื่อนไขว่า อุปกรณ์ทุกตัวที่ต่อรวมอยู่ในบัสหรือเครือข่ายเดียวกัน จะต้องถูกปรับตั้งให้เลือกใช้โหมดเดียวกันทั้งหมด ดังรูปที่ 2.30 และ ตารางที่ 2.3

Query message from Master



รูปที่ 2.30 การติดต่อสื่อสารแบบ Master + Slave

ตารางที่ 2.3 ความแตกต่างระหว่าง Modbus ASCII และ Modbus RTU

Detail	Modbus/ASCII		Modbus/RTU	
Characters	ASCII 0-9 and A-F		Binary 0-255	
Error Check	LCR		CRC	
Frame start	Character “:”		3.5 Chars	
Frame end	Character “CR/LF”		3.5 Chars	
Gaps in message	1 sec		1.5 time char length	
Start Bit	1		1	
Data Bits	7		8	
Parity	Even/odd	None	Even/odd	None
Stop Bits	1	2	1	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 มอส์บัสอาร์ทียู (Modbus RTU)

เฟรมข้อมูลในโหมด RTU ประกอบด้วยข้อมูลแสดงตำแหน่งแอดเดรสของสเลฟ 1 ไบต์, หมายเลขฟังก์ชัน 1 ไบต์, ข้อมูลที่ทำการรับส่งจำนวนมากสุดไม่เกิน 252 ไบต์ และรหัสตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบ CRC (Cyclical Redundancy Checking) ขนาด 2 ไบต์ ค่า CRC นี้เป็นค่าที่คำนวณมาจากข้อมูลทุกไบต์ ไม่รวมบิต start, Stop และ Parity Check โดยที่ตัวเลขตัวที่ส่งข้อมูลออกมาจะสร้างรหัส CRC แล้วส่งตามท้ายไบต์ข้อมูลออกมา หลังจากนั้น เมื่อมาสเตอร์ได้รับเฟรมข้อมูล และถอดข้อมูลออกจากเฟรมแล้วจะทำการคำนวณค่า CRC ตามสูตรเดียวกับสเลฟ เพื่อนำมาทำการเปรียบเทียบค่า CRC ทั้ง 2 ค่า ว่าตรงกันหรือไม่หากไม่ตรงกัน แสดงว่าเกิดความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลในโหมด RTU การส่งข้อมูล 1 ไบต์ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลส่วนใดภายในเฟรม จะต้องทำการส่งบิตข้อมูลรวม 11 บิต คือ บิต เริ่มต้น (Start) 1 บิต, บิตข้อมูล 8 บิต ซึ่งก็คือ 1 ไบต์, บิตตรวจสอบ Parity ของข้อมูล 1 บิต และบิตหยุด (Stop) 1 บิต หรือหากเลือกแบบไม่มีบิต Parity ก็จะเป็นแบบ Stop แทน 2 บิต สำหรับการกำหนดให้มีบิต Parity นั้น สามารถเลือกเป็นแบบคู่ (Even Parity) หรือคี่ (Odd Parity) ก็ได้ และหากต้องการออกแบบให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีใช้กันทั่วไปมากที่สุด ควรเลือกแบบคู่โดยที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นแบบคี่ หรือไม่มีการตรวจสอบ Parity (No Parity) ได้ด้วย

ตารางที่ 2.4 ตารางลักษณะเฟรมข้อมูล Modbus RTU

Start	Address	Function	Data	CRC Check	End
T1-T2-T3-T4	8 bits	8 bits	N * 8 bits	16 bit	T1-T2-T3-T4

จากรูปแสดงช่วงเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการการส่งเฟรมข้อมูลออกมาในบัสข้อมูลเมื่อส่งเฟรมข้อมูลออกไป 1 เฟรมแล้ว จะต้องรอน้อยเท่ากับเวลาที่ใช้ส่งข้อมูลจำนวน 3.5 ตัวอักษร จึงจะส่งข้อมูลเฟรมต่อไปได้ และภายในเฟรมแต่ละเฟรม ซึ่งประกอบด้วยชุดบิตข้อมูลจำนวนหลายชุดก็จะอยู่ห่างกันไม่เกิน 1.5 บิต วัตถุประสงค์ในการกำหนดช่วงเวลาระหว่างเฟรมข้อมูล และชุดบิตข้อมูลภายในเฟรม ก็เพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นมาสเตอร์หรือสเลฟสามารถรับรู้ถึงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมได้ และสามารถตรวจสอบได้ว่าการรับส่งข้อมูลในขณะนั้น เกิดความผิดพลาดขึ้นมาหรือไม่ โดยตรวจสอบกับช่วงระยะเวลาของเวลาที่ควรจะเป็นกับค่าที่วัดได้จริง

2.10.4 มอส์บัสแอสกี (Modbus ASCII)

การรับส่งข้อมูลในโหมด ASCII มีความแตกต่างจากโหมด RTU ตรงที่ ในโหมด RTU ข้อมูลที่จะส่งขนาด 1 ไบต์ นำมารวมกับบิตประกอบต่าง ๆ ก็สามารถส่งออกไปได้เลยแต่สำหรับโหมด ASCII จะมองข้อมูล 1 ไบต์นั้นออกมาเป็นตัวอักษร 2 ตัว เช่น ค่า 0x5B ซึ่งเป็นเลขฐานสิบหก ก็จะถูกมองเป็นตัวอักษร '5' และตัวอักษร 'B' จากนั้นก็จะทำการค้นหารหัส ASCII ของตัวอักษรทั้ง 2 ตัวนั้น ซึ่งได้แก่ 0x35 สำหรับ '5' และ 0x42 สำหรับ 'B' แล้วทำการส่งรหัส ASCII ทั้ง 2 ค่านี้ออกไป ซึ่งจะส่งผลเท่ากับการส่งค่า 0x5B ซึ่งเป็นข้อมูลขนาด 1 ไบต์ ในโหมด RTU จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลในโหมด ASCII จะต้องทำงานมากกว่าการส่งข้อมูลในโหมด RTU ซึ่งทำให้อัตราเร็วในการสื่อสารมีค่าต่ำกว่าสาเหตุที่เป็นแบบนี้ก็เพราะ โหมด ASCII ได้ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ไม่มีความสามารถใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เห็นใบเซอร์เวอชันนี้เป็นการ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หารกำหนดช่วงระยะเวลาห่างของเวลาในการส่งเฟรมข้อมูล อย่างเช่นในโหมดRTU ที่อุปกรณ์สามารถกำหนดได้ว่าจะส่งเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมออกมาด้วยเวลาห่างกันเท่าใด และอุปกรณ์ที่รองรับข้อมูลก็ต้องสามารถตรวจจับแยกแยะได้ด้วยว่าเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมที่รับเข้ามานั้นมีระยะเวลาห่างกันภายในช่วงเวลาที่กำหนดหรือไม่ เพื่อให้สามารถตรวจสอบหาจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมได้ แต่ในความเป็นจริงยังมีอุปกรณ์อีกหลายชนิด ที่ไม่มีความสามารถพิเศษนี้ จึงต้องใช้วิธีอื่นที่จะช่วยให้สามารถรับรู้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูลได้ได้แก่โหมด ASCII ซึ่งในโหมดนี้ จะเริ่มต้นเฟรมข้อมูลด้วยการส่งรหัส ASCII ที่กำหนดให้หมายถึงจุดเริ่มต้น คือ 0x3A ซึ่งตรงกับอักษร ':' ตามด้วยแอดแตรสของสเลฟ, หมายเลขฟังก์ชัน, ข้อมูล, รหัสตรวจสอบ LRC และรหัส ASCII 2 ตัว ที่กำหนดให้หมายถึงจุดสิ้นสุด คือ รหัส 0x0D และ 0x0A คือ รหัส CR (Carriage Return) และ LF (Line Feed) ตามลำดับ(ดูรูปที่6) โดยขณะที่บัสข้อมูลว่างจากการรับส่งข้อมูล อุปกรณ์ทุกตัวจะคอยตรวจสอบข้อมูลในบัสว่ามีรหัส ASCII ของ ':' ออกมาหรือไม่ ถ้ามีก็จะรับรู้ว่ขณะนี้ ได้มีการเริ่มต้นส่งเฟรมข้อมูลออกมาแล้ว ก็จะเข้าสู่ กระบวนการรับข้อมูลต่อไป

ตารางที่ 2.5 ตารางลักษณะเฟรมข้อมูล Modbus ASCII

Start	Address	Function	Data	LRC Check	End
1 Char	2 Chars	2 Chars	N chars	2 Chars	2 Chars
					CRLF

จากรูปแสดงชุดของบิตข้อมูลที่ส่งทั้งหมดของข้อมูลแต่ละอักษร จะเห็นได้ว่าหน่วยของชุดข้อมูลในโหมด ASCII คือตัวอักษร ไม่เหมือนในโหมด RTU ที่มีหน่วยเป็นไบต์เพราะโหมด ASCII เป็นการส่งข้อมูลในรูปแบบของรหัส ASCII ของตัวอักษรซึ่งสามารถกำหนดได้ด้วยบิตข้อมูลจำนวน 7 บิต ไม่ต้องใช้ถึง 8 บิตดังนั้น บิตที่ต้องส่งต่อการส่ง รหัสASCII 1 ตัว ได้แก่ บิต Start 1 บิต, บิตข้อมูลรหัส ASCII 7 บิต, บิตตรวจสอบ Parity 1 บิต, และบิต Stop 1 บิต รวมทั้งหมด: 0 บิต และเช่นเดียวกับโหมด RTU คือสามารถเลือกประเภทของบิตตรวจสอบParity 1 บิต ได้ว่าเป็นแบบคู่, คี่ หรือไม่มีบิตตรวจสอบ ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นบิต Stopแทน เนื่องจากการส่งข้อมูลในโหมด ASCII เป็นการแปลงข้อมูลจากเลขฐานสิบหก เป็นรหัสASCII ของตัวอักษรที่แสดงค่าเลขฐานสิบหก ดังนั้น รหัสASCII ที่ปรากฏในบัสข้อมูลนอกเหนือไปจากรหัสเริ่มต้นและรหัสสิ้นสุดแล้ว จะเป็นรหัส ASCII ของตัวอักษรตั้งแต่ '0'ถึง'9' และ'A'ถึง'F' เท่านั้นถึงแม้โหมดASCII จะไม่ต้องกำหนดช่วงระยะเวลาห่างของเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมแต่อุปกรณ์ยังต้องสามารถตรวจจับช่วงระยะเวลาห่างระหว่างการส่งข้อมูลรหัส ASCII แต่ละ ตัวได้ ซึ่งหากเว้นช่วงห่างกันนานเกินไป แสดงว่าเกิดความผิดพลาดในการสื่อสาร โดยปกติจะกำหนดค่าเวลานี้ไว้ที่ 1 วินาที เรียกค่าเวลานี้ว่า Time Out Period หากเปรียบเทียบระหว่างเฟรมข้อมูลในโหมด ASCII กับ โหมด RTU จะพบว่าเฟรมข้อมูลในโหมดASCII นั้น หากต้องการส่งไบต์ข้อมูลให้ได้เท่ากับโหมด RTU จะต้องส่งข้อมูลรหัสASCII ออกไปเป็นจำนวน2 เท่าของจำนวนไบต์ข้อมูล เช่นในโหมด RTU เฟรมข้อมูล 1 เฟรมสามารถส่งข้อมูลได้มากที่สุด 252 ไบต์ ซึ่งหากเป็นโหมด ASCII จะต้องส่งข้อมูลตัวอักษรออกไปทั้งหมด 2x252 เท่ากับ 504 ตัวอักษร และเพื่อให้มาตรฐานขนาดของเฟรมข้อมูลของทั้ง 2 โหมดมีขนาดเท่ากัน จึงกำหนดให้ค่า 504 เป็นค่าจำนวนตัวอักษรมากที่สุดในการส่งเฟรมข้อมูลด้วยโหมด ASCII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.5 การตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล

ในโปรโตคอลแบบ MODBUS ASCII มีการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลในลักษณะ LRC(Longitudinal Redundancy Check) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่นำค่าข้อมูลของตัวอักษรASCII ที่ส่งออกไปตั้งแต่ตัวแรกนำมาผ่านลอจิก (Exclusive -OR (XOR) ไปเรื่อยจนถึงตัวสุดท้ายจนค่าตัวอักษรBCC (Block CheckCharacter) จำนวน 2 ตัวอักษร และใน MODBUS RTU มีการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลในลักษณะ CRC-16(Cyclic Redundancy Check) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่นำข้อมูลแต่ละไบต์มาหาร $X^2 + X^2 + X^2 + 1$ ในรูปสมการโพลิโนเมียลของเลขฐาน 2

2.10.6 การเปรียบเทียบเฟรมข้อมูลในMODBUS ASCII กับ MODBUS RTU ลักษณะ

ของเฟรมข้อมูลเหมือนกัน ต่างกันในข้อมูลที่ใช้เฟรมข้อมูลนั้นคือในโปรโตคอล MODBUS RTU ข้อมูลในเฟรมจะเป็นเลขฐานสิบหกแต่ใน MODBUS ASCII จะเป็นตัวอักษรรหัสแอสกีในค่าข้อมูลนั้นๆ ดังนั้นค่าเท่ากับ 0 ในเฟรมข้อมูลMODBUS RTU จึงต้องเป็นค่าเท่ากับ 30 ในเฟรมข้อมูลMODBUS ASCII ซึ่งตรงกับตัวอักษร '0' ในรหัสแอสกีนั่นเอง และเช่นกันกับเฟรมข้อมูลตอบกลับจากเครื่องลูกในแบบโปรโตคอล MODBUS ASCII แสดงจากตัวอย่างเทียบกับข้อมูลโปรโตคอลMODBUS RTU ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.6 ตารางลักษณะการเปรียบเทียบ Modbus ASCII และ RTU

	Slave addresses		Function code		Relay address				Number of data to be read				Error check			
RTU	0	1	0	1	0	4	6	0	0	0	0	C	'n' 'nn'			
ASCII	:	30	30	30	31	3	3	3	3	3	3	4	3	4	C	L
						0	4	6	0	0	0	3	8	5	R	F

ความแตกต่างอีกอย่างในโปรโตคอลMODBUS ASCII กับ MODBUS RTU นั่นคือ ส่วนตรวจสอบผิดพลาดในท้ายเฟรมข้อมูล โดยโปรโตคอล MODBUS ASCII มีการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลในลักษณะ LRC (Longitudinal Redundancy Check) และปิดท้ายด้วยรหัสแอสกี Character Return (CR),Line Feed(LF) ซึ่งใน MODBUS RTU มีการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลในลักษณะ CRC-16(Cyclic Redundancy Check)

ตารางที่ 2.7 ตารางลักษณะการเปรียบเทียบ Modbus ASCII และ RTU ท้ายเฟรม

	Slave address		Function code		Number of data		Data				Error check				
RTU	0	1	0	1	0	2	0	8	0	0	'n' 'nn'				
ASCII	:	30	30	30	31	30	32	30	38	30	30	46	34	CR	LF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การนำมอสบัสโปรโตคอลมาใช้งาน.

ในการเชื่อมต่อการใช้งานกับชุดคอลโทรลเลอร์ของไอเอไอ จำเป็นที่ต้องนำโปรโตคอลของคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์การใช้งาน โดยเขียนชุดคำสั่งของมอสบัสโปรโตคอลจะเป็นแบบกล่องข้อความ หรือการสื่อสารข้อมูลแบบ Synchronous โดยกล่องข้อความจะถูกส่งในรูปแบบ Query message และเมื่อทำการเขียนกล่องข้อมูลถูกส่งไปอย่างถูกต้อง จะมี Response message ส่งกลับมาเพื่อยืนยันว่าการส่งและรับข้อมูลอย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 2.8 การอ้างอิงของ Modbus บนโมเดล OSI

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	Axis Number +1
Function code	2	05
Start address	4	0427
New data	4	FF00,0000
LRC	2	Calculation
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

ตารางที่ 2.9 การอ้างอิงของ Modbus ในการเคลื่อนที่โรบอท

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	Axis Number +1
Function code	2	06
Start address	4	9800
New data	4	Position
LRC	2	Calculation
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

คำสั่งในการสั่งงานให้แกนโรบอทเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ได้ทำการบันทึก ไว้ที่ตัวคอนโทรลเลอร์ โดยคอลโทรลเลอร์ชนิดเคลื่อนที่ได้ ได้ 512 ตำแหน่ง

ตัวอย่าง เมื่อต้องการเคลื่อนที่แกนโรบอทไปตำแหน่งที่ 1

Position 1 = 0001(h) :010698000001+LRC+CR+LF, LRC=60 :01069800000160+CR+LF
// จะต้องนำโค้ดนี้ไปใช้งานในการสั่งโรบอทไอเอไอ เคลื่อนที่ //

ตารางที่ 2.10 การเคลื่อนที่ของโรบอทที่ตำแหน่งที่ 1

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	06
Start address	4	9800
New data	4	0000
LRC	2	60
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

ตัวอย่าง เมื่อต้องการเคลื่อนที่แกนโรบอทไปตำแหน่งที่ 20

ต้องทำการกำหนดตำแหน่งที่ 20 เป็นเลขฐาน 16 ก่อน จากนั้นนำค่าของเลขฐาน 16 ที่ได้ทำการบวกเข้าไปในตารางมอสบัส เมื่อบวกได้ค่าแล้วก็นำค่านั้นมาแปลงค่าเป็น 2 Complement แล้วจึงสามารถนำค่าของมอสบัสไปใช้งานได้

Position 20 = 0014(h)>:010698000014+LRC+CR+LF,LRC>

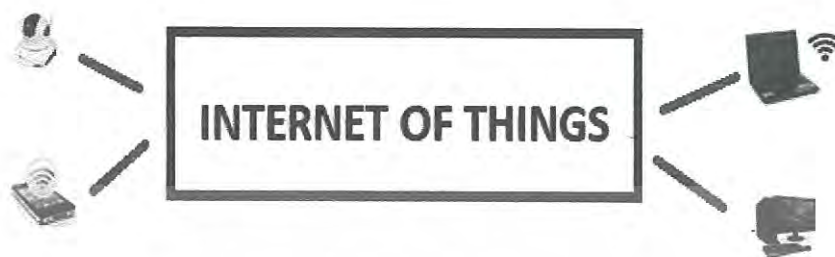
$01+06+98+00+00+14(h) = B3 > 2' = 4D$:0106980000144D+CR+LF

ตารางที่ 2.11 การเคลื่อนที่ของโรบอทที่ตำแหน่งที่ 20

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	06
Start address	4	98
New data	4	00
LRC	2	4D
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 การใช้งานอินเทอร์เน็ต.



รูปที่ 2.31 Internet of Thing

ปัจจุบันผู้คนทั่วไปอาจจะคุ้นเคยกับ “อินเทอร์เน็ต (Internet)” ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเชื่อมต่อระหว่างคนกับระบบอินเทอร์เน็ตผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ และอื่น ๆ อีกมากมายหลายรูปแบบ แต่ถ้าพูดถึงคำว่า “Internet of Thing” ผู้คนมากมายคงไม่เข้าใจว่า “Internet” กับ “Thing” คืออะไรและเกี่ยวข้องกันอย่างไร “คนกับอินเทอร์เน็ต” ไปสู่ “สิ่งของกับอินเทอร์เน็ต” Internet of Things (IoT) คือ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่ออุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ ตู้เย็น โทรทัศน์ และอื่น ๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยเครื่องมือต่าง ๆ จะสามารถเชื่อมโยงและสื่อสารกันได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตในอนาคต ดังแสดงในรูปที่ 2.31 ผู้บริโภคทั่วไปจะเริ่มคุ้นเคยกับเทคโนโลยีที่สามารถควบคุมสิ่งของต่าง ๆ ทั้งภายในบ้าน สำนักงานหรือจากสถานที่อื่น ๆ เช่น การควบคุมอุณหภูมิภายในบ้าน การเปิด-ปิดไฟ ไปจนถึงการสั่งให้เครื่องทำกาแฟเริ่มต้มกาแฟ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่จำเป็นจะต้องถูกพัฒนา ก่อนที่ IoT จะเป็นความจริงขึ้นมา เช่น ระบบตรวจจับต่าง ๆ (Sensors) รูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และระบบที่ฝังตัวอยู่ในคอมพิวเตอร์ซึ่งในขณะนี้บริษัทยักษ์ใหญ่อย่าง ไมโครซอฟท์ และคาซิโอ ให้ความสนใจกับเทคโนโลยี “Internet of Things” มากขึ้นและมีการทำวิจัยเพื่อพัฒนาให้สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน คน สิ่งของ และ องค์กร (Human Thing and Organization) องค์กรในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นภาคเอกชนหรือหน่วยงานราชการสามารถนำขีดความสามารถของ Internet of Things มาช่วยในการบริหารจัดการสินทรัพย์ การคำนวณ หรือการประเมินปริมาณการทำงานและการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ โดยใช้ข้อมูลต่างๆ ที่ถูกรวบรวมผ่าน Sensors Technology แล้วส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาเก็บไว้ในฐานข้อมูลกลาง ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Internet of Thing เช่น อาคารจอดรถของห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ หรืออาคารจอดรถของ Bangkok Mass Transit System (BTS) เป็นต้น อาคารจอดรถเหล่านี้จะมี Sensor ไว้ตรวจสอบจำนวนรถที่จอดในอาคาร โดย Sensor เหล่านี้จะส่งสัญญาณว่าพื้นที่บริเวณนั้นมีรถจอดอยู่หรือไม่ ทำให้ผู้บริหารจัดการอาคารสามารถตรวจสอบได้ว่า มีพื้นที่ว่างบริเวณใด ซึ่งจะช่วยให้ผู้ที่เข้ามาใช้บริการ สามารถขับรถไปจอดบริเวณนั้น โดยไม่ต้องเสียเวลาขับรถวนไปมา จากตัวอย่างข้างต้นจะช่วยให้ท่านเข้าใจได้ว่าระหว่าง “Things” ซึ่งก็คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เห็นประโยชน์ของเอกสารนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“รถยนต์” ที่ถูกตรวจจับโดย “Sensor” และ Sensor จะส่งสัญญาณไปสู่ Server ผ่านระบบเครือข่าย ซึ่งอาจจะเป็น “เครือข่ายภายใน (Intranet)” หรือ “เครือข่ายภายนอกทั้งที่เป็นระบบปิด (Extranet)” หรือ “เครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เป็นระบบเปิด (Internet)” หรือการที่แพทย์ไม่จำเป็นต้องเดินทางไปตรวจผู้ป่วยที่บ้าน แต่สามารถเช็คอาการต่าง ๆ ผ่าน Sensor ที่ได้ติดตั้งไว้ในอุปกรณ์ทางการแพทย์ ณ บ้านคนไข้ เป็นต้น

2.13 Wi-Fi.

Wi-Fi เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่าเป็นการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและเครือข่าย ซึ่งโดยปกติแล้วคนส่วนใหญ่ไม่ค่อยให้ความสนใจเกี่ยวกับรายละเอียดเชิงลึกว่า Wi-Fi คืออะไร มีที่มาที่ไปอย่างไร และนอกจากการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแล้ว Wi-Fi ยังมีความสามารถในด้านอื่นๆอีก



รูปที่ 2.32 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและเครือข่าย

Wi-Fi เป็นชื่อย่อที่เราใช้เรียกกัน เหตุผลเพราะว่าพูดง่าย คนฟังเข้าใจง่ายและสื่อสารได้ตรงกันนั่นเอง แต่ที่จริงแล้วหากจะให้เรียกชื่อของ Wi-Fi แบบเต็มๆ ก็คงจะต้องเรียกว่า Wireless Fidelity ส่วนความหมายก็คือ ชุดหรืออุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย ดังแสดงในรูปที่ 2.32 Wi-Fi มีมาตรฐานการเชื่อมต่อ Wireless Local Area Network (WLAN) ที่สมัยก่อนเรียกว่า IEEE 802.11 แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนา รูปแบบการเชื่อมต่อมาตรฐานให้เพิ่มมากขึ้น เช่น IEEE 802.11a IEEE 802.11b IEEE 802.11g IEEE 802.11e และ IEEE 802.11i ดังแสดงในตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 ตารางแสดงเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่สำคัญในเครือข่ายไร้สาย

เทคโนโลยี	มาตรฐาน	เครือข่าย	ระยะทาง (เมตร)	ความถี่(GHz)
ยูดับเบิลยูบี (UWB)	802.15.3a	Wireless PAN	10	7.5
บลูทูธ (Bluetooth)	802.15.1	Wireless PAN	10	2.4
ซิกบี (Zigbee)	802.15.4	Wireless PAN	10	2.4, 0.9, 0.8
ไวไฟ(WiFi)	802.11a	Wireless LAN	100	5
	802.11b	Wireless LAN	100	2.4
	802.11g,n	Wireless LAN	100	2.4
ไวแมกซ์ (WiMAX)	802.16d	Wireless MAN	6400-9600	11
	802.16e	Mobile Wireless MAN	1600-4800	2-6
ดับเบิลยูซีดีเอ็มเอ (WCDMA)	IMT-2000 (3G)	Wireless WAN	1600-8000	1.8, 1.9, 2.1
ซีดีเอ็มเอ2000 (CDMA 2000)	IMT-2000 (3G)	Wireless WAN	1600-8000	0.4, 0.8, 0.9, 1.7, 1.8, 1.9, 2.1
เอดจ์ (EDGE)	IMT-2000 (3G)	Mobile Wireless WAN	1600-800	1.9

Wi-Fi ถูกออกแบบมาเพื่อการใช้งานด้านการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งเหมือนกับการเชื่อมต่อแบบ LAN ที่อาศัย Hub Switch เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ แล้วมีการเชื่อมโยงหากันของแต่ละเครื่องด้วยสายสัญญาณที่เรียกว่าสาย LAN ช่องที่ใช้เสียบเข้าหากันระหว่างการเชื่อมต่อเรียกว่า RJ45 ซึ่งอาจจะดูยุ่งยากในการทำงาน เพราะว่าหากในเครือข่ายนั้นๆ มีคอมพิวเตอร์หลายเครื่องกว่าจะเชื่อมต่อกันได้หมดทุกเครื่องจะต้องเดินสาย LAN จำนวนมาก แต่ว่าสำหรับ Wi-Fi แล้วมันถูกออกแบบมาให้มีการใช้งานง่ายขึ้นกล่าวคือ รูปแบบการเชื่อมต่อนั้นจะเป็นไปแบบอัตโนมัติและต้องการเพียงแค่รหัสผ่านที่ตรงกันเพื่อตอบรับระหว่างตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณที่ถูกติดตั้งไว้ในอุปกรณ์พกพาเท่านั้น ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเดินสาย LAN เพื่อทำการเชื่อมต่อ เพราะว่า Wi-Fi เป็นระบบการเชื่อมต่อไร้สายที่ไม่ต้องการใช้อุปกรณ์เสริมนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 เอกซ์เอ็มแอล (HTML).

HTML ย่อมาจากคำว่า Hypertext Markup Language พัฒนามาจากภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) โดยนาย Tim Berners - Lee เป็นภาษามาตรฐานที่ใช้พัฒนาเอกสารในรูปแบบของเว็บเพจบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การเรียกใช้เอกสารเหล่านี้ทำได้โดยการใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) เช่น Mosaic, Opera, Netscape navigator, Internet Explorer ฯลฯ เรียกดูแฟ้มที่สร้างด้วยภาษา HTML ข้อดีของ HTML คือ สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการได้หลากหลายชนิด

แฟ้มข้อมูลที่เขียนด้วยภาษา HTML นั้นจะมีการนำคำสั่ง HTML ที่เรียกว่า แท็ก (Tag) มากำหนดลักษณะและรูปแบบของเอกสารที่แสดงบนจอภาพ แท็ก (Tag) ประกอบด้วยเครื่องหมายน้อยกว่า (<) ตามด้วยชื่อแท็ก ปิดท้ายด้วยเครื่องหมายมากกว่า (>) เช่น <HTML>, <HEAD>, <BODY> ชื่อแท็กนั้นอาจจะเป็นตัวเล็กหรือตัวใหญ่ก็ได้ แท็กในภาษา HTML สามารถแบ่งออกได้เป็นสองชนิดเดียว คือ ชนิดที่หนึ่ง แท็กที่ประกอบด้วยแท็กเปิดและแท็กปิดเช่น <HTML> เป็นแท็กเปิด ส่วน </HTML> เป็นแท็กปิด ชนิดที่สอง แท็กที่ไม่มีแท็กปิด เช่น แท็ก
 ไม่ต้องมีแท็ก </BR>

2.15 ปัจจัยพื้นฐานในการเขียนโฮมเพจโดยใช้ภาษา HTML.

ในการพัฒนาโฮมเพจด้วยภาษา HTML นั้นเราต้องปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็น ดังนี้ โปรแกรมแก้ไขข้อความ (Text Editor) เช่น โปรแกรม E macs PICO หรือ vi บนระบบปฏิบัติการ UNIX โปรแกรม Simple Text บนระบบปฏิบัติการ Macintosh หรือ โปรแกรม Notepad บนระบบปฏิบัติการ Windows และในกรณีที่ต้องการใช้โปรแกรมประยุกต์ประเภท WYSIWYG (What You See Is What You Get) ก็มีโปรแกรมให้เลือกใช้ได้มากมาย เช่น FrontPage Dream Weaver Adobe Page Mill ฯลฯ โปรแกรมตกแต่งรูปภาพ (Graphics Design) เช่น โปรแกรม PaintShop pro Ulead PhotoImpact PhotoShop ฯลฯ ,โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ หรือ โปรแกรม Internet Explorer เพื่อใช้ในการตรวจสอบผลลัพธ์ของการเขียน HTML

2.15.1 รูปแบบของการเขียน HTML

การเขียน HTML นั้นต้องจัดวางรูปแบบของแท็กต่างๆ ให้ถูกต้อง โดยแท็กพื้นฐานที่ใช้ในการเขียน HTML แสดงในตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 การจัดวางตำแหน่งของแท็ก

แท็ก	รายละเอียด
<HTML>...</HTML>	เป็นแท็กกำหนดถึงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเอกสาร HTML
<HEAD>...</HEAD>	เป็นแท็กกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของส่วนกำหนดค่าเริ่มต้นของเอกสาร HTML เช่น ชื่อของเอกสาร
<TITLE>...</TITLE>	เป็นแท็กกำหนดชื่อของเอกสาร
<BODY>...</BODY>	เป็นแท็กกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของส่วนแสดงข้อมูลของเอกสาร

ตัวอย่าง การวางตำแหน่งของแท็ก

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>ชื่อเอกสาร</TITLE>
</HEAD>
<BODY>
&ข้อมูลเอกสาร
</BODY>
</HTML>
```

2.15.2 ขั้นตอนการเขียนโฮมเพจด้วย HTML

ในการเขียนโฮมเพจด้วย HTML โดยใช้โปรแกรมแก้ไขข้อความ (Text Editor) Notepad มีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดโปรแกรมแก้ไขข้อความ (Text Editor) Notepad
2. พิมพ์แท็ก HTML
3. บันทึกแฟ้มข้อมูล โดยมีนามสกุลเป็น .htm หรือ .html
4. เปิดโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Internet Explorer หรือ Netscape Navigator) แล้วทำการเปิดแฟ้มข้อมูลที่บันทึกไว้จากข้อ 3. เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์บนจอภาพว่าแสดงผลได้ตามที่ต้องการหรือไม่

2.15.3 การกำหนดชื่อเอกสาร

ในการเขียน HTML นั้นจำเป็นต้องกำหนดชื่อเอกสารด้วยเสมอ เพราะการกำหนดชื่อเอกสารจะทำให้ผู้เข้าชมสามารถรู้ถึงชื่อเรื่องของเอกสารชุดนั้นได้ทันทีและสะดวกต่อการสืบค้นข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดชื่อของเอกสารทำได้โดยการพิมพ์ชื่อของเอกสารที่ต้องการไว้ระหว่างแท็ก <TITLE > กับแท็ก </TITLE>

ตัวอย่าง การกำหนดชื่อเอกสาร

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>My           First           Page</           TITLE>
</
<BODY></
</HTML>
```



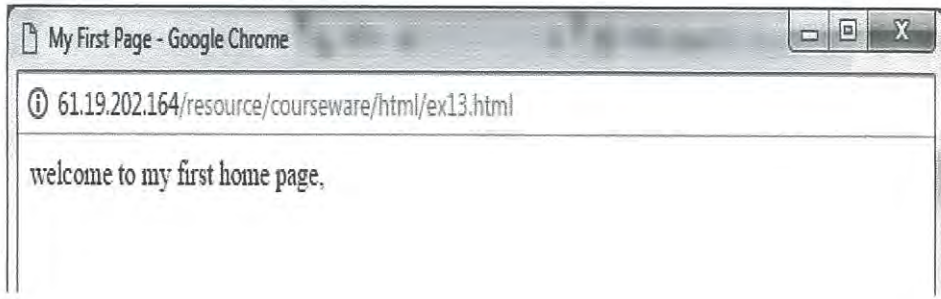
รูปที่ 2.33 My First Page

เมื่อเราเปิดแฟ้ม HTML นี้ด้วยโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์จะเห็นข้อความว่า My First Page ปรากฏที่ส่วนของ Title Bar ของโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.33 การใส่ข้อมูลในเอกสารข้อความ รูปภาพ เสียง หรือ คลิปวิดีโอ (Video Clip) ที่ต้องการให้แสดงบนพื้นที่แสดงผลของโปรแกรมเบราว์เซอร์ ทำได้โดยการพิมพ์ที่ต้องการไว้ระหว่างแท็ก<BODY>กับ</BODY>

ตัวอย่าง การใส่ข้อมูลในเอกสาร

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE> My First Page </TITLE>
</HEAD>
<BODY>
welcome to my first home page,
</BODY>
</HTML>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34 ข้อความ My First Page

เมื่อเราเปิดแฟ้ม HTML นี้ด้วยโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ข้อความ My First page ปรากฏที่ส่วน
ของ Title Bar ข้อความ Welcome to my first home page. จะแสดงที่พื้นที่แสดงข้อมูลของ
โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.34

2.16 การนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งาน.

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ
Open Source คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และด้านซอฟต์แวร์ และบอร์ด Arduino ถูก
ออกแบบมาให้ใช้งานง่าย ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง
เพิ่มเติม หรือ พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือ โปรแกรมการต่อได้อีกด้วย ความง่ายของบอร์ด ในการ
ต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วทำการเชื่อมต่อ
เข้าที่ขาของไอโอ ของบอร์ด หรือ เพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield)
ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield,
Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเปรียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino
แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

2.17 Node MCU.

Node MCU คือ แพลตฟอร์มที่ใช้พัฒนาโปรเจกต์ Internet of Things (IoT) ประกอบไปด้วย
Development Kit (ตัวบอร์ด) ดังแสดงในรูปที่ 2.35 และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น
open source มาพร้อมกับโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทน
ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เนื่องจากมีพื้นที่โปรแกรมมากถึง 4MB จึงสามารถเขียนโปรแกรมลงไป
ได้ ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (flash
memory) ในตัว ทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (external flash memory) ในการเก็บโปรแกรม ที่ใช้
การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซี
ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ (วินัส ชัพพลาย, 2016:2-10) ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

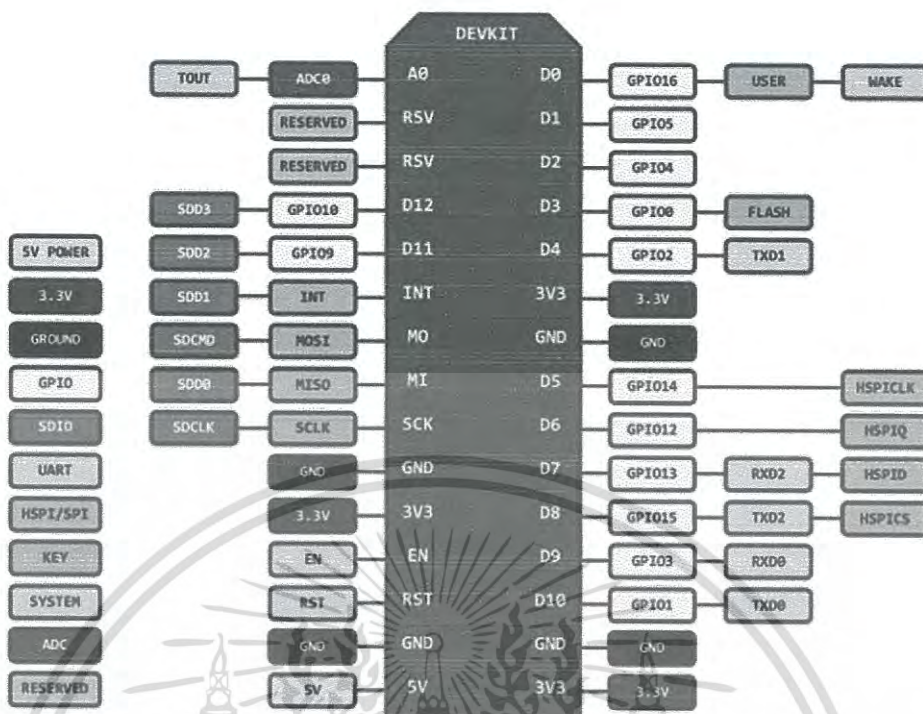


รูปที่ 2.35 Node MC

2.17.1 ข้อมูลสำคัญเชิงเทคนิคของบอร์ด Node MCU V2

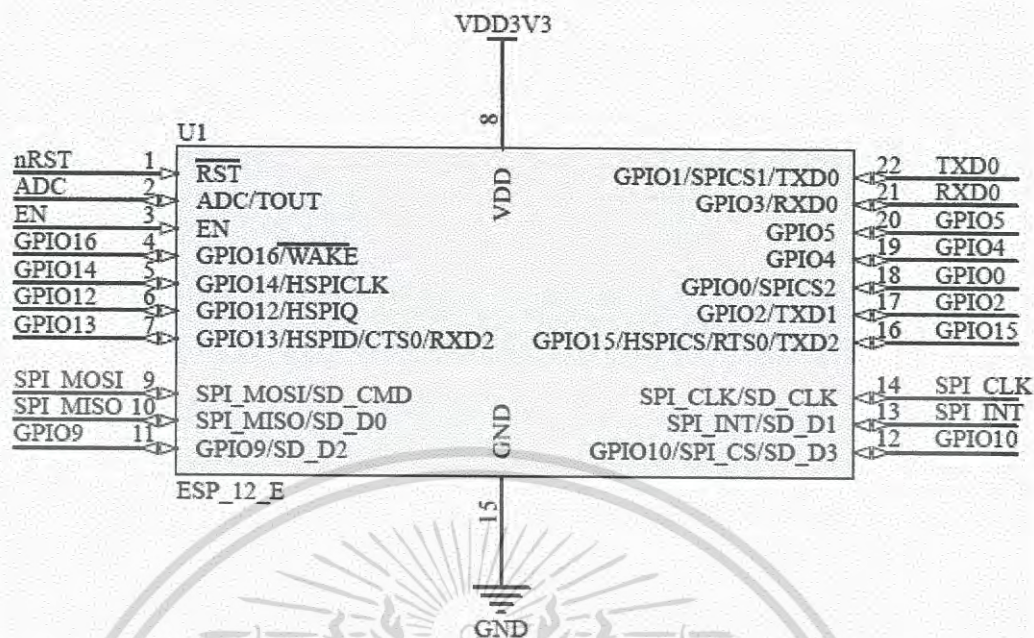
- 1) ใช้ไมโคร ESP-12E (ESP8266 SoC chip) ของบริษัท AI Thinker (ในขณะที่ Node MCU V1 ใช้ไมโคร ESP12) มีขาเพิ่มมาอีก 6 ขา เมื่อเปรียบเทียบกับ ESP-12
- 2) ใช้ชิป Flash ความจุ 32Mbits (4MBytes)
- 3) มีขนาดแคบกว่า Node MCU V1 ดังนั้นเมื่อเสียบขาลงบนบอร์ดบอร์ด จะมีช่องเหลือด้านข้าง ทำให้สะดวกในการต่อวงจรบนบอร์ด
- 4) มีวงจรควบคุมแรงดัน 3.3V (@800mA max.) บนบอร์ด ใช้ไอซีที่จ่ายกระแสได้มากกว่าบอร์ด Node MCU V1
- 5) ใช้ชิป CP2102 ของ Silabs ทำหน้าที่เป็นส่วนเชื่อมต่อ USB-to-Serial (แต่ Node MCU V1 ใช้ชิป CH340G)
- 6) มีขาสำหรับ SPI สำหรับต่อกับการ์ด SD (เพิ่มจากเดิมที่มีขาสำหรับ HSPI)
- 7) มีขา GPIO3/RXD0 และ GPIO1/TXD0 ที่ต่อกับขา TXD และ RXD ของชิป CP2102 ตามลำดับ
- 8) มีขา GPIO13/RXD2 และ GPIO15/TXD2 (ใช้เป็นพอร์ต Serial เพิ่มอีกหนึ่งชุด)
- 9) ใช้คอนเน็คเตอร์แบบ micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง (VUSB) เท่ากับ +5V และสำหรับดาวน์โหลดเฟิร์มแวร์ (แรงดัน VUSB ต่อผ่าน Schottky Diode 1N5819 ไปยัง VDD5)
- 10) สามารถจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง +5V จากภายนอกได้ (ต่อเข้าที่ขา VDD 5V)
- 11) ปุ่มกด RST (รีเซ็ตการทำงาน) และ Flash (สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ใหม่)
- 12) ขา A0 รับอินพุตแรงดันแบบอนาล็อกสำหรับวงจร ADC (ขนาด 10 บิต) ที่อยู่ในชิปผ่านวงจรแบ่งแรงดันด้วยตัวต้านทาน 100k / 220k (ลดแรงดันอินพุตจาก 0-3.3V ลงมาให้อยู่ในช่วง 0V-1V)(วินัส ชัพพลา, 2016:2-10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 แสดงตำแหน่งของขาต่างๆ (Pin Map) บนบอร์ด NodeMCU V2

J1		J2	
ADC EX	A0	1	PIN1
ADC		2	PIN2
RESV		3	PIN3
SD D3	GPIO10	D12	4
SD D2	GPIO9	D11	5
SD D1	SPI INT		6
SD CMD	SPI MOSI		7
SD D0	SPI MISO		8
SD CLK	SPI CLK		9
	GND		10
	VDD3V3		11
	EN		12
	nRST		13
	GND		14
	VDD5V		15
			PIN15
			PIN1
			PIN2
			PIN3
			PIN4
			PIN5
			PIN6
			PIN7
			PIN8
			PIN9
			PIN10
			PIN11
			PIN12
			PIN13
			PIN14
			PIN15
			1
			2
			3
			4
			5
			6
			7
			8
			9
			10
			11
			12
			13
			14
			15
			D0
			D1
			D2
			D3
			D4
			D5
			D6
			D7
			D8
			D9
			D10
			D11
			D12
			D13
			D14
			D15
			D16
			D17
			D18
			D19
			D20
			D21
			D22
			D23
			D24
			D25
			D26
			D27
			D28
			D29
			D30
			D31
			D32
			D33
			D34
			D35
			D36
			D37
			D38
			D39
			D40
			D41
			D42
			D43
			D44
			D45
			D46
			D47
			D48
			D49
			D50
			D51
			D52
			D53
			D54
			D55
			D56
			D57
			D58
			D59
			D60
			D61
			D62
			D63
			D64
			D65
			D66
			D67
			D68
			D69
			D70
			D71
			D72
			D73
			D74
			D75
			D76
			D77
			D78
			D79
			D80
			D81
			D82
			D83
			D84
			D85
			D86
			D87
			D88
			D89
			D90
			D91
			D92
			D93
			D94
			D95
			D96
			D97
			D98
			D99
			D100
			D101
			D102
			D103
			D104
			D105
			D106
			D107
			D108
			D109
			D110
			D111
			D112
			D113
			D114
			D115
			D116
			D117
			D118
			D119
			D120
			D121
			D122
			D123
			D124
			D125
			D126
			D127
			D128
			D129
			D130
			D131
			D132
			D133
			D134
			D135
			D136
			D137
			D138
			D139
			D140
			D141
			D142
			D143
			D144
			D145
			D146
			D147
			D148
			D149
			D150
			D151
			D152
			D153
			D154
			D155
			D156
			D157
			D158
			D159
			D160
			D161
			D162
			D163
			D164
			D165
			D166
			D167
			D168
			D169
			D170
			D171
			D172
			D173
			D174
			D175
			D176
			D177
			D178
			D179
			D180
			D181
			D182
			D183
			D184
			D185
			D186
			D187
			D188
			D189
			D190
			D191
			D192
			D193
			D194
			D195
			D196
			D197
			D198
			D199
			D200
			D201
			D202
			D203
			D204
			D205
			D206
			D207
			D208
			D209
			D210
			D211
			D212
			D213
			D214
			D215
			D216
			D217
			D218
			D219
			D220
			D221
			D222
			D223
			D224
			D225
			D226
			D227
			D228
			D229
			D230
			D231
			D232
			D233
			D234
			D235
			D236
			D237
			D238
			D239
			D240
			D241
			D242
			D243
			D244
			D245
			D246
			D247
			D248
			D249
			D250
			D251
			D252
			D253
			D254
			D255
			D256
			D257
			D258
			D259
			D260
			D261
			D262
			D263
			D264
			D265
			D266
			D267
			D268
			D269
			D270
			D271
			D272
			D273
			D274
			D275
			D276
			D277
			D278
			D279
			D280
			D281
			D282
			D283
			D284
			D285
			D286
			D287
			D288
			D289
			D290
			D291
			D292
			D293
			D294
			D295
			D296
			D297
			D298
			D299
			D300
			D301
			D302
			D303
			D304
			D305
			D306
			D307
			D308
			D309
			D310
			D311
			D312
			D313
			D314
			D315
			D316
			D317
			D318
			D319
			D320
			D321
			D322
			D323
			D324
			D325
			D326
			D327
			D328
			D329
			D330
			D331
			D332
			D333
			D334
			D335
			D336
			D337
			D338
			D339
			D340



รูปที่ 2.38 แสดงการเชื่อมต่อขาของโมดูล ESP12-E บนบอร์ด NodeMCU V2

การใช้งาน NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output build ในมาในตัวดังแสดงในรูปที่ 2.36 รูปที่ 2.37 และรูปที่ 2.38 ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ และไม่ยาวนานี่มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่าง โดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน Wi-Fi และอื่นๆอีกมากมาย (วินัส ชัพพลาย, 2016:2-10)

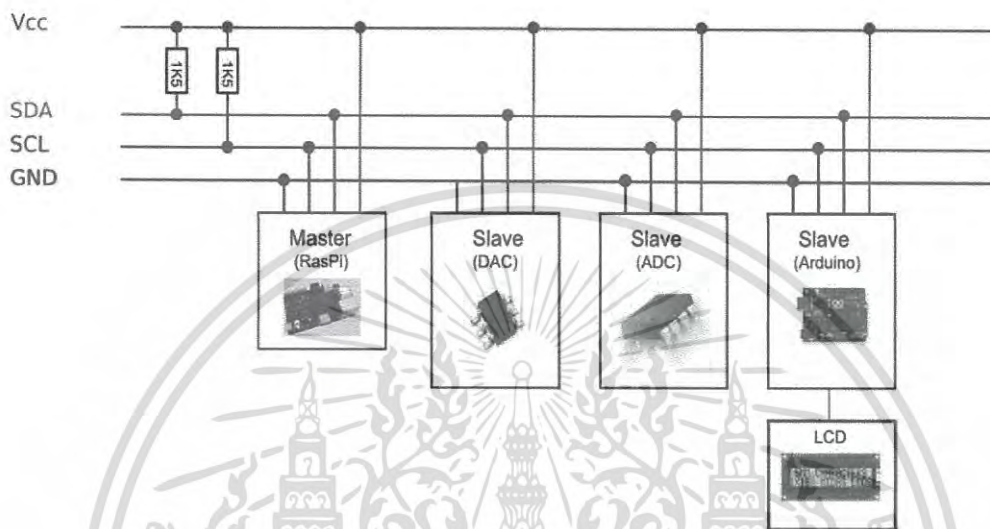
2.18 อุปกรณ์แบบ I2C.

I²C = I2C Bus ย่อมาจาก Inter Integrate Circuit Bus (IIC) นิยมเรียกสั้นๆว่า I2C BUS (ไอ-แอสคว-ซี-บัส) เป็นการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Philips Semiconductors โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ serial data (SDA) และสาย serial clock (SCL) ซึ่งสามารถ เชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนหลายๆตัวเข้าด้วยกันได้ ทำให้ MCU ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้น

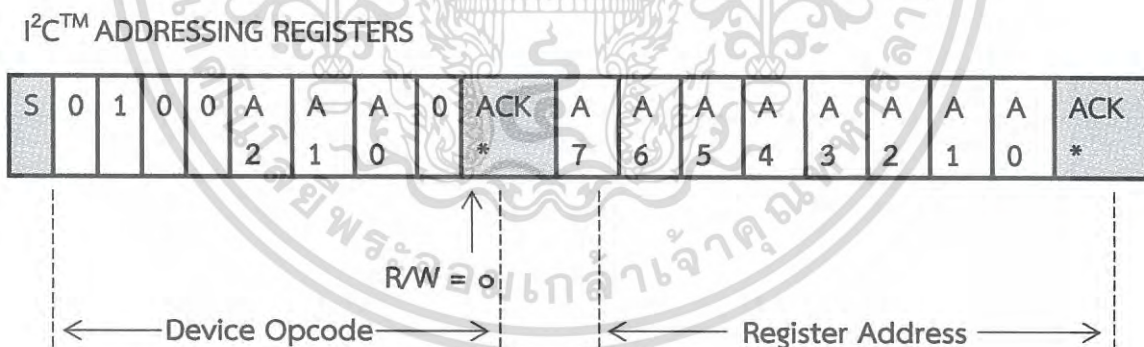
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I²C BUS

BUS ใช้สายสัญญาณ 2 เส้น คือ SCL SDA สำหรับติดกับอุปกรณ์แบบ 2 ทิศทาง โดยที่ขาสัญญาณทั้ง 2 จะต้องต่อกับตัวต้านทานแบบ pull up 2-10K เนื่องจากเอาต์พุตมีลักษณะเป็นแบบ Open Darin หรือเป็นแบบ Open Collector เพื่อให้เอาต์พุตเชื่อมต่อกันได้หลายตัว ดังแสดงในรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.39 ลักษณะการการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C BUS



R/W=0=Write

R/W=1=read

รูปที่ 2.40 ADDRESSING REGISTERS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18.2 การรับ-ส่งข้อมูลแบบ I²C BUS MCU จะเริ่มต้นการส่งข้อมูล

1) ส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) เพื่อแสดงการขอใช้บัส แล้วตามด้วย รหัสควบคุม (Control Byte) ซึ่งประกอบด้วยรหัสประจำตัวอุปกรณ์ Device ID Device Address และ Mode ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล ตามผังแสดงขั้นตอน รูปที่ 2.41

2) เมื่ออุปกรณ์รับทราบว่า MCU ต้องการจะติดต่อก็ต้องส่งสถานะรับรู้ (Acknowledge) หรือแจ้งให้ MCU รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง และเมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) เพื่อบอกกับอุปกรณ์ว่าสิ้นสุดการใช้บัส

2.18.3 รหัสควบคุมของ I2C BUS (Control Byte)

1) รหัสควบคุมของ I2C BUS ประกอบด้วยรหัสประจำตัวของอุปกรณ์ (Device ID) ประกอบด้วยบิต 1-7 และบิต 0 เป็นบิตควบคุมการเขียนอ่าน

2) รหัสประจำตัวของอุปกรณ์ประกอบด้วยรหัสประจำตัวจากผู้ผลิต Product ID 4 บิต (บิต 4-7) ที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขไม่ได้ และ Device Address 3 บิต (บิต 1-3) ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดเองได้ รวมแล้ว เป็นรหัส 7 บิต ใช้ระบุตัวอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัสจะมีค่าซ้ำกันไม่ได้

3) บิตควบคุมการเขียนอ่าน (Mode) บิต 0 เมื่อ MCU ต้องการเขียนข้อมูลไปยัง อุปกรณ์ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 0 และเมื่อต้องการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ก็กำหนดให้บิตนี้เป็น 1

สถานะบัสว่าง คือ เมื่อบัสไม่ได้ถูกใช้งาน ทั้ง SCL และ SDA จะเป็น 1 ทั้งคู่ การกำหนดสถานะ เริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I2C BUS (START and STOP Conditions) ดังแสดงในรูปที่ 2.41



รูปที่ 2.41 I2C BUS START and STOP Conditions

2.18.4 ลักษณะการกำหนดสถานะเริ่มต้นและสถานะสิ้นสุดของ I2C BUS

1) เมื่อต้องการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 1 มาเป็น 0 ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

2) เมื่อสิ้นสุดการการใช้บัส MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) คือให้ SDA เปลี่ยนจาก 0 มาเป็น 1 ในขณะที่ SCL มีค่าเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.19 Arduino IDE อาศัยอิน โอดีอี.

Arduino IDE อาศัยอิน โอดีอี คือ เครื่องมือการเขียนโปรแกรมที่มีใช้งานได้กับอาศัยอินได้ทุกรุ่น โดยภายในจะมีเครื่องมือที่จะเป็นสำหรับติดต่ออาศัยอิน เช่น การค้นหาอาศัยอินที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ การเลือกรุ่นอาศัยอินที่ต่ออยู่เพื่อนตรวจสอบว่าขนาดของโปรแกรมที่เขียน หรือไบบรารีต่างๆซัพพอร์ตกับอาศัยอิน รุ่นนั้นๆไหม อีกทั้งยังมีโปรแกรมติดต่อผ่านซีเรียลโดยตรงสำหรับคอมพิวเตอร์ ทำความรู้จักกับอาศัยอิน



รูปที่ 2.42 Arduino IDE อาศัยอิน โอดีอี

โปรแกรมอาศัยอินโอดีอี ดังตัวอย่าง รูปที่ 2.43 Arduino IDE อาศัยอิน โอดีอี เป็นโปรแกรมโอเพ่นซอสสามารถนำไปใช้งานได้ฟรีๆ อีกทั้งมีซอสโค้ดตัวอย่างให้ทดสอบกับเซ็นเซอร์ต่างๆ เช่น โปรแกรมไฟกระพริบ โปรแกรมวัดอุณหภูมิ (วินัส ชัพพลาย,2016:2-10)

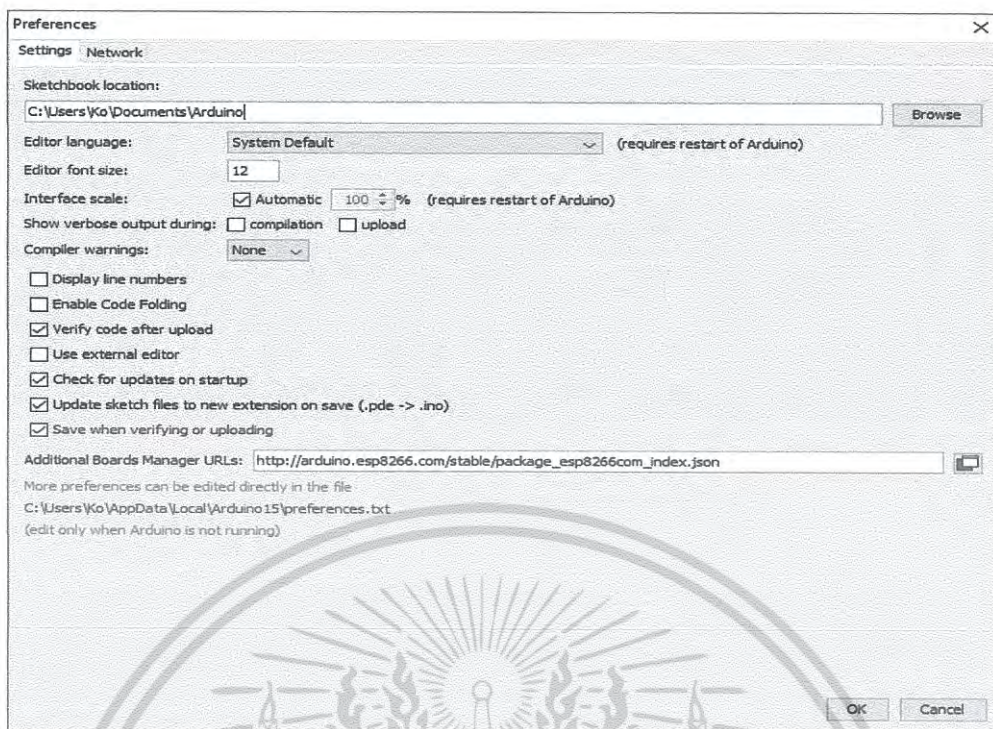
2.19.1 การใช้งาน ESP8266 NodeMCU บน Arduino IDE

1) ติดตั้ง Arduino IDE เวอร์ชัน 1.6.4 หรือใหม่กว่าโดย Download ตัวติดตั้งได้จาก <http://www.arduino.cc/en/main/software>

2) เมื่อทำการติดตั้ง Arduino IDE เรียบร้อยแล้ว ให้เปิด Arduino IDE ขึ้นมาไปที่ Menu File >> Preferences ใส่ URL >> ลงใน Addition Board Manager URL ดังนี้ http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json (สามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมหากมีการเปลี่ยนแปลงได้จาก <https://github.com/esp8266/Arduino>)

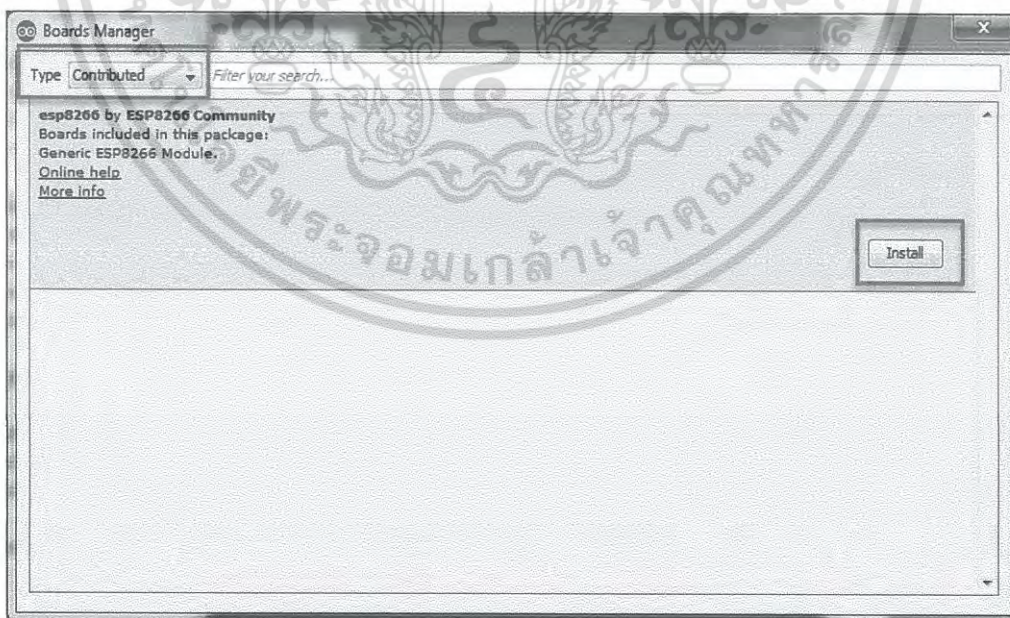
แล้วกด OK รูปที่ 2.43 แสดงหน้า Preferences ของ Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.43 Addition Board Manager URLs

3) จากนั้นไปที่ Menu Tools >> Board: "xxxxxx" >> Board Manager เลือก Type เป็น Contributed ไปที่ ESP8266 และกด Install รอจนติดตั้งเสร็จ รูปที่ 2.44

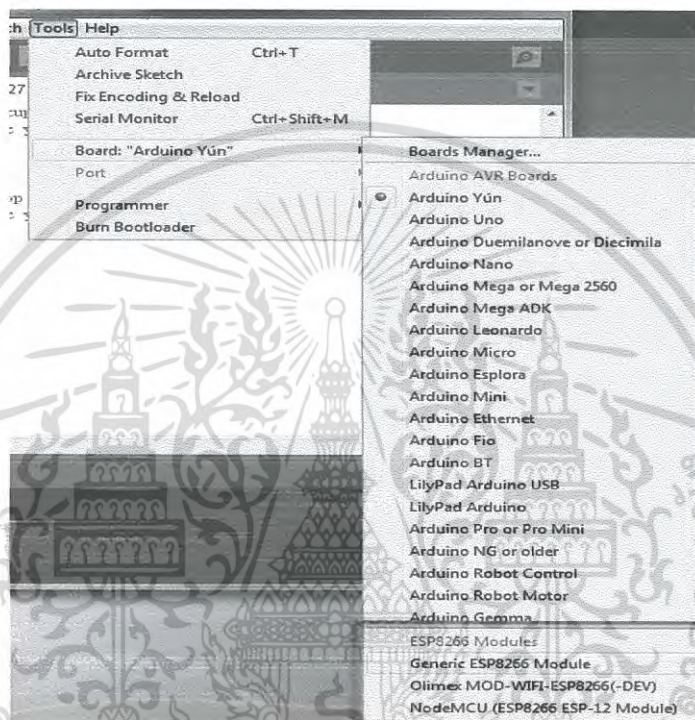


รูปที่ 2.44 Menu Tools >> Board: "xxxxxx" >> Board Manager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เมื่อติดตั้ง ESP8266 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ปิดโปรแกรม Arduino IDE ก่อน แล้วจึงเปิดขึ้นมาใหม่

5) เมื่อเปิดโปรแกรม Arduino IDE ขึ้นมาใหม่ ให้ลองไปที่ Menu Tools >> Board:"xxxxx" จะพบว่า มี Menu สำหรับ เลือกใช้งาน ESP8266 กับ Arduino IDE ขึ้นมาให้เลือกใช้งานแล้วดังแสดงในรูปที่ 2.45 (วินัส ชัพพลาย,2016:2-10)



รูปที่ 2.45 Menu สำหรับเลือกใช้งาน ESP8266 กับ Arduino IDE

2.19.2 ESP8266 จะมีบอร์ดให้เลือกใช้งานอยู่ด้วยกัน 3 บอร์ด

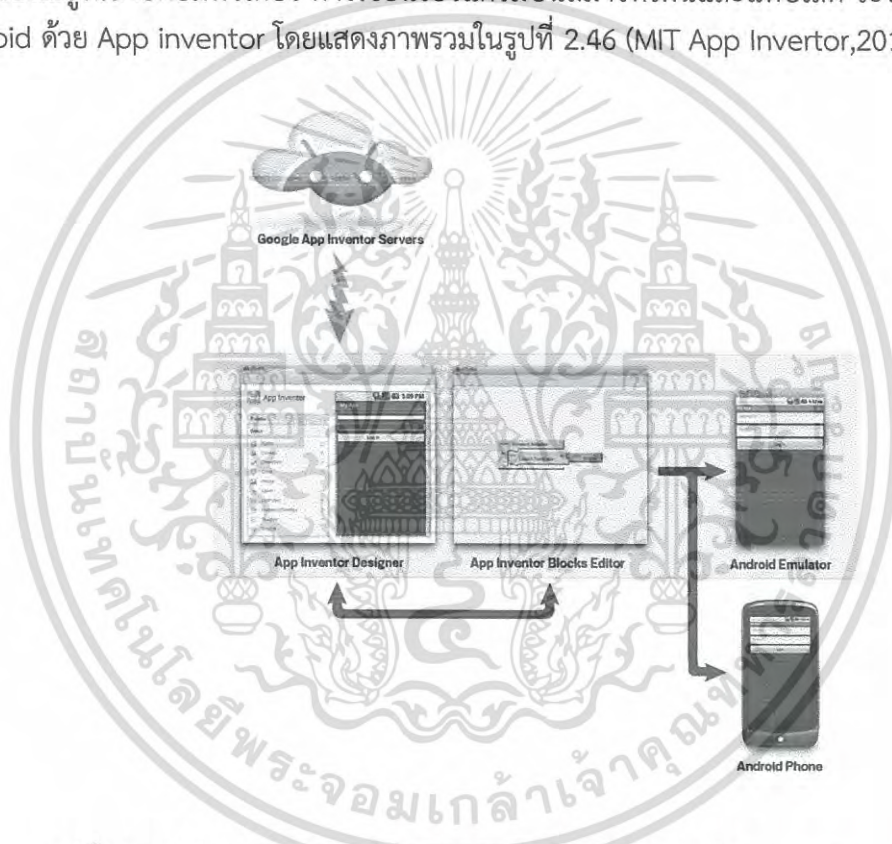
1. Generic ESP8266 Module >> บอร์ด ESP8266 ทั้งไปไม่เจาะจงหรือบอร์ดที่สร้างขึ้นเอง
2. Olimex MOD-WIFI-ESP8266 >> บอร์ด ESP8266 ที่บริษัท Olimex เป็นผู้สร้าง
3. NodeMCU (ESP8266 ESP12) >> บอร์ด ESP8266 ที่เป็นบอร์ด NodeMCU ที่นำไปใช้งาน (วินัส ชัพพลาย,2016:2-10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.20 App Inventor.

App Inventor เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างแอปพลิเคชันสำหรับสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตที่เป็นระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งบริษัท Google ร่วมมือกับ MIT พัฒนาโปรแกรม App inventor ขึ้น ต่อมา Google ถอนตัวออกและยกให้ MIT พัฒนาต่อในนาม MIT App inventor

App inventor ใช้หลักการคล้ายๆกับ Scratch แต่ซับซ้อนกว่า โดยลักษณะการเขียนโปรแกรมแบบ Visual Programming คือ เขียนโปรแกรมด้วยการต่อบล็อกคำสั่งเน้นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา (problem solving) ด้วยการสร้างโปรแกรมที่ผู้เรียนสนใจบนโทรศัพท์มือถือ สมาร์ทโฟน App inventor จึงเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมสำหรับใช้ประกอบการสอนเขียนโปรแกรมให้นักเรียนในระดับมัธยมปลายหรือระดับมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะผู้ที่ไม่เคยเขียนโปรแกรมมาก่อนหรือไม่ได้เรียนอยู่ในสายคอมพิวเตอร์ การเขียนโปรแกรมบนสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต ระบบปฏิบัติการ Android ด้วย App inventor โดยแสดงภาพรวมในรูปที่ 2.46 (MIT App Inventor, 2016: 10-20)



รูปที่ 2.46 โปรแกรมบนสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต Android ด้วย App inventor

App Inventor servers เป็นเครื่องมือให้บริการและเก็บงานโปรเจกต์ต่าง ๆ ที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมาเพื่อพัฒนาโปรแกรมมือถือระบบปฏิบัติการ Android โดยสร้างโปรเจกต์และเขียนโปรแกรมบนเว็บเบราว์เซอร์ ที่เชื่อมต่อไปยัง App Inventor servers ซึ่งสามารถทดสอบการทำงานกับโปรแกรมมือถือจำลอง (Android emulator) หรือโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ Android ได้

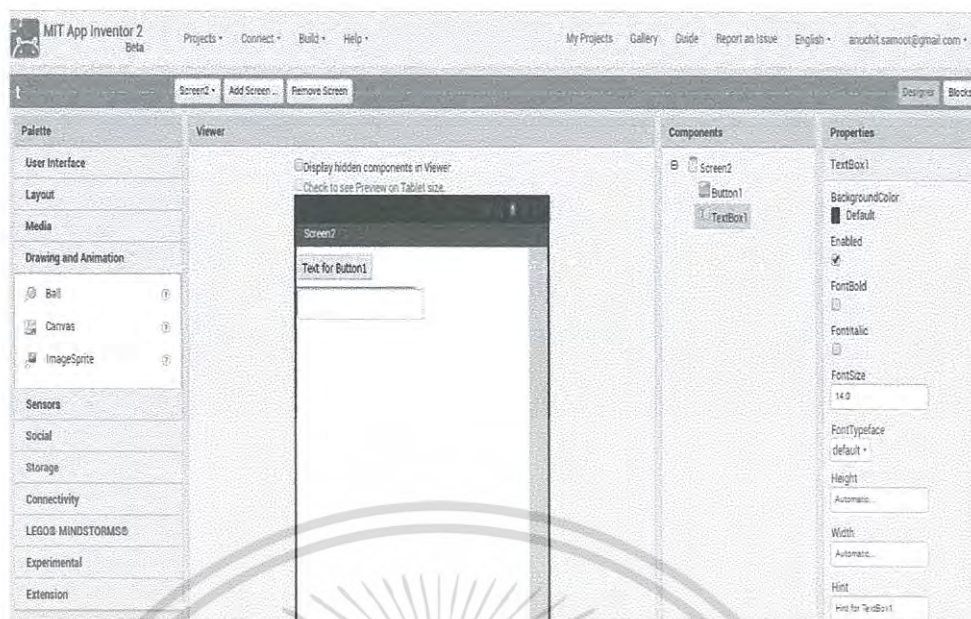
2.20.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม App Inventor



รูปที่ 2.47 ส่วนประกอบของโปรแกรม App Inventor

โปรแกรม App Inventor ช่วยให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งทำผ่านการใช้เว็บเบราว์เซอร์และทดสอบบนโทรศัพท์ที่เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์หรือทดสอบบนโทรศัพท์จำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์โปรเจกต์ที่สร้างทั้งหมดจะถูกจัดเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์ App Inventor ดังรูปที่ 2.47 ซึ่งช่วยให้สามารถพัฒนางานต่อที่เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ เพียงแค่ได้มีการเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตไว้เท่านั้น

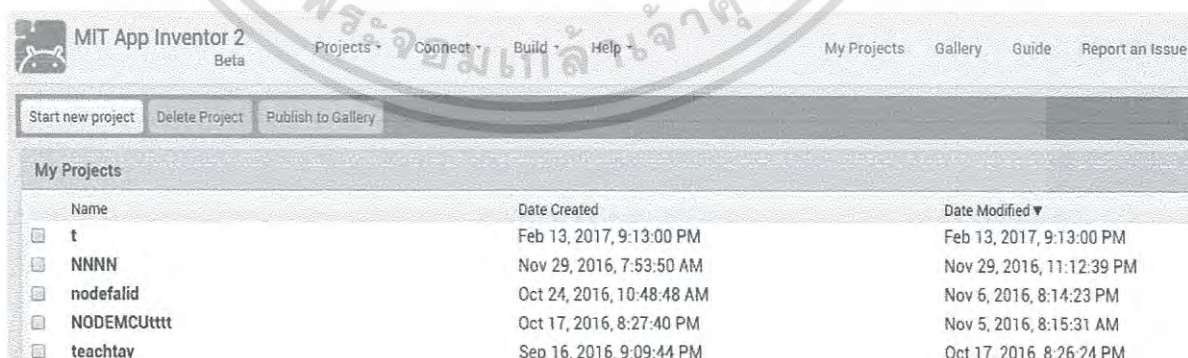
การสร้างแอปพลิเคชันจะแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนออกแบบ (App Inventor Designer) ที่จะให้เราเลือกคอมโพเนนท์ ที่ต้องการสำหรับที่จะให้สร้างแอปพลิเคชัน ส่วนที่สองเป็นส่วนการเขียนโค้ด (App Inventor Blocks Editor) ที่ให้เราเขียนโค้ดด้วยการต่อบล็อกต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นคำสั่ง ซึ่งจะเป็นการกำหนดพฤติกรรมหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับคอมโพเนนท์ การเขียนโปรแกรมจะเหมือนการต่อชิ้นส่วนตัวต่อจิ๊กซอว์เข้าด้วยกัน ในแต่ละขั้นตอนการสร้างจะสามารถทำการทดสอบได้ทุกขณะ และเมื่อสร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วจะสามารถแพ็คเกจแอปพลิเคชันเพื่อนำไปใช้งานบนโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android เครื่องใดก็ได้ หรือหากไม่มีโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ก็สามารถที่จะทดสอบได้บนโทรศัพท์จำลองที่ทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานเหมือนโทรศัพท์จริงทุกประการ สภาพแวดล้อมในการพัฒนาด้วยโปรแกรม App Inventor นั้น สนับสนุนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการ Mac OS X, GNU / Linux และระบบปฏิบัติการ Windows และแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นนั้นสามารถติดตั้งและทำงานได้บนโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android หลากหลายรุ่นที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน



รูปที่ 2.48 โปรแกรม App Inventor ระบบปฏิบัติการ Windows

2.20.2 แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม App Inventor ในหน้าต่างเว็บเบราว์เซอร์ ส่วนออกแบบ (App Inventor Designer)

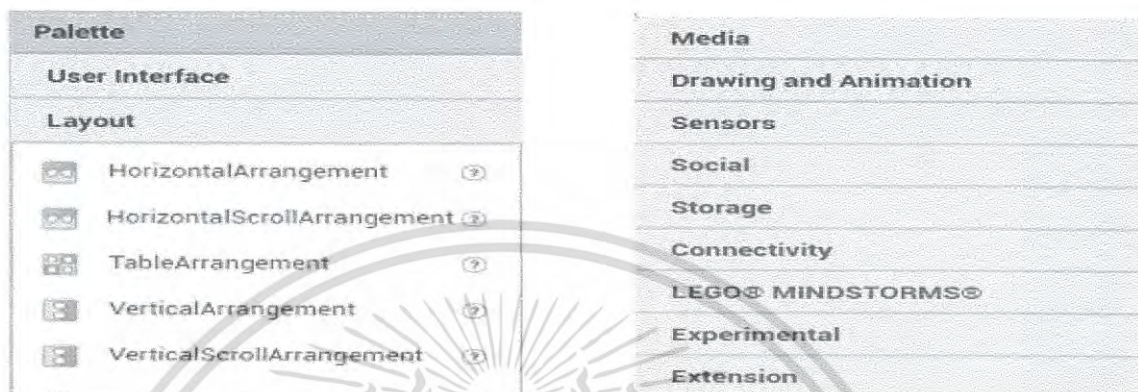
ในขั้นตอนแรกของการสร้างแอปพลิเคชันด้วย App Inventor เริ่มจากการเลือกคอมพิวเตอร์ที่ต้องการและจัดวางลงในส่วนของการออกแบบโดยจะผ่านส่วนของการออกแบบ (App Inventor Designer) ดังที่แสดงในรูปที่ 2.48 แสดงให้เห็นถึงแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น ในหน้าต่างเว็บเบราว์เซอร์ โดยด้านซ้ายจะเป็นส่วนของคอมพิวเตอร์ที่ App Inventor เตรียมไว้ให้จัดเรียงเป็นหมวดหมู่ เช่น ปุ่ม (button) ข้อความ (label) กล่องข้อความ (text box) เป็นต้น ผู้ใช้ทำการเพิ่มคอมพิวเตอร์ที่เลือกด้วยการคลิกลากลงไปวางไว้ในโปรเจกต์ (MIT App Inventor, 2016: 10-20)



รูปที่ 2.49 หน้าจอการจัดการโปรเจกต์ (My Projects)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเตอร์เฟซบนหน้าเว็บ App Inventor นั้นจะประกอบด้วยแท็บที่จะปรากฏในส่วนบนของหน้าเว็บซึ่งจะใช้ในการเข้าไปจัดการโปรเจกต์ (My Projects) ส่วนการออกแบบ (Design) ส่วนการเรียนรู้คำสั่ง (Learn) ในหน้าจอกำหนดการจัดการโปรเจกต์ดังรูปที่ 2.49 จะสามารถเข้าไปจัดการสร้าง ลบ ดาวน์โหลด หรือเลือกโปรเจกต์ที่สร้างและได้ทำการบันทึกไว้เพื่อกลับมาแก้ไขในหน้าจอส่วนการออกแบบได้ (MIT App Inventor, 2016: 10-20)



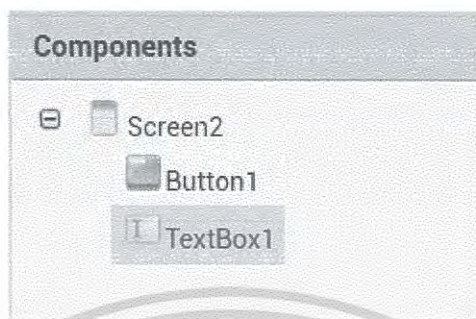
รูปที่ 2.50 หน้าจอส่วนคอมโพเนนต์ที่มีให้เลือก



รูปที่ 2.51 หน้าจอการออกแบบ (Viewer)

ในส่วนหน้าจอกำหนดการออกแบบ ปุ่มที่อยู่ทางด้านบนจะใช้เพื่อการบันทึกโปรเจกต์ในลักษณะการเพิ่มและลบหน้าจอ Screen ปุ่มสำหรับการเปิดส่วนการเขียนโค้ด (Open the Blocks Editor) และการจัดแพ็คเกจแอปพลิเคชันเพื่อนำไปใช้งานบนโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ต่อไป ในการสร้างแอปพลิเคชันที่หน้าจอส่วนการออกแบบนี้ ผู้ใช้จะเลือกคอมโพเนนต์ที่อยู่ทางด้านซ้ายของหน้าจอดังรูปที่ 2.50 คลิกลากเพื่อนำมาวางลงในส่วน Viewer ที่อยู่ตรงกลางหน้าจอดังรูปที่ 2.51 หลังจากนั้นคอมโพเนนต์ที่เลือกนำมาวางจะปรากฏในส่วน Viewer ตามมุมมองของผู้ใช้ซึ่งสามารถเลือกจัดวางลงในตำแหน่งที่เหมาะสมได้ตามต้องการ และคอมโพเนนต์นั้นยังปรากฏในส่วนรายการคอมโพเนนต์ (Components) รูปที่ 2.52 เรียงกันเป็นรายการเพื่อให้ดูง่ายและสามารถเลือกคอมโพเนนต์เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับว่าเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟเนนซ์ที่ต้องการกำหนดคุณสมบัติจากรายการนี้แล้วกำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ ที่หน้าจอส่วนคุณสมบัติ (Properties) ดังรูปที่ 2.53 ซึ่งจะเป็นคุณสมบัติเฉพาะของคอมโฟเนนซ์นั้น ๆ (MIT App Inventor,2016: 10-20)



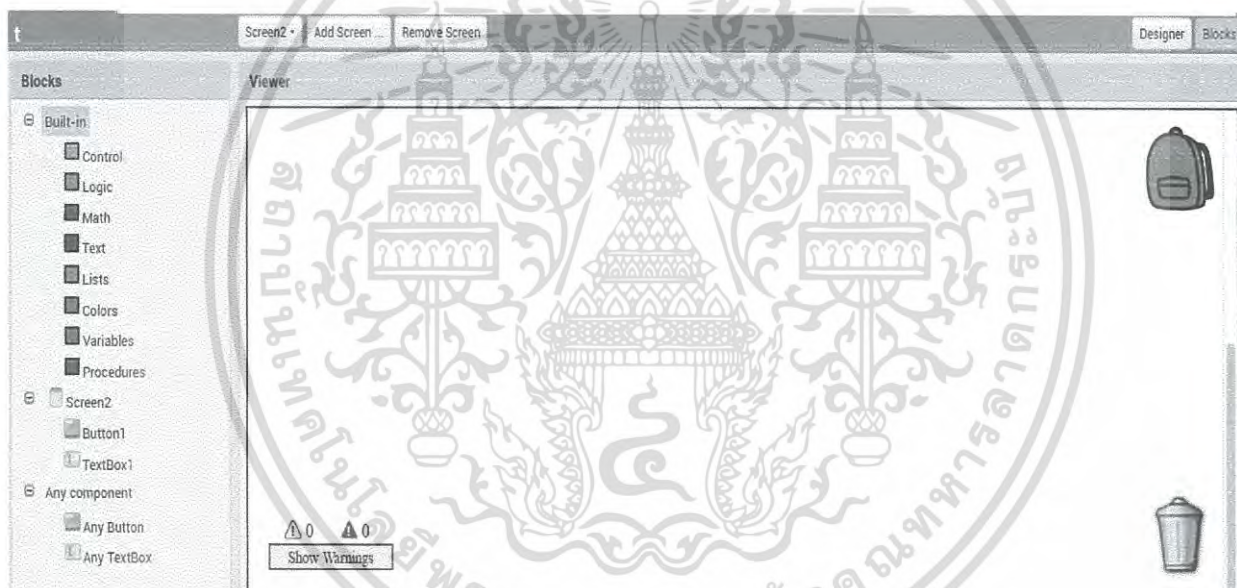
รูปที่ 2.52 หน้าจอส่วนคอมโฟเนนซ์ (Components) ที่เลือกนำมาใช้ในโปรเจค



รูปที่ 2.53 หน้าจอส่วนคุณสมบัติของคอมโฟเนนซ์ (Properties)

นอกจากกลุ่มของคอมโฟเนนซ์ทั่วไป ยังมีคอมโฟเนนซ์ที่มองไม่เห็น (Non-Visible Components) ซึ่งเมื่อนำมาวางในหน้าจอ Viewer แล้วจะไม่ปรากฏคอมโฟเนนซ์ดังกล่าวที่หน้าจอ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเท่านั้น ไม่นับเป็นทรัพย์สินของ MIT App Inventor ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Viewer แต่จะปรากฏที่หน้าจอรายการคอมโพเนนต์แทน คอมโพเนนต์ที่มองไม่เห็นนี้จะประกอบไปด้วยคอมโพเนนต์ในกลุ่ม Sensors ซึ่งประกอบไปด้วยคอมโพเนนต์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียกใช้ตัวตรวจจับต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโทรศัพท์ เช่น ระบบ GPS หรือ Accelerometers เป็นต้น กลุ่ม Notifies ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแจ้งเตือนต่าง ๆ หรือการเขียนบันทึกกิจกรรมของโทรศัพท์ ซึ่งคอมโพเนนต์ในกลุ่ม Notifies นั้นจะมองไม่เห็นหรือถูกซ่อนไว้ แต่จะสามารถมองเห็นได้เมื่อเกิดการแจ้งเตือนหรือสอบถามโดยมีการโต้ตอบกับผู้ใช้ในรูปแบบของข้อความ เสียง ปุ่ม หรือช่องสำหรับกรอกข้อมูล ที่จะแสดงให้ผู้ใช้เห็นเป็นครั้งคราวเท่านั้น กลุ่ม Clocks ซึ่งเกี่ยวข้องกับการฟังกซ์ของเวลา ตัวจับเวลา และการตั้งค่าเวลา กลุ่ม Activity Starters ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสั่งให้แอปพลิเคชันอื่นที่ติดตั้งอยู่ในโทรศัพท์ทำงาน เช่น โปรแกรมอ่านบาร์โค้ด (barcode scanner) หรือโปรแกรมอ่านออกเสียงจากข้อความ (text to speech) เป็นต้น กลุ่ม Web Services เช่น คอมโพเนนต์เกี่ยวกับเกมส์ออนไลน์ (Game Client) คอมโพเนนต์เกี่ยวกับฐานข้อมูลบนเว็บ และคอมโพเนนต์เกี่ยวกับการใช้บริการ Twitter เป็นต้น (MIT App Inventor, 2016: 10-20)



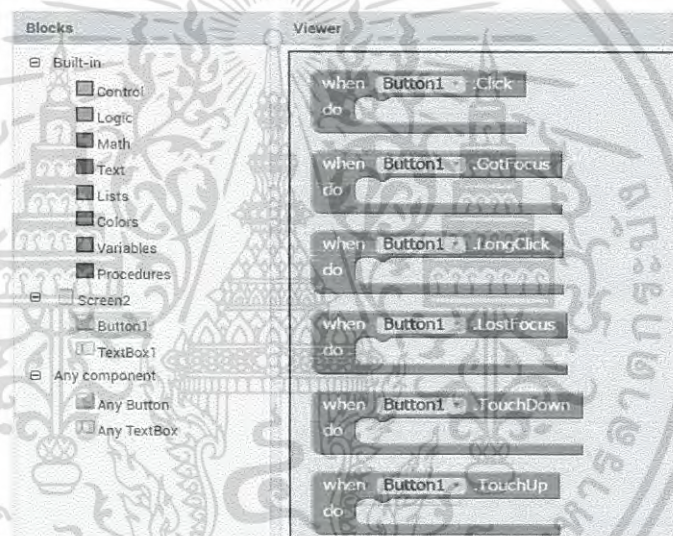
รูปที่ 2.54 หน้าจอส่วนการเขียนโค้ด (App Inventor Blocks Editor)

2.20.3 ส่วนการเขียนโค้ด (App Inventor Blocks Editor)

หลังจากที่ทำการเลือกจัดวางคอมโพเนนต์ที่จะใช้สำหรับโปรเจกต์ครบแล้ว ผู้ใช้จะสามารถเขียนโค้ดคำสั่งสำหรับแอปพลิเคชันได้ในส่วนการเขียนโค้ด (App Inventor Blocks Editor) สำหรับพื้นที่การทำงานในส่วนหน้าจอการเขียนโค้ดแสดงดังรูปที่ 2.54 ซึ่งจะประกอบไปด้วยคำสั่งที่อยู่ในรูปของบล็อกกรวยรวมไว้บริเวณด้านซ้ายของหน้าจอ ผู้ใช้สามารถเลือกคำสั่งที่ต้องการโดยการคลิกลากบล็อกคำสั่งมาวางไว้ในโปรเจกต์คือบริเวณที่เป็นพื้นที่วางตรงกลางหน้าจอ ตัวอย่าง ของบล็อกคำสั่งดังแสดงในรูปที่ 2.55 ซึ่งจะเป็คำสั่งพื้นฐานที่ผู้ใช้นำมาใช้ในการสร้างแอปพลิเคชันขึ้นมา บล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่อผู้ใช้เห็นใบเซอร์เชียนที่นำมาจากไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านี้จะถูกแยกและจัดแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ ตามลักษณะของคำสั่ง ตัวอย่างเช่น บล็อกข้อความที่ใช้ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับข้อความที่เป็นสายอักขระ บล็อกทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ตัวเลข หรือเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น App Inventor ยังสามารถสร้างกระบวนการทำงาน (procedure) และตัวแปร (variable) ได้โดยการเลือกใช้บล็อกในส่วนที่เกี่ยวกับการสร้างกระบวนการทำงานและเหตุการณ์ (event handler) ที่เกิดกับคอมโพเนนต์ โดยบล็อกที่เกี่ยวข้องกับคอมโพเนนต์จะถูกจัดเตรียมไว้ให้ตามคอมโพเนนต์ที่ผู้ใช้เลือกนำมาวางไว้ในโปรเจกต์และจัดเก็บรวมกันไว้ในแท็บ My Blocks แยกไว้ต่างหาก บล็อกที่เกี่ยวข้องกับคอมโพเนนต์เหล่านี้จะแบ่งออกได้เป็น 4 แบบตามประเภทของคำสั่ง คือ ประเภทการเรียกค่าคุณสมบัติจากคอมโพเนนต์ (property getter) ประเภทการกำหนดค่าคุณสมบัติให้กับคอมโพเนนต์ (property setter) ประเภทเหตุการณ์ (event handler) และประเภทการเรียกใช้กระบวนการทำงาน (method call) (MIT App Inventor, 2016: 10)



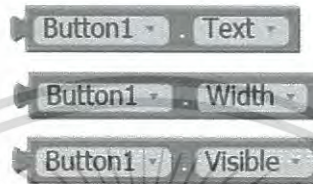
รูปที่ 2.55 ตัวอย่างของบล็อกคำสั่งที่ใช้แทนการเขียนโค้ด

2.20.4 คุณสมบัติจากคอมโพเนนต์ (property getter)

การเรียกค่าคุณสมบัติจากคอมโพเนนต์ (property getter) บล็อกประเภทที่ใช้เรียกค่าคุณสมบัติจากคอมโพเนนต์จะมีลักษณะเป็นช่องต่ออยู่ทางด้านซ้ายดังรูปที่ 2.56 โดยการทำงานจะทำการอ่านค่าคุณสมบัติจากคอมโพเนนต์แล้วส่งค่านั้นกลับมาในรูปของข้อความ ตัวเลข หรือค่าทางตรรกศาสตร์ แต่ในบางคอมโพเนนต์อาจมีค่าที่มีรูปแบบที่ซับซ้อนมากกว่าเช่น ค่า GPS จากคอมโพเนนต์ตรวจจับตำแหน่ง (Location Sensor) เป็นต้น ซึ่งจะมีรูปแบบเฉพาะแตกต่างกันไป แต่ทั้งนี้การอ่านค่านั้นทำได้ง่ายมาก ถึงแม้จะเป็นการอ่านค่า GPS ซึ่งโดยปกติมีกระบวนการทำงานที่ซับซ้อนแต่ผู้ใช้สามารถอ่านค่า GPS ได้ผ่านคอมโพเนนต์ตรวจจับตำแหน่งเหมือนอ่านค่าข้อความจากกล่องข้อความ ด้วยกระบวนการนี้ทำให้มั่นใจได้ว่าผู้ใช้จะไม่ต้องกังวลในเรื่องความซับซ้อนของการเข้าถึงค่าและข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดค่าคุณสมบัติให้กับคอมโพเนนต์ (property setter) บล็อกประเภทที่ใช้กำหนดค่าคุณสมบัติให้กับคอมโพเนนต์จะมีลักษณะเป็นช่องต่ออยู่ทางด้านขวา รูปที่ 2.57 โดยจะสามารถทำการกำหนดค่าหรือเปลี่ยนแปลงค่าคุณสมบัติให้กับคอมโพเนนต์ที่ต้องการด้วยค่าของบล็อกที่นำมาต่อเข้ากับช่องต่อที่อยู่ทางด้านขวา ช่องต่อนี้จะมีรูปร่างเป็นช่องรับซึ่งจะต่อเข้าได้พอดีกับบล็อกที่มีรูปร่างเหมือนบล็อกประเภทที่ใช้เรียกค่าคุณสมบัติจากคอมโพเนนต์ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้เลือกบล็อกที่จะนำมาต่อเข้าด้วยกันได้อย่างง่ายได้และลดข้อผิดพลาดในการเลือกต่อบล็อกที่ไม่ถูกต้อง (MIT App Inventor, 2016: 10)



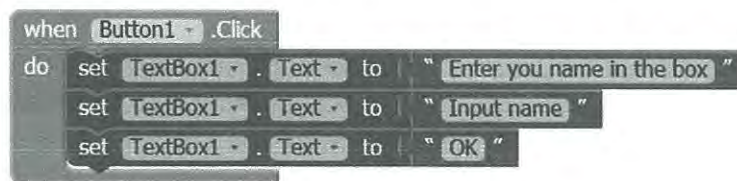
รูปที่ 2.56 ตัวอย่างของบล็อกคำสั่งประเภทที่ใช้เรียกค่าคุณสมบัติจากคอมโพเนนต์ (property getter)



รูปที่ 2.57 ตัวอย่างของบล็อกคำสั่งประเภทที่ใช้กำหนดค่าคุณสมบัติให้กับคอมโพเนนต์ (property setter)

2.20.5 คุณสมบัติเหตุการณ์ (event handler)

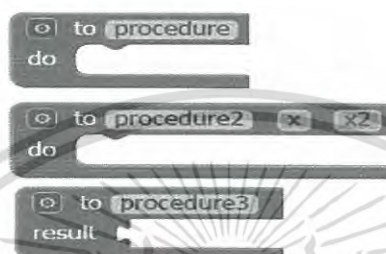
เหตุการณ์ (event handler) บล็อกประเภทเหตุการณ์จะมีลักษณะเป็นช่องต่ออยู่ทางด้านล่างดังภาพ ซึ่งบล็อกประเภทนี้จะทำงานเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆขึ้นกับคอมโพเนนต์ เช่น การคลิกที่ปุ่ม ซึ่งจะทำงานตามบล็อกคำสั่งที่ต่อลงไปทางด้านล่างภายในบล็อกเหตุการณ์ ตัวอย่าง เช่น ในรูปที่ 2.58 แสดงให้เห็นถึงเหตุการณ์เมื่อมีการคลิกปุ่มแล้วให้มีการแสดงหน้าต่างข้อความโต้ตอบขึ้นมาเพื่อเตือนให้ผู้ใช้ทำการป้อนข้อมูลลงในกล่องข้อความ เป็นต้น



รูปที่ 2.58 ตัวอย่างของบล็อกคำสั่งประเภทเหตุการณ์ (event handler)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียกใช้กระบวนการทำงาน (method call) บล็อกประเภทเรียกใช้กระบวนการทำงาน จะมีลักษณะเหมือนกับบล็อกประเภทที่ใช้เรียกค่าคุณสมบัติจากคอมโพเนนท์ที่มีลักษณะเป็นช่องต่ออยู่ทางด้านซ้าย บล็อกประเภทนี้จะถูกสร้างขึ้นเมื่อผู้ใช้ได้มีการสร้างกระบวนการทำงานโดยอาศัยบล็อกประเภทกระบวนการทำงานในการสร้างดังรูปที่ 2.59 เช่น การสร้างฟังก์ชันการทำงาน การสร้างตัวแปร เป็นต้น และจะมีชื่อเรียกเฉพาะตัวตามที่ผู้ใช้เป็นผู้ตั้งให้ เมื่อมีการสร้างกระบวนการทำงานขึ้น บล็อกประเภทเรียกใช้กระบวนการทำงานก็จะถูกสร้างขึ้นและปรากฏในตัวเลือกเพื่อให้ผู้ใช้เลือกที่มาวางลงในโปรเจกต์เมื่อต้องการให้เกิดการเรียนรู้ใช้กระบวนการทำงานดังกล่าว



รูปที่ 2.59 ตัวอย่างของบล็อกคำสั่งประเภทกระบวนการทำงาน

2.20.6 ส่วนของการแพ็คเกจและการเรียกใช้งานแอปพลิเคชัน

เมื่อแอปพลิเคชันถูกออกแบบและทำการเขียนโค้ดคำสั่งเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถสั่งให้โปรแกรม App Inventor ทำการแพ็คเกจแอปพลิเคชันให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ที่พร้อมจะนำไปติดตั้งบนโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ต่อไป ผู้ใช้เพียงเลือกคลิกที่ปุ่ม Package for Phone ที่อยู่ในด้านบนของหน้าจอออกแบบ โปรแกรม App Inventor จะทำการแพ็คเกจบนเซิร์ฟเวอร์ App Inventor และส่งไฟล์ที่พร้อมจะนำไปติดตั้งออกมาให้ผู้ใช้ทำการดาวน์โหลดเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อจะนำไปติดตั้งและเรียกใช้งานบนโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android เครื่องใดก็ได้ หรือหากไม่มีโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android ก็สามารถที่จะทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันได้บนโทรศัพท์จำลองที่ทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานเหมือนโทรศัพท์จริงทุกประการดังรูปที่ 2.60 (MIT App Inventor, 2016: 10)



รูปที่ 2.60 โทรศัพท์จำลองระบบปฏิบัติการ Android

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

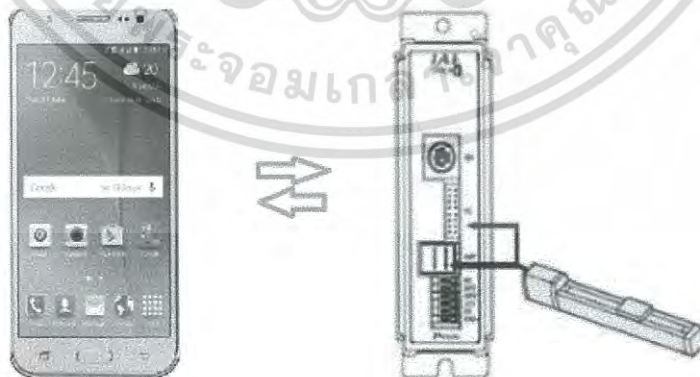
บทที่ 3

หลักการงานและวงจรการออกแบบ

ในการออกแบบการประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ได้ถูกแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย โปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์มือถือ ชุดควบคุม และชุดโรบอทไอเอไอหรือหุ่นยนต์ ในส่วนโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนามาใช้ในโทรศัพท์มือถือ จะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาให้สามารถส่งข้อมูลและรับข้อมูลโดยผ่านการส่งแบบไร้สาย ในส่วนที่สองชุดควบคุม ชุดควบคุมนี้ จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังชุดควบคุมไอเอไอ ส่วนที่สามโรบอทไอเอไอ จะมีคอนโทรลเลอร์ไอเอไอเป็นตัวรับข้อมูลและส่งข้อมูล จากที่ชุดควบคุมส่งข้อมูลไปยังโรบอทเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของไอเอไอไปตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ไดอะแกรมแนวคิดในการออกแบบ



รูปที่ 3.2 รูปการเชื่อมต่อโรบอทไอเอไอกับโทรศัพท์เคลื่อนที่

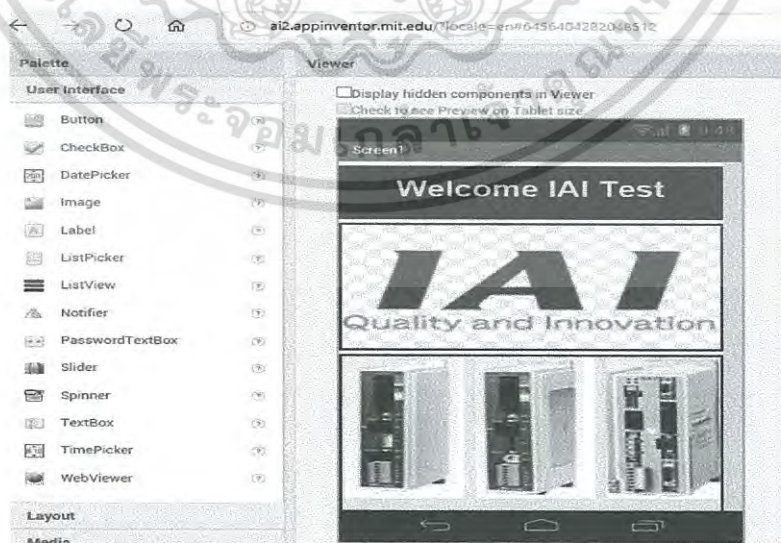
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ

ในส่วนนี้จะอธิบายขยายความของการทำงานของโปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์มือถือ ที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

3.1.1 โปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์มือถือ

โปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์มือถือ ที่ส่งและรับข้อมูลไปยังชุดควบคุม จะส่งข้อมูลและรับข้อมูลโดยผ่านสัญญาณแบบไร้สาย และใช้โทรศัพท์มือถือที่เป็นแบบ Android โดยใช้โปรแกรม App Inventor ดังรูปที่ 3.3 ในการใช้ โปรแกรม App Inventor ผู้ใช้งานต้องมีชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของอีเมล GMAIL เมื่อเข้าหน้าต่างของโปรแกรม App Inventor แล้วจะต้องลงชื่อเข้าใช้ และจะเข้าหน้าต่างการออกแบบดีไซน์เนอร์ (Designer) ในการใช้งาน และหน้าต่างฟังก์ชันบล็อก (Block) ในการเขียนโปรแกรมควบคุม สำหรับการออกแบบหน้าจอของโทรศัพท์มือถือ จะต้องออกแบบหน้าต่างการใช้งานให้เหมาะสมกับการเคลื่อนที่ของตำแหน่งของไอเอไอโรบอท โดยการเขียนโปรแกรมกำหนดการทำงานของโรบอทไอเอไอ มีการกำหนดให้แกนโรบอท สามารถเปิด และปิดได้ (Servo On/Off) กำหนดตำแหน่งที่โรบอทเคลื่อนที่ไปยังจุดเริ่มต้น (Home) กำหนดค่าตำแหน่งในการเคลื่อนที่ (Position 1, Position 2, Position 3) เมื่อทำการเขียนหน้าจอเสร็จแล้วทำเขียนโปรแกรมลงใน App Inventor ด้วยฟังก์ชันบล็อก Block อีกครั้ง ดังรูปที่ 3.4 ในส่วนของฟังก์ชัน Block กำหนดการใช้งาน การเขียนฟังก์ชัน Block เป็นการกำหนดการเคลื่อนที่ของโรบอทไอเอไอ ดังรูปที่ 3.5 โดยให้มีความสัมพันธ์ การทำงานของโรบอทไอเอไอ มีการกำหนดให้แกนโรบอท สามารถเปิด และปิดได้ (Servo On/Off) กำหนดตำแหน่งที่โรบอทเคลื่อนที่ไปยังจุดเริ่มต้น (Home) กำหนดค่าตำแหน่งในการเคลื่อนที่ (Position 1, Position 2, Position 3) เช่นเดียวกับการเขียน Designer (MIT App Inventor, 2016: 10)



รูปที่ 3.3 รูปโปรแกรมสำเร็จรูป App Inventor

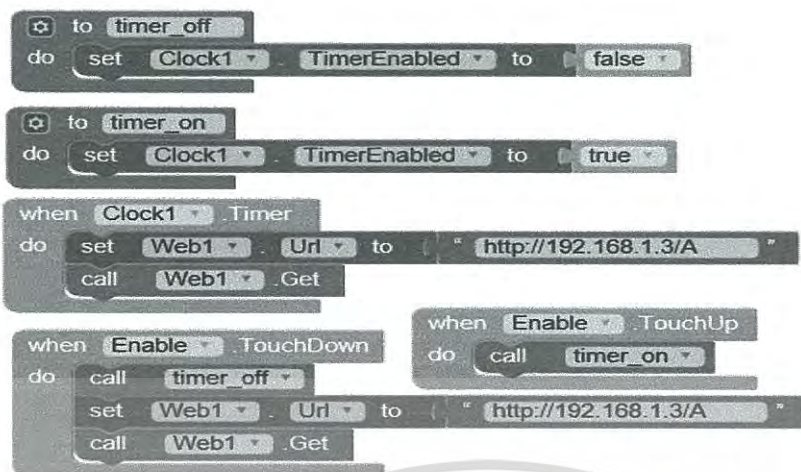
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



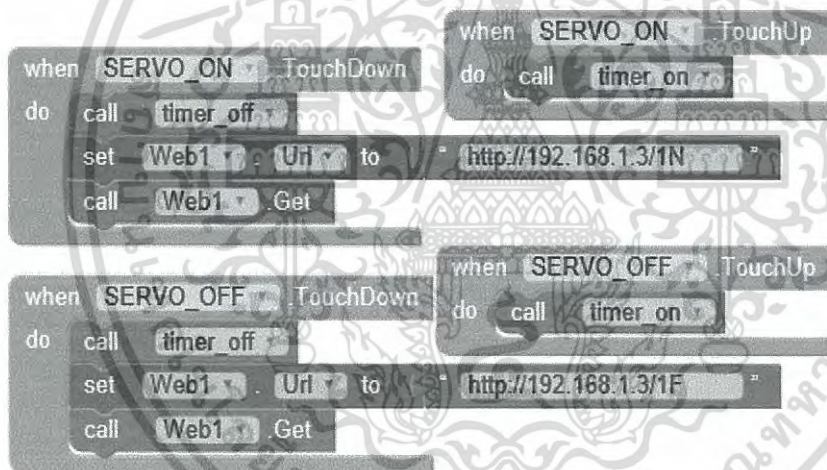
รูปที่ 3.4 ส่วนของฟังก์ชัน Designer

รูปที่ 3.5 ส่วนของฟังก์ชัน Block

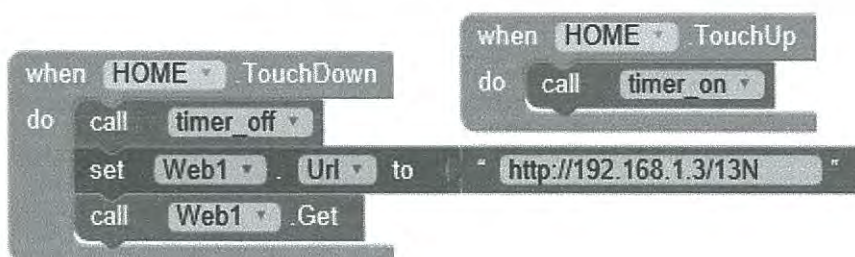
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 รูปโปรแกรมสำเร็จรูป Block การเชื่อมต่อไอเอไอโรบอทด้วยสัญญาณ Enable

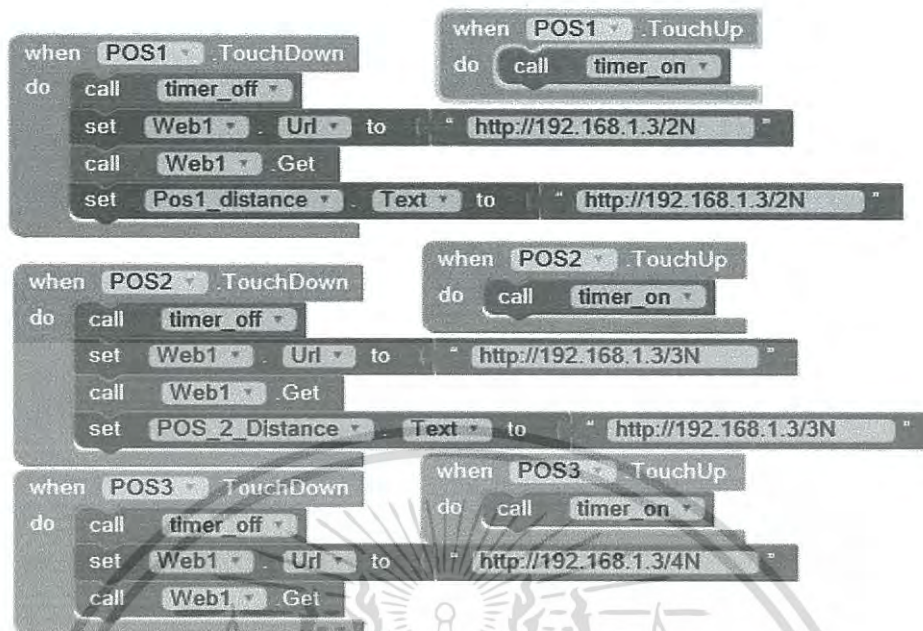


รูปที่ 3.7 ฟังก์ชัน Block สำหรับ Servo ON/OFF



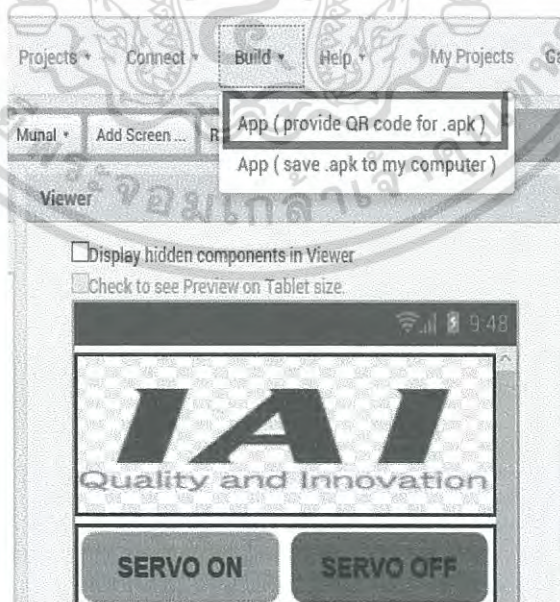
รูปที่ 3.8 ฟังก์ชัน Block สำหรับ Home

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



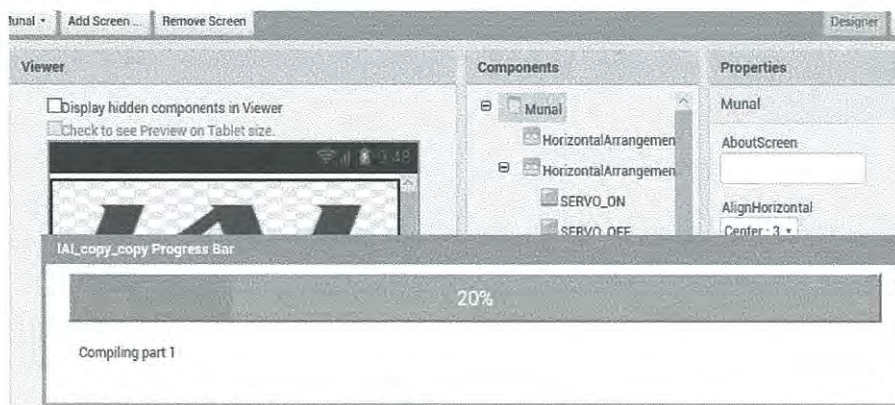
รูปที่ 3.9 ฟังก์ชัน Block สำหรับการเคลื่อนที่ตำแหน่ง Pos1,Pos2,Pos3

เมื่อเขียนฟังก์ชัน Block เสร็จแล้ว ทำการเชื่อมต่อและแปลงโค้ดของ App Inventor ที่ทำเสร็จแล้วให้อยู่ในรูปของ QR Code โดยเลือกที่ Build และเลือก App(Provide QR code for .apk) ดังรูปที่ 3.10 โปรแกรมจะทำการแปลงโค้ดให้เป็น QR Code ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 การเลือกที่ Build และเลือก App(Provide QR code for .apk)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 กระบวนการแปลงโปรแกรม ให้เป็น QR Code

เมื่อแปลงโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมี QR code ให้สแกน ดังรูป 3.12 เพื่อลงโปรแกรมในโทรศัพท์มือถือ แต่ต้องทำการดาวน์โหลด Application MIT AI2 Companion ดังรูป 3.13 ลงในโทรศัพท์มือถือก่อน เมื่อได้ Application MIT AI2 Companion ลงในโทรศัพท์มือถือแล้ว ทำการ Scan QR Code จาก Application MIT AI2 Companion แล้วโทรศัพท์มือถือจะทำการลงโปรแกรมและแสดงหน้าจอการทำงานขึ้นที่หน้าจอโทรศัพท์มือถือ ดังรูปที่ 3.14



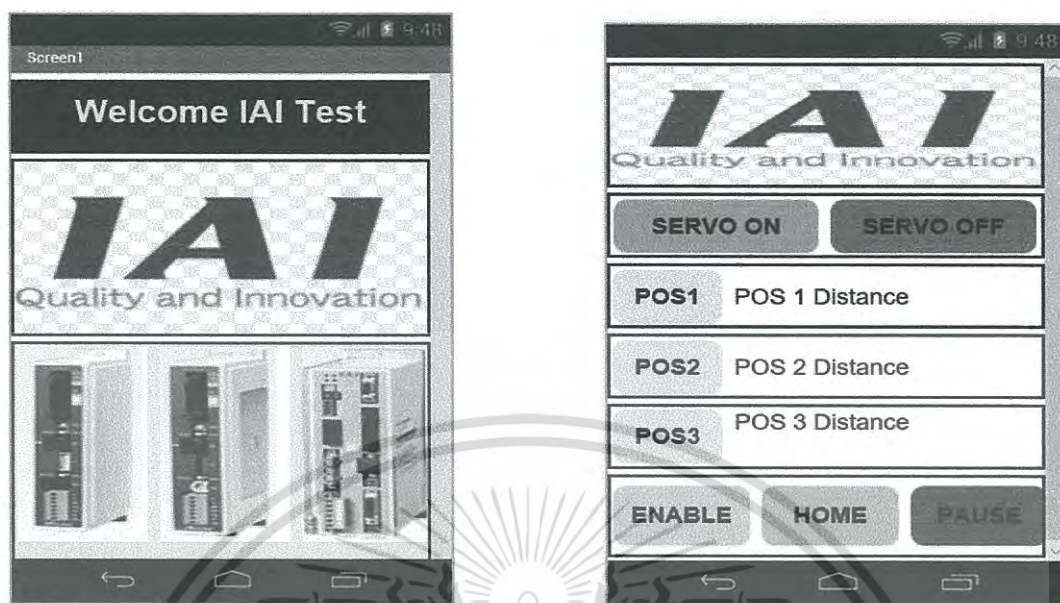
รูปที่ 3.12 QR Code โปรแกรม Inventor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 รูปโปรแกรม Application MIT AI2 Companion ในโทรศัพท์มือถือ

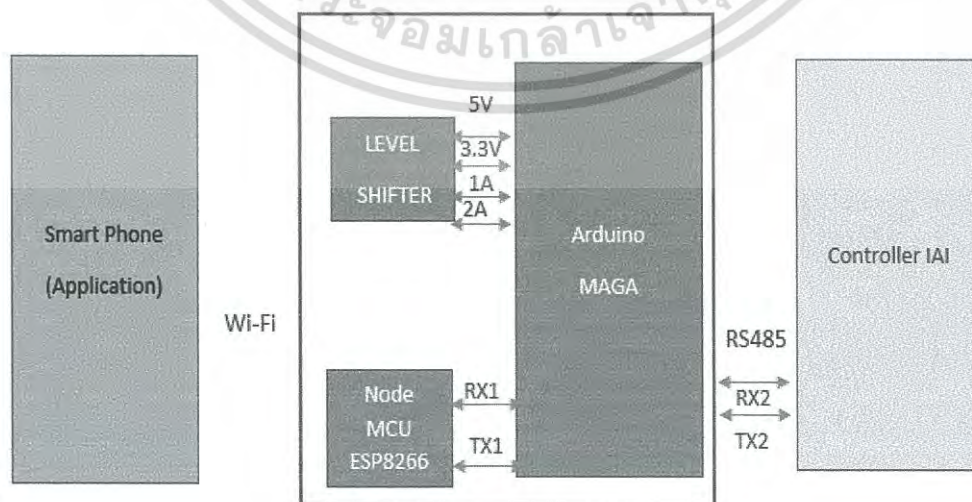
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



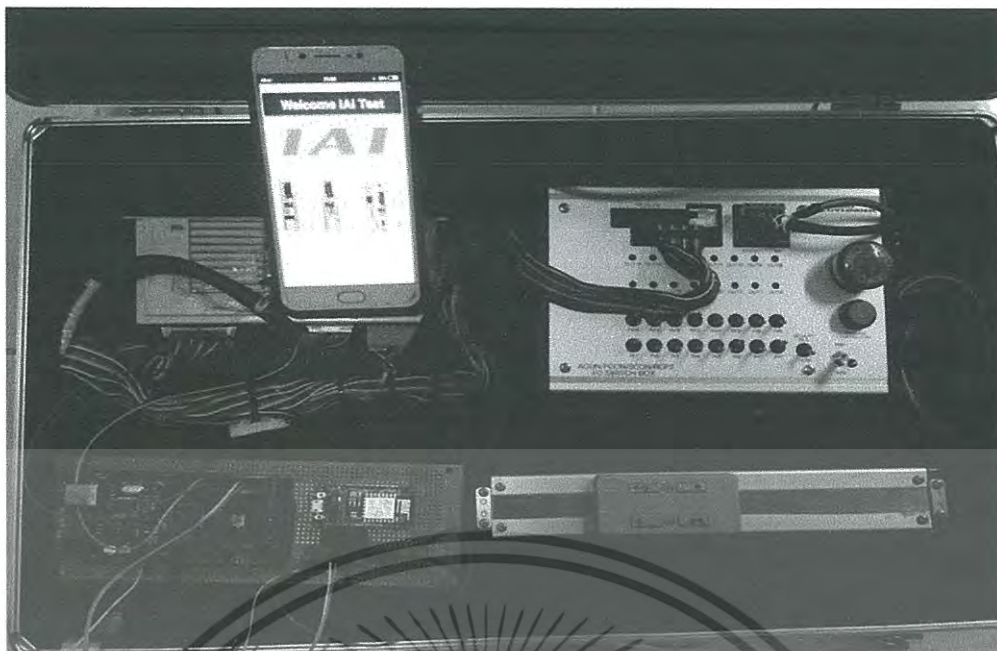
รูปที่ 3.14 รูปโปรแกรมสำเร็จรูป ที่อยู่ในมือถือ

3.1.2 ชุดควบคุม

ในชุดควบคุมประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่ทำหน้าที่เสมือนชุดควบคุมระหว่างฝั่งโทรศัพท์มือถือ ที่รับสัญญาณแบบไร้สาย โดยเมื่อได้รับสัญญาณจากโทรศัพท์มือถือ ในส่วนการเคลื่อนที่ว่าการเคลื่อนที่ไปที่ตำแหน่งใด ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะส่งเอาต์พุตไปยังคอนโทรลเลอร์ไอเอไอ ผ่านการส่งแบบพอร์ทอนุกรม ดังรูปที่ 3.15 วงจร Arduino เชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 วงจร Arduino เชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือใช้งานจริง

เมื่อต่อวงจรตามไดอะแกรม เรียบร้อยแล้ว ทำการเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ Arduino ดังรูปที่ 3.17

Test_modbus1 | Arduino 1.8.5 (Windows Store 1.8.10.0)

File Edit Sketch Tools Help

```

Test_modbus1
const char* ssid = "3BB"; //กำหนด SSID //
const char* password = "035336070"; //กำหนด password WiFiServer server(80)
WiFiServer server(80); //กำหนดใช้งาน TCP Server ที่ Port 80 //
String data="";
//--05--//
String A=":01050427FF00D01310";//Enable
String 1N=":01050403FF00F41310";//Servo on coil
String 1F=":010504030000F31310";//Servo off coil
String 13N=":0105040B0000EB1310";//Home off coil
String 1N=":0105040B0000EC1310";//Home On coil
//--06--//
String 2N=":01068000001601310" //Pos1
String 3N=":010698000001611310" //Pos2
String 4N=":0106980000016B1310" //Pos3
String 5N=":0106042CFF001310" //Pause
//--03--//
String 6N=":0103042CFF001310" //All Distance

```

รูปที่ 3.17 การใช้งานซอฟต์แวร์ Arduino เชื่อมต่อกับ App Inventor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Test_modbus1 | Arduino 1.8.5 (Windows Store 1.8.10.0)
File Edit Sketch Tools Help

Test_modbus1

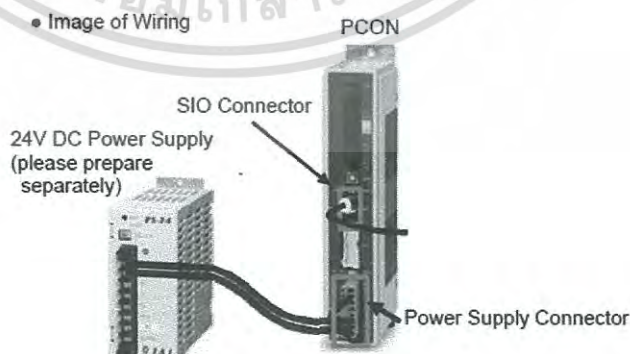
{
  Serial.begin(115200);
  while(!Serial){} ;
}
Serial.println();
Serial.println();
Serial.print("Connecting to ");
Serial.println(ssid);
WiFi.begin(ssid, password); // เชื่อมต่อกับ AP
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
server.begin(); //เริ่มใช้งาน TCP Server
//Serial.println("Server started");
//Serial.println(WiFi.localIP());

```

รูปที่ 3.18 การใช้งานซอฟต์แวร์ Arduino เชื่อมต่อเน็ตเวิร์ค

3.1.3 โรบอทไอเอโอ

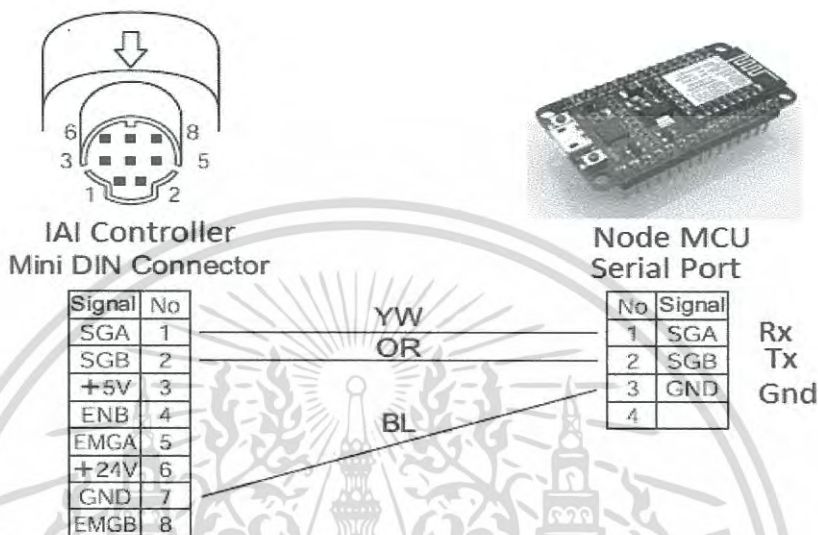
โรบอทไอเอโอ เป็นแกนโรบอทแบบแกนเดี่ยว จะมีคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของโรบอทว่าต้องการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งใด ดังรูปที่ 3.15 โดยปกติคอนโทรลเลอร์ไอเอโอ จะสามารถรับข้อมูลได้แบบไอโอ และแบบพอร์ทอนุกรม ในส่วนนี้เลือกเป็นแบบพอร์ทอนุกรม ที่พรีต SIO Converter เลือกการส่งสัญญาณแบบ Modbus ASCII code



รูปที่ 3.19 รูปแสดงการเชื่อมต่อโรบอทไอเอโอ

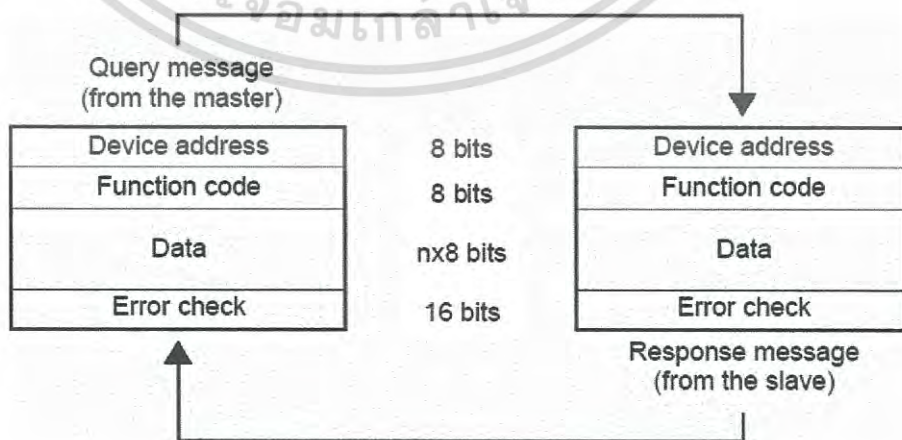
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อโรบอทไอเอไอ ผ่านพรีต SIO Converter เลือกการส่งสัญญาณแบบ Modbus ASCII code ด้วยการเลือกที่ขา SGA ขาที่ 1, SGB ขาที่ 2 และ ขา GND ขาที่ 7 เพื่อทำการส่งข้อมูลให้กับบอร์ด Arduino ESP8266 Wi-Fi ที่ขา Rx1 ,Tx1,GND



รูปที่ 3.20 การเชื่อมต่อโรบอทไอเอไอ ผ่านพรีต SIO Converter

หลักการส่งข้อมูลผ่านพรีต SIO Converter เป็นการส่งสัญญาณแบบอนุกรม การส่งแบบ RS485 ซึ่งการส่งข้อมูลให้คอนโทรลเลอร์ จะส่งสัญญาณแบบข้อมูลเป็นชุด แบบ ASCII Code ซึ่งในการทดลองนี้เลือกการส่งข้อมูล ดังรูปที่ 3.33 รูปแบบการส่งข้อมูล Query /Response



รูปที่ 3.21 รูปแบบการส่งข้อมูล Query /Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้จัดทำเห็นว่าประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การเชื่อมต่อโรบอทกับอุปกรณ์ภายนอก(Enable)

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	05
Start address	4	0427
New data	4	FF00
LRC	2	D0
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

ตารางที่ 3.2 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยสัญญาณเปิดเซอร์โว (Servo ON)

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	05
Start address	4	0403
New data	4	FF00
LRC	2	F4
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

ตารางที่ 3.3 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยสัญญาณเปิดเซอร์โว (Servo OFF)

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	05
Start address	4	0403
New data	4	0000
LRC	2	F3
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

ตารางที่ 3.4 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยสัญญาณเข้าสู่ศูนย์ (Home OFF Coil)

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	05
Start address	4	040B
New data	4	0000
LRC	2	EB
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

ตารางที่ 3.5 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยสัญญาณเข้าสู่ศูนย์ (Home ON Coil)

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	05
Start address	4	040B
New data	4	FF00
LRC	2	EC
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

ตารางที่ 3.6 การเชื่อมต่อโรบอทด้วยเคลื่อนที่ตำแหน่งที่ 1(POS1)

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	06
Start address	4	9800
New data	4	0000
LRC	2	01
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 การเชื่อมต่อโรบอตด้วยเคลื่อนที่ตำแหน่งที่ 2(POS2)

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	06
Start address	4	9800
New data	4	0000
LRC	2	02
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

ตารางที่ 3.8 การเชื่อมต่อโรบอตด้วยเคลื่อนที่ตำแหน่งที่ 3(POS3)

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	06
Start address	4	9800
New data	4	0000
LRC	2	11
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

ตารางที่ 3.9 การดูระยะการเคลื่อนที่ของโรบอต (All Distant Movement)

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	03
Start address	4	9000
New data	4	0002
LRC	2	6A
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 การหยุดโรบอทชั่วขณะ (Pause)

Field(H)	Number of Characters	ASCII model character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	01
Function code	2	05
Start address	4	042C
New data	4	FF00
LRC	2	CB
Trailer	2	CR,LF
Total bytes	17	

ตารางที่ 3.11 สรุป Code Modbus ASCII ที่ใช้ในโปรแกรม

Enable	Servo ON	Servo OFF	Home OFF	Home ON	Pos1 Move	Pos2 Move	Pos3 Move	All Distance	Pause
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
05	05	05	05	05	06	05	05	03	05
0427	0403	0403	040B	040B	9800	9800	9800	9004	042C
FF00	FF00	0000	0000	0000	0001	0001	0001	0001	FF00
D0	F4	F3	EB	EC	60	61	6B	67	CB
CR,LF	CR,LF	CR,LF	CR,LF	CR,LF	CR,LF	CR,LF	CR,LF	CR,LF	CR,LF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวิเคราะห์หาสมการหาค่าความละเอียดของโรบอท

ในการทดลองใช้โรบอท ชื่อ โมเดล RCP5-SA4C-WA-42P-10-150-P3-P สเปกของโรบอท คือ เป็นแกนโรบอท ที่มีขนาดของ Lead screw ที่ 10 มม. ความยาวของ Stroke 150 มม. สามารถรับน้ำหนักตามแนวนอน ได้ที่ 10 กิโลกรัม น้ำหนักตามแนวตั้ง ได้ที่ 2.25 กิโลกรัม สามารถวิ่งความเร็วที่ ระยะ Stroke 50-400 ได้ที่ 785 มม./วินาที

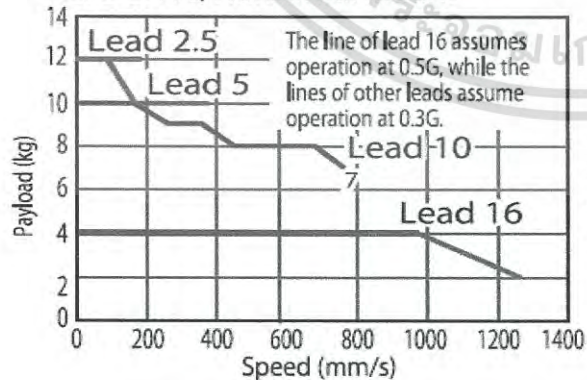
Actuator Specifications										
■ Lead and Payload					■ Stroke and Maximum Speed (Unit: mm/s)					
Model number	Lead (mm)	Connected controller	Maximum payload		Stroke (mm)	Lead (mm)	Connected controller	50-400 (Every 50mm)		
			Horizontal (kg)	Vertical (kg)				450 (mm)	500 (mm)	
RCP5-SA4C-WA-35P-16-①-P3-②-③	16	High-output enabled	4	1	50-500	16	High-output enabled	1260	1060	875
		High-output disabled					840			
RCP5-SA4C-WA-35P-10-①-P3-②-③	10	High-output enabled	10	2.25	50-500	10	High-output enabled	785	675	555
		High-output disabled					525			
RCP5-SA4C-WA-35P-5-①-P3-②-③	5	High-output enabled	12	4.5	50-500	5	High-output enabled	390	330	275
		High-output disabled					260			
RCP5-SA4C-WA-35P-2.5-①-P3-②-③	2.5	High-output enabled	12	9	50-500	2.5	High-output enabled	195	165	135
		High-output disabled					130			

รูปที่ 3.22 Spec Robot IAI model RCP5-SA4C-WA-42P-10-150-P3-P

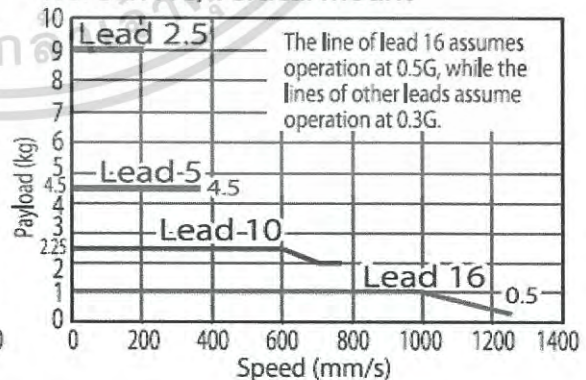
■ Correlation Diagrams of Speed and Payload

(1) High-output enabled with PCON-CA, MSEP, MSEL connected

RCP5-SA4C, Horizontal mount



RCP5-SA4C, Vertical mount



รูปที่ 3.23 Spec Robot IAI model RCP5-SA4C-WA-42P-10-150-P3-P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามคุณสมบัติของโรบอท ที่ Lead Screw 10 มม. สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดที่ 10 กิโลกรัม โดยน้ำหนักมีผลต่อความเร็วในการเคลื่อนที่ ของโรบอท เพื่อเป็นการพิสูจน์การหาค่าความละเอียดของระยะ Pitch lead Screw ตามสเปกของโรบอท สามารถกระทำดังนี้

3.2.1 การวิเคราะห์หาค่าความละเอียดของระยะเกลียวสกรูของ Lead Screw

ตามทฤษฎีการหมุนของมอเตอร์ในหนึ่งรอบ 1.8 องศาเต็บ มีค่าเท่ากับ 200 พัลส์/1 รอบ เมื่อโรบอทมีระยะเกลียวสกรูที่ 10 มม. ดังสมการที่ 3.1

$$D/P = \frac{Pitch(mm.)}{P/C} \quad (3.1)$$

โดยที่ D/P คือ ระยะในการเคลื่อนที่ของหนึ่งรูปคลื่นของระยะเกลียว ($mm./Pulse$)
 $Pitch(mm.)$ คือ ระยะของเกลียวสกรู ($mm.$)
 P/C คือ จำนวนพัลส์ของStepping ที่ 1.8 องศา ($Pulse / Cycletime.$)

เมื่อทำการแทนค่าของโรบอทที่ ระยะของเกลียวสกรูที่ 10 mm. ค่าจำนวนพัลส์ในหนึ่งรอบ เท่ากับ 200 พัลส์ แทนค่า

$$D/P = \frac{10(mm.)}{200Pulse/Cycletime} \quad (3.2)$$

$$D/P = 0.05mm/Pulse. \quad (3.3)$$

เมื่อต้องการให้โรบอทเคลื่อนที่ตามระยะทาง และต้องการคำนวณหาระยะการเคลื่อนที่ได้ ดังสมการที่ 3.4

$$PS = \frac{DSP}{D/P} \quad (3.4)$$

โดยที่ DT คือ จำนวนพัลส์ ($Pulse.$)
 DSP คือ ระยะการเคลื่อนที่ของระยะเกลียวสกรู ($mm.$)
 D/P คือ ระยะในการเคลื่อนที่ของหนึ่งรูปคลื่นของระยะเกลียว ($mm./Pulse$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการเคลื่อนที่ของระยะเกลียวสกรู 50 (mm.)

แทนค่า

$$DT = \frac{50mm.}{0.05mm./Pulse.} \quad (3.5)$$

$$DT = 1000Pulse \quad (3.6)$$

เมื่อต้องการทราบว่าระยะโรบทเคลื่อนที่ได้จริงตรงตามทฤษฎีหรือไม่ พิจารณาจากการนำค่าจำนวนพัลส์มาคูณกับระยะของเกลียวของสกรูในการเคลื่อนที่ในหนึ่งรอบ

$$RSP = DT * (D / P) \quad (3.7)$$

โดยที่ RSP คือ ระยะโรบทเคลื่อนที่ได้จริง (mm.)
 DT คือ จำนวนพัลส์ (Pulse.)
 D/P คือ ระยะในการเคลื่อนที่ของหนึ่งรอบคลื่นของระยะเกลียว (mm./Pulse)

แทนค่า

$$RSP = 1000 * (0.05mm.) \quad (3.7)$$

$$RSP = 50mm. \quad (3.8)$$

เมื่อต้องการเคลื่อนที่ของระยะเกลียวสกรูที่ระยะทาง 100 (mm.)

แทนค่า

$$DT = \frac{100mm.}{0.05mm./Pulse.} \quad (3.9)$$

$$DT = 2000Pulse \quad (3.10)$$

$$RSP = 2000 * (0.05mm.) \quad (3.11)$$

$$RSP = 100mm. \quad (3.12)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการเคลื่อนที่ของระยะเกลียวสกรูที่ระยะทาง 150 (mm.)

แทนค่า

$$DT = \frac{150mm.}{0.05mm./Pulse.} \quad (3.13)$$

$$DT = 3000Pulse \quad (3.14)$$

$$RSP = 3000 * (0.05mm.) \quad (3.15)$$

$$RSP = 150mm. \quad (3.16)$$

ตามคุณสมบัติของโรบอท ระบุเปอร์เซ็นต์ตำแหน่งความผิดพลาดที่ ± 0.02 มม. (Positioning repeatability) ซึ่งหากใช้โรบอทเคลื่อนที่แล้วนำกลับมาคำนวณหาค่าความผิดพลาดต้องไม่เกินคุณสมบัติของโรบอทนี้ กล่าวคือ เมื่อโรบอทเคลื่อนที่ ณ ตำแหน่งใดๆ สมมุติที่ตำแหน่งที่ 100 มม. โรบอทจะต้องเคลื่อนที่ \pm ไม่เกิน 100.02 มม. หรือ 99.98 มม. นั่นเอง หากค่าการเคลื่อนที่เกินกว่าคุณสมบัติของโรบอท ชนิดนี้แล้ว แสดงว่าโรบอทมีปัญหาในการเคลื่อนที่ทางเครื่องกล หรือ อุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ เป็นภาระทำให้โรบอทไม่มีประสิทธิภาพนั่นเอง

Actuator Specifications	
Item	Description
Drive system	Ball screw $\varnothing 8mm$, rolled C10
Positioning repeatability	$\pm 0.02mm$
Lost motion	0.1mm or less
Base	Material: Aluminum with white alumite treatment
Dynamic allowable moment (*1)	Ma: 4.98N·m, Mb: 7.11N·m, Mc: 9.68N·m
Static allowable moment	Ma: 8.6N·m, Mb: 12.2N·m, Mc: 16.7N·m
Ambient operating temperature, humidity	0 to 40°C, 85% RH or less (Non-condensing)

รูปที่ 3.24 Spec Robot IAI model RCP5-SA4C-WA-42P-10-150-P3-P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

ในบทนี้เป็นผลการทดสอบการทำงานของวงจรถ่ายการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หรือ โรบอทไอเอไอผ่าน โทรศัพท์มือถือ เปรียบเทียบกับการวงจรถ่ายการเคลื่อนที่ของโรบอทไปเอไอเอโดยตรง โดยทำการทดสอบที่ ความเร็ว 3 ระดับ ที่ ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที ที่ระยะทาง 50-150 มิลลิเมตร เพื่อทดสอบเวลาในการเคลื่อนที่ของโรบอท

4.1 การทดสอบการทำงานของวงจรถ่าย

ตารางที่ 4.1 ค่าพารามิเตอร์ในวงจรถ่ายต่างๆ

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่าที่ใช้งาน
ความเร็วสูงสุด	V_{Max}	50mm/s.
ระยะทาง	S_{mm}	0-150mm..
อัตราเร่ง	$Acc.$	0.3G.
ความหน่วง	Dcl	0.3G.
ความเร็วเชิงมุม	θ_D	0-150mm./s
ความเร็วสูงสุด	θ_{Max}	785mm./s
เวลาเริ่มต้น	$T1$	0sec.
เวลาขณะเริ่มอิมิตัว	$T2$	50msec.
เวลาหน่วง	$T3$	50msec.
เวลาหน่วงขอบขาลง	$T4$	0sec.

เมื่อทำการกำหนดค่าความเร็ว อัตราเร่ง ความหน่วง จะทำการเปรียบเทียบการประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่ของโรบอทไอเอไอ และนำค่าของการทดลองไป พิจารณาการทำงานของไอเอไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การวิเคราะห์หาค่าความเร็วในระยะทางที่เท่ากัน

เพื่อคำนวณ การหาความเร็วที่แตกต่าง ในช่วงระยะทางที่เท่ากันที่ความเร็ว 50 mm/s. อัตราเร่ง และความหน่วงที่ 0.3 G. ที่ระยะทาง 50 มม.

$$\theta_D = \int_{T1}^{T2} \frac{\theta_{Max} * t}{(T1 - T2)} dt + \int_{T2}^{T3} \theta_{Max} dt + \int_{T3}^{T4} \frac{\theta_{Max} * t}{(T4 - T3)} dt \quad (4.1)$$

$$\theta_D = \int_0^{50} \frac{50 * 0.50}{(0 - 50)} dt + \int_{50}^{50} 50 dt + \int_{50}^0 \frac{50 * 0.50}{(50 - 2)} dt \quad (4.2)$$

$$\theta_D = 31.461 \text{ mm/s.} \quad (4.3)$$

ที่ความเร็ว 100 mm/s. อัตราเร่งและความหน่วงที่ 0.3 G ที่ระยะทาง 50 มม.

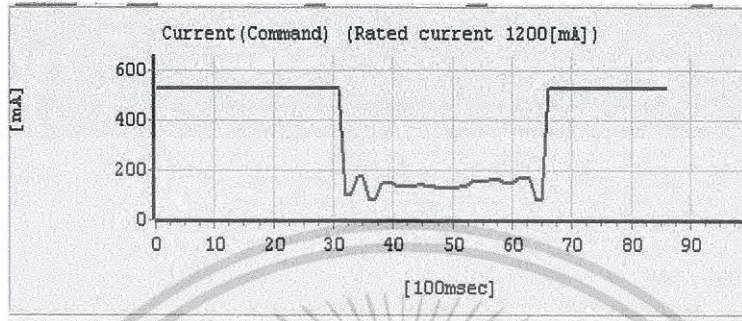
$$\theta_D = \int_0^{50} \frac{100 * 0.50}{(0 - 50)} dt + \int_{50}^{50} 100 dt + \int_{50}^0 \frac{100 * 0.50}{(50 - 2)} dt \quad (4.4)$$

$$\theta_D = 38.461 \text{ mm/s.} \quad (4.5)$$

4.2 ผลการทดสอบ

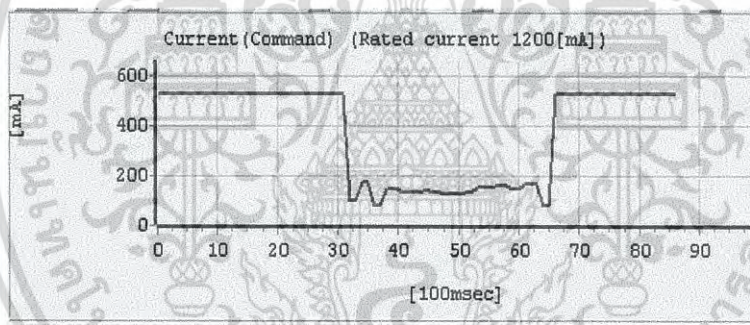
4.2.1 การทดสอบผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปด้วยโทรศัพท์มือถือของรูปคลื่นกระแส

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง, ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร



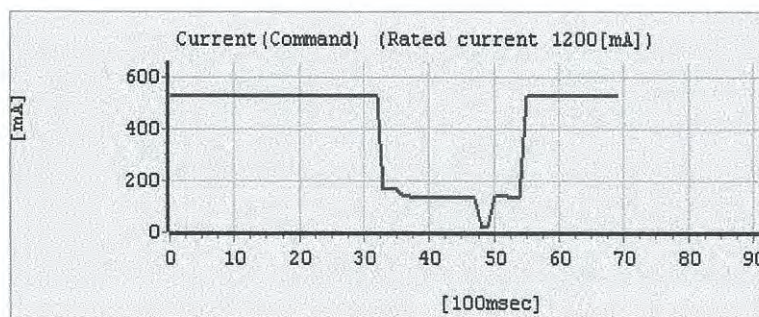
รูปที่ 4.1 รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าแสดง ที่ระยะ 0-50 มิลลิเมตร

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง, ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.2 รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าแสดง ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง, ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร.

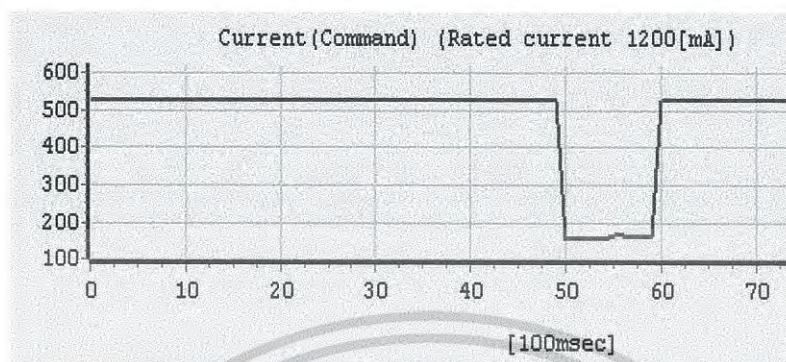


รูปที่ 4.3 รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าแสดง ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

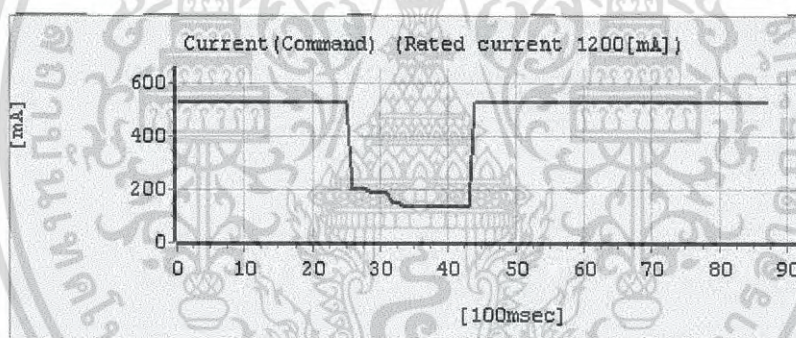
4.2.2 การทดสอบผ่านโปรแกรมไอเอไอโดยตรงของรูปคลื่นกระแส

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร



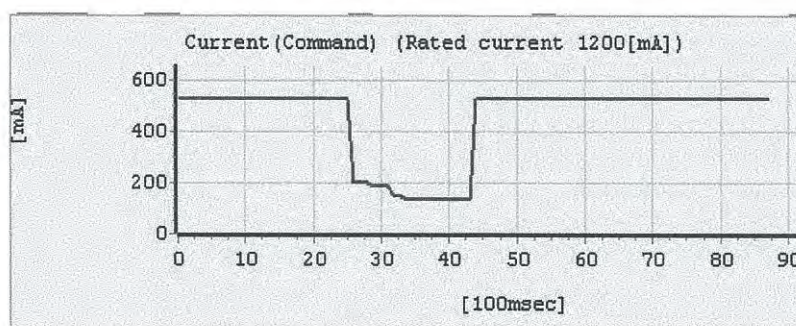
รูปที่ 4.4 รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าแสดง ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.5 รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าแสดง ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร

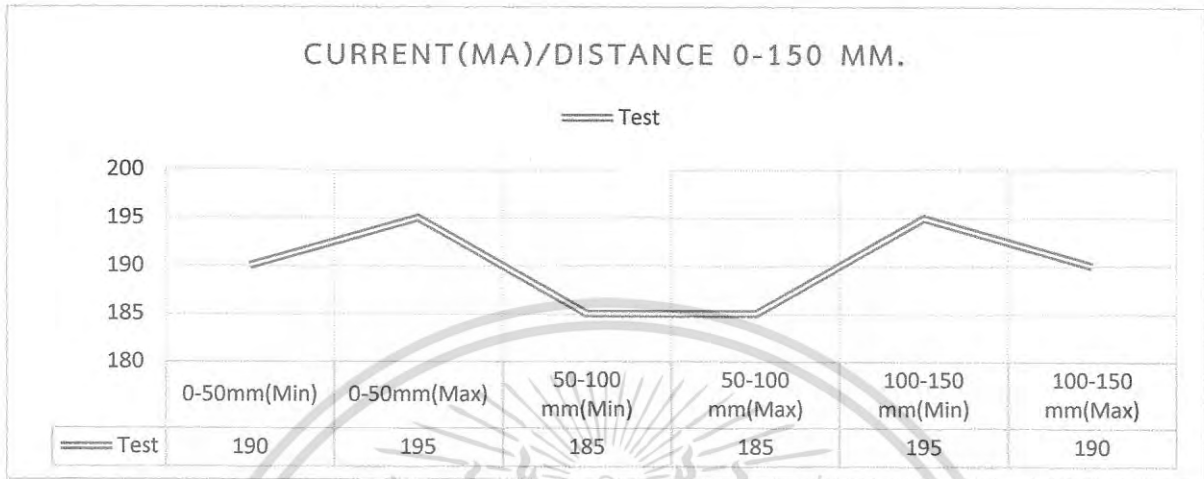


รูปที่ 4.6 รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าแสดง ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการสรุปรูปกราฟของกระแส เมื่อโรบอทเคลื่อนที่ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป

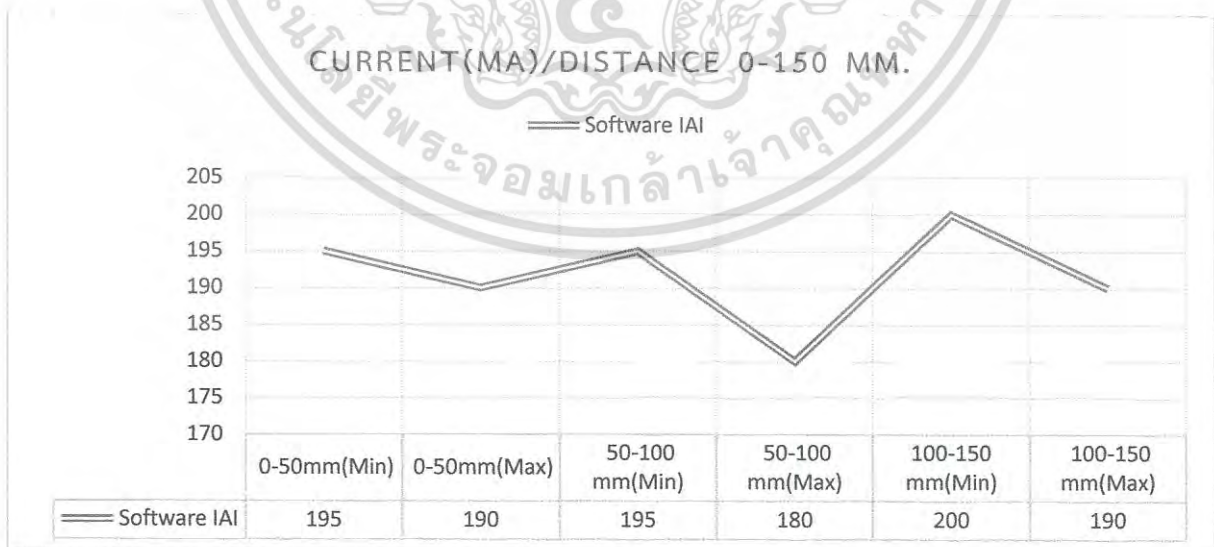
ในระยะทาง 0-150 มิลลิเมตร ได้ ดังรูปที่ 4.5 กระแสที่ใช้งานอยู่ที่ 190 mA.



รูปที่ 4.7 รูปคลื่นกระแสที่ระยะทาง 0-150 มิลลิเมตร

เมื่อทำการสรุปรูปกราฟของกระแส เมื่อโรบอทเคลื่อนที่ผ่านโปรแกรมไอเอไอ

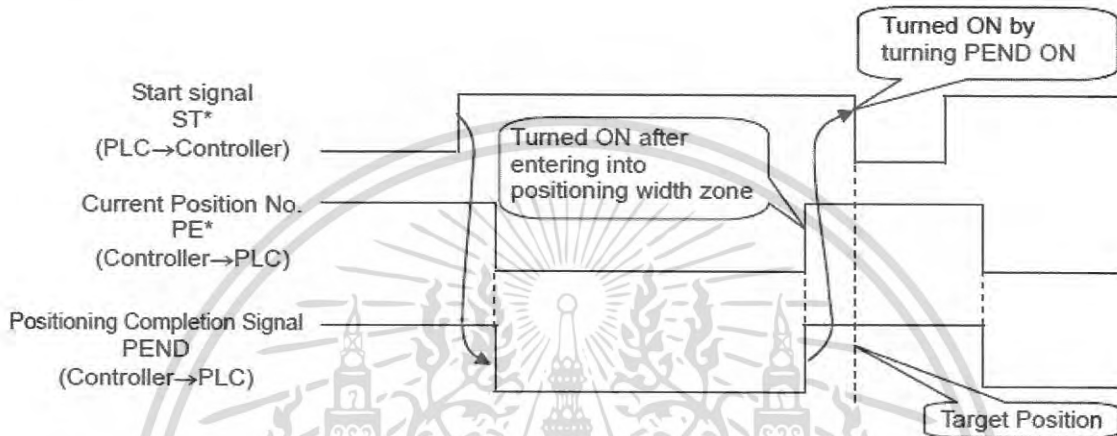
ในระยะทาง 0-150 มิลลิเมตร ได้ ดังรูปที่ 4.9 กระแสที่ใช้งานอยู่ที่ 195 mA.



รูปที่ 4.8 รูปคลื่นกระแสที่ระยะทาง 0-150 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

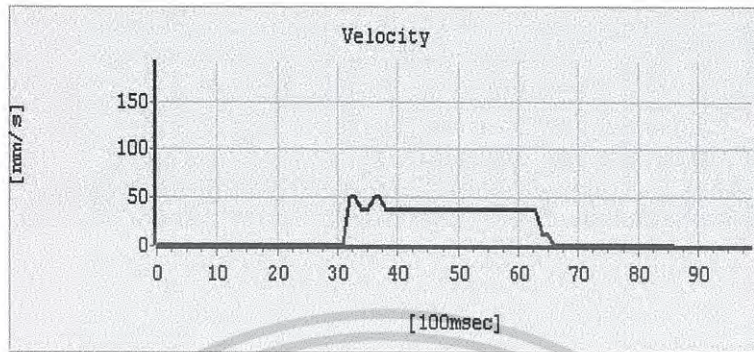
เมื่อพิจารณากระแสที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง, ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 0-150 มิลลิเมตร. เมื่อเคลื่อนที่ด้วยโทรศัพท์มือถือ รูปภาพมีลักษณะกระแสลดลง ไม่ตรงตามทฤษฎี เนื่องจากrobotโอเอไอ เมื่อทำการเคลื่อนที่robot รูปกระแสจะลดลงเนื่องจากในระบบคอนโทรลเลอร์จะมีสัญญาณการเคลื่อนที่ PE (Current Position Number) ซึ่งเป็นค่ากระแสจะลดลงเมื่อrobotเคลื่อนที่ ซึ่งค่าการลดลงนี้ จะเป็นสัญญาณออกเอาท์พุท เพื่อนำไปใช้งานกับอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ เช่น PLC เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่นั่นเอง (IAI ,2016 :116)



รูปที่ 4.9 รูปคลื่นกระแสสัญญาณการเคลื่อนที่ PE (Current Position Number)

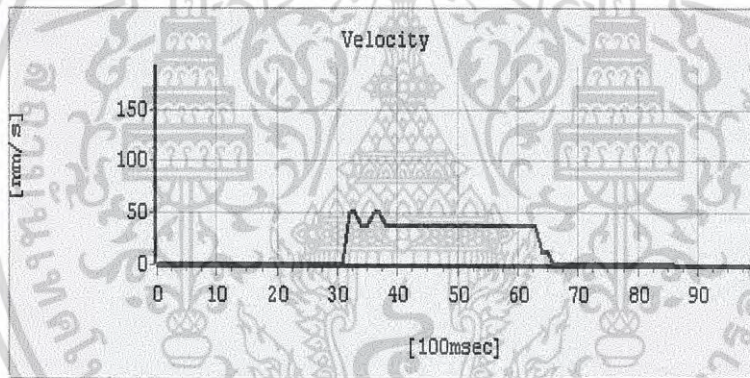
4.2.3 การทดสอบผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป ด้วยโทรศัพท์มือถือของรูปคลื่นความเร็ว

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร



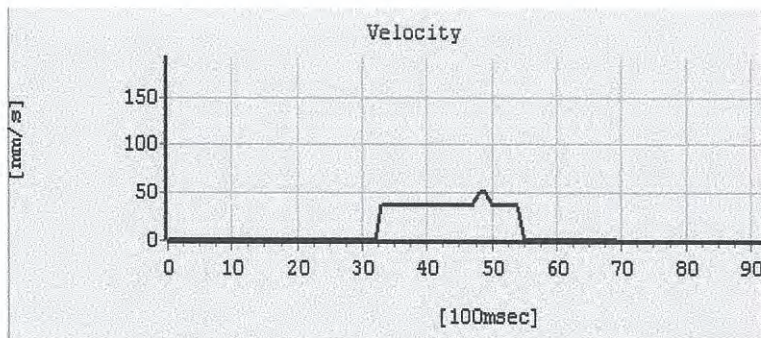
รูปที่ 4.10 รูปคลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.11 รูปคลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร

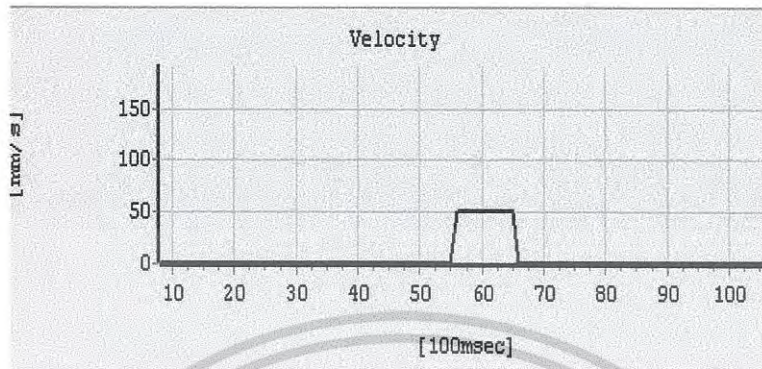
ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ 4.12 รูปคลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร.ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

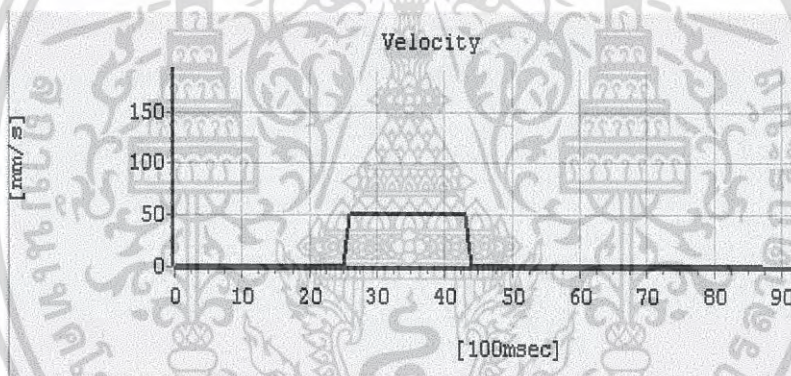
4.2.4 การทดสอบผ่านโปรแกรมไอเอไอโดยตรงของรูปคลื่นความเร็ว

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร



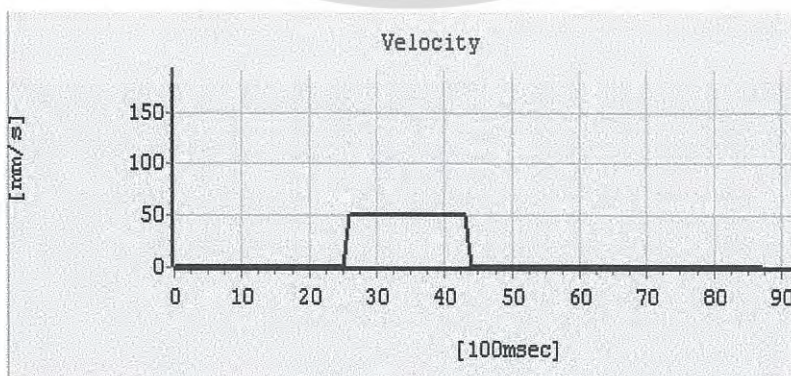
รูปที่ 4.13 รูปคลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.14 รูปคลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร

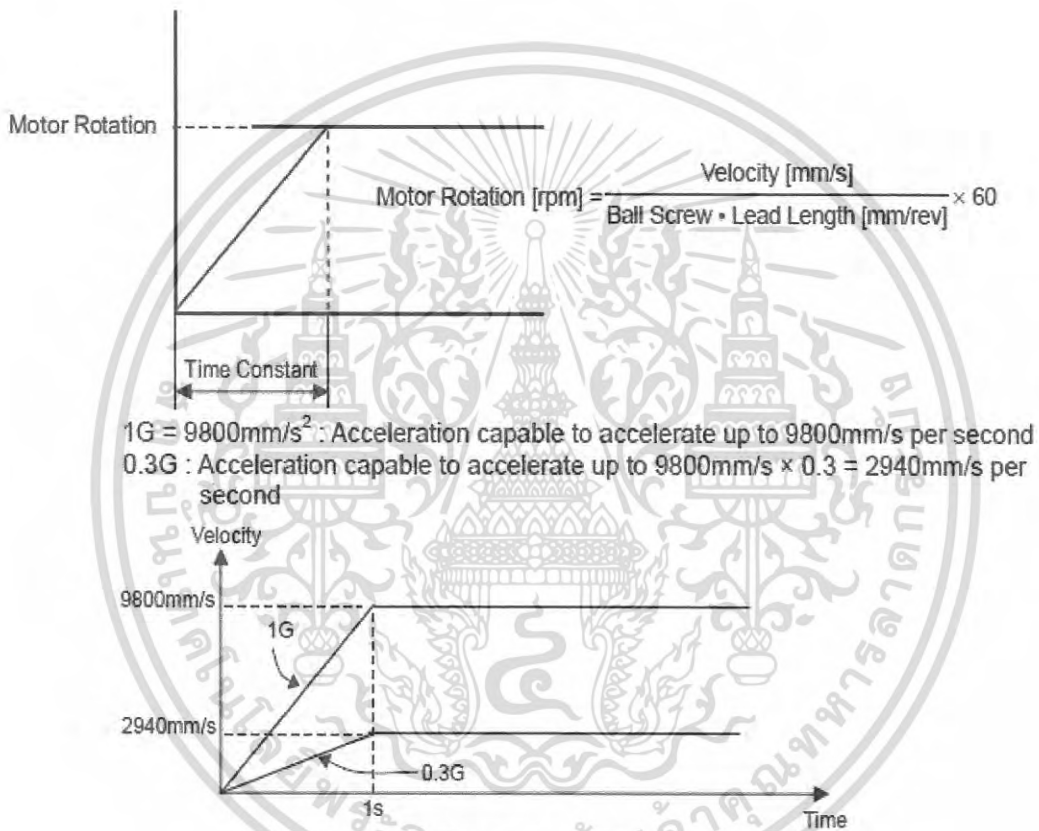
ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร.



รูปที่ 4.15 รูปคลื่นความเร็ว ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาความเร็วที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 0-150 มิลลิเมตร. เมื่อเคลื่อนที่ในระยะทางที่เท่ากัน เมื่อเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมไอเอไอ โดยตรง มีค่าความเร็วที่คงที่ที่ว่าการเคลื่อนที่ผ่านโทรศัพท์มือถือ เนื่องจากการเคลื่อนที่ผ่านโทรศัพท์มือถือ ยังมีถือว่ามีค่าการหน่วงของเวลาในการส่งข้อมูลอยู่บ้าง งานวิจัยนี้ เหมาะสำหรับการมอนิเตอร์ดูการทำงาน ไม่เหมาะสำหรับการเก็บผลการทดลอง เนื่องจากค่าจะเกิดความคลาดเคลื่อนของเวลาในการเคลื่อนที่ได้ ซึ่งกราฟตามการใช้งานของโรบอทไอเอไอ แสดงการเคลื่อนที่ของโรบอทดังแสดง ดังรูปที่ 4.16 (IAI ,2016 :150)

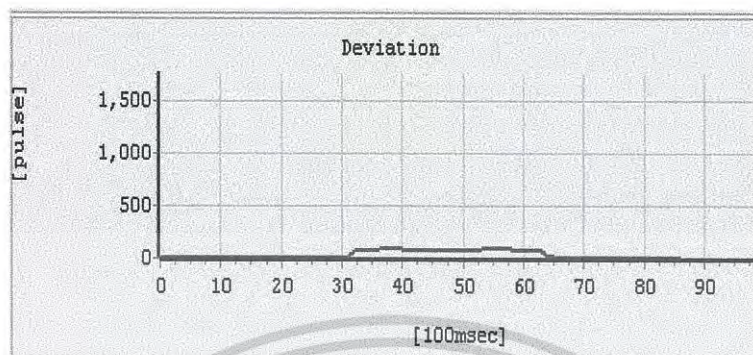


รูปที่ 4.16 Acceleration/deceleration settings of general positioning device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

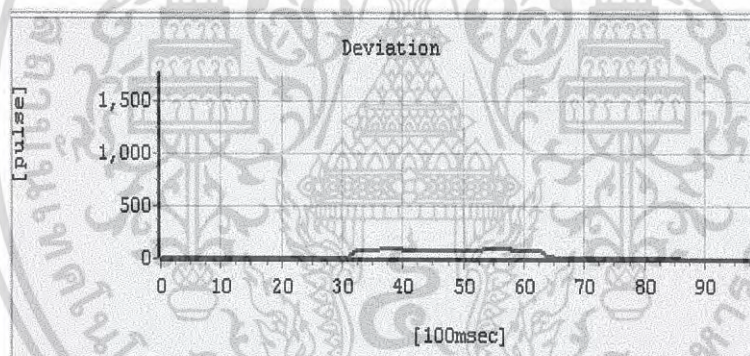
4.2.5 การทดสอบผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปของรูปคลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร



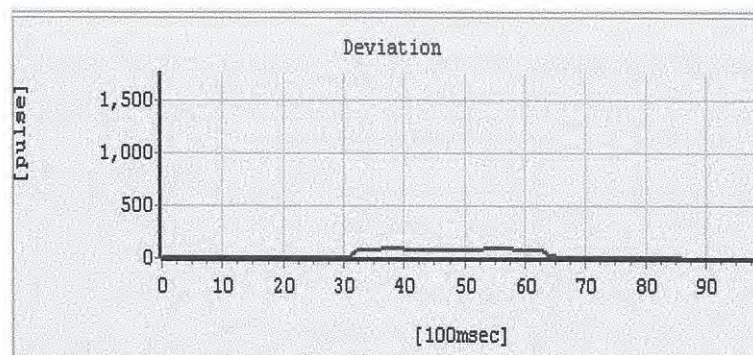
รูปที่ 4.17 รูปคลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.18 รูปคลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร.

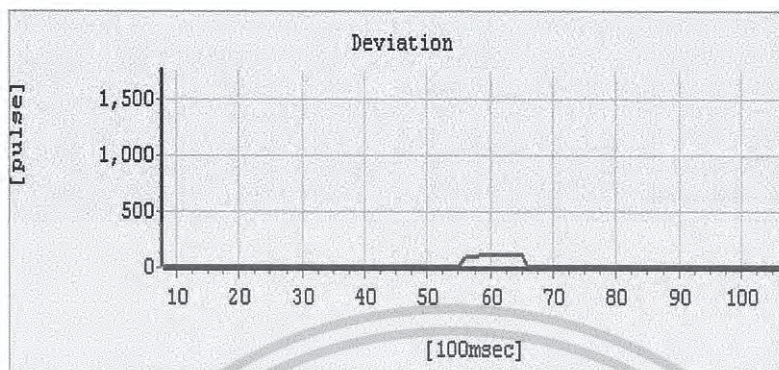


รูปที่ 4.19 รูปคลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

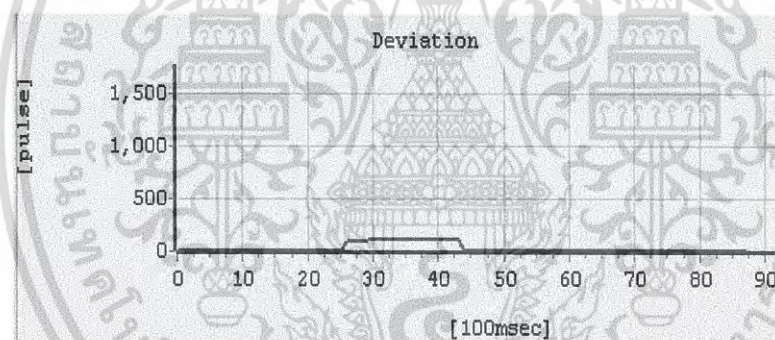
4.2.6 การทดสอบผ่านโปรแกรมไอเอไอโดยตรงของรูปการเบี่ยงเบนของพัลส์

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร



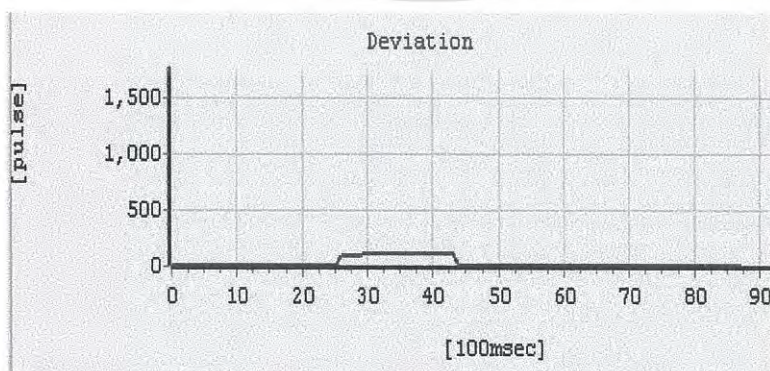
รูปที่ 4.20 รูปคลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ระยะทาง 0-50 มิลลิเมตร

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 50-100 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.21 รูปคลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ความเร็ว 50 mm/s

ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง,ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 100-150 มิลลิเมตร.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ 4.22 รูปคลื่นการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ความเร็ว 50 mm/s ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาการเบี่ยงเบนของพัลส์ ที่ความเร็วที่ 50 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราความเร่ง, ความหน่วง 0.3 G ที่ระยะทาง 0-150 มิลลิเมตร. เมื่อเคลื่อนที่ในระยะทางที่เท่ากัน ทั้งการทดลองด้วยโปรแกรมของไอเอไอโดยตรงการเบี่ยงเบนของพัลส์ จะมีค่าคงที่ไม่่ว่าจะเคลื่อนที่ไปตำแหน่งใดๆก็ตาม แต่เมื่อทดสอบกับโปรแกรมสำเร็จรูปค่าการเบี่ยงเบนของพัลส์จะมีลักษณะรูปคลื่นไม่คงที่ เนื่องจากสัญญาณที่ส่งให้กับชุดควบคุมคอนโทรลเลอร์ ไม่มีความเสถียร หรือ มีสัญญาณรบกวน ดังนั้นผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาในอนาคตอีกต่อไป เพื่อการใช้งานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยนี้ ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ การวิเคราะห์ทางทฤษฎีและการจำลองที่ได้นำเสนอเปรียบเทียบกับการทำงานของโรบอทไอเอไอ ที่ใช้งานจริง ที่ความเร็ว 50 มิลลิเมตร/วินาที ในระยะทาง 0-150 มิลลิเมตร พบว่าในการเคลื่อนที่ที่ความเร็วที่ 50 มิลลิเมตร/วินาที ในการเคลื่อนที่ผ่านชุดคอนโทรลเลอร์ไอเอไอ มีการเคลื่อนที่จะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู ที่อัตราความเร่งและความหน่วงคงที่ 0.3G จะได้ค่าความเร็วสูงสุดที่ 38.461 มิลลิเมตร/วินาที ซึ่งค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับความเร็ว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนที่ที่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นตัวสั่งการเคลื่อนที่ แต่ยังคงมีการหน่วงเวลามากกว่าการใช้คอนโทรลเลอร์ของไอเอไอโดยตรง

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มาใช้เป็นทางเลือกในการสั่งงานให้โรบอทไอเอไอได้เคลื่อนที่ตามที่ต้องการ แต่ในการออกแบบวงจรที่จะนำโรบอทไอเอไอ ไปใช้งานได้จริงนั้น ต้องพิจารณาถึงเวลาที่ใช้งานได้จริง และประเมินเวลาก่อนการทำงาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด ซึ่งยังมีประเด็นอื่นๆที่จะนำนวัตกรรมนี้ไปต่อยอดในงานวิจัยต่อไปได้ดังนี้

1. งานวิจัยนี้ได้ยังคงใช้คอนโทรลเลอร์ของไอเอไอโดยตรง และมีไมโครคอนโทรลเลอร์มาสั่งให้โรบอทเคลื่อนที่ ดังนั้นเพื่อให้งานมีความสมบูรณ์มากขึ้น จึงควรมีการคิดวงจรของคอนโทรลเลอร์ในอนาคตต่อไป
2. งานวิจัยนี้ สามารถนำไปต่อยอดในการเขียน Application mobile phone เพื่อพัฒนาให้สามารถใช้งานโรบอทได้หลากหลายวิธีมากขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายค่าซอฟต์แวร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] จตุชัย แพงจันทร์ และอนุชาต วุฒิพรพงษ์. 2546. **เจาะระบบ Network ฉบับสมบูรณ์.** นนทบุรี: ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์.
- [2] MODBUS.ORG, 2002. **MODBUS Over Serial Line Specification and Implementation Guide V1.0, 2002**
- [3] J.Kofman,X Wu,T.J.Luu, and S.verma, “Teleoperation of a robot manipulator using a vision-based human-robot interface,” IEEE Trans. on Industrial Electron.,Vol.52.,No. 5, 2005. pp. 1206-1219.
- [4] Biswas, J.; Veloso, M. “WiFi localization and navigation for autonomous indoor mobile robots” Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, , 2010, pp. 4379-4384
- [5] C. Lertsatitthanakom, R. Sarachitti, J. Hirunlabh, J. Khedari and H. Scherrer, “**Cooling performance of free convected thermoelectric air conditioner,**” Proceedings of the International Conference on Termoelectrics, 2001, pp. 453-457.
- [6] M. L. Wang, Numerical Control Principle & System. Beijing:China Machine Press, 2008.
- [7] W. Ai, L. Y. Liu, D. L. Zhang, etc, “**Servo system of permanentmagnet synchronous linear motor based on double-DSPs**”,Micromotors. vol. .39-3, pp. 63-67, 2006.
- [8] J. Lin, J. M. Zuo, M. L. Wang, “**Key technologies of linear motorapplied in high speed manufacturing**”, Moden Manufacturing Engineering. vol.(4). pp.114-118, 2004.
- [9] C. S. Li, S. M. Wang, “**Design of switching power supply based onDSP digital motor controlling system**”, Micromotors. vol. 43-4, pp.42-44, 63, 2010.
- [10] J. Lin, J. M. Zuo, K. Liu, etc, “**Design of digital linear servo systembased on DSP**”, Micromotors. vol. 41-6, pp. 84-86, 2008.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [10] J. Lin, J. M. Zuo, K. Liu, etc, “Design of digital linear servo system based on DSP”, Micromotors. vol. 41-6, pp. 84-86, 2008.
- [11] เฟอร์ดินานด์ พี. เปียร์, อี. รัสเซลด์ จอห์นสัน 2545 ,**กลศาสตร์ของวัสดุ**; แพลตและเรียบเรียงโดย รุ่งสุรีย์ ใจเขื่อนแก้ว
- [12] อภิสัทธีและคณะ 2553 ,**มอเตอร์**; กรุงเทพฯ
- [13] IAI Company, 2016. **PCON CB Controller** ,Manual Introduction, P 116-160
- [14] IAI Company, 2016. **RCP5-SA4C Actuator** ,Manual Introduction, P 20-35
- [15] SourceForge.net “MIT APP Inventor.” [Online].
Available : www.ai2.appinventor.mit.edu/login 2018
- [16] Jilin, China, 2011 International Conference on Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer, August 19-22, P 2607-2610.
- [17] วินัสพัพลาย “ARUDINO ESP8266.” [Online]. กรุงเทพฯ
Available : www.easyelec/arduino/esp8266.2018



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENETT12-ET-132

โปรแกรมสำเร็จรูปบนมือถือ สำหรับการเคลื่อนที่ของโรบอท Application of Mobile phone for moving the Robot

จิตารัตน์ เดชะผล^{1*} และอนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ²^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ถ.ฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

^{1*} E-mail: Momiko_aom@hotmail.com, โทรศัพท์: 0-2329-8330² E-mail: jkjanuwat@gmail.com, โทรศัพท์: 0-2329-8330

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอโปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ สำหรับการเคลื่อนที่ของโรบอทไอเอไอ ซึ่งพิจารณาโรบอทไอเอไอที่ใช้ชุดควบคุมสำเร็จรูป มาทำการประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์อื่นๆร่วมด้วย โดยพิจารณาโปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์เคลื่อนที่มาเป็นตัวทดสอบการเคลื่อนที่โดยผ่านชุดควบคุม ซึ่งได้ใช้ชุดควบคุมเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ มาใช้ในการส่งข้อมูลและรับข้อมูลผ่าน ไปยังโรบอทไอเอไอด้วยชุดควบคุมแบบพอร์ทอนุกรม จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งค่าตำแหน่งผ่านไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ ด้วยการส่งสัญญาณแบบบลูทูธ เพื่อกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่ของโรบอทไอเอไอไปยังคอนโทรลเลอร์ของไอเอไอ โดยโปรแกรมสำเร็จรูปได้ถูกพัฒนาโปรแกรมขึ้น เพื่อให้ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาของไมโครคอนโทรลเลอร์เอง เมื่อทำการทดสอบการเคลื่อนที่ของโรบอทไอเอไอ สามารถเคลื่อนที่ได้ตามตำแหน่งที่บันทึกค่าไว้ และเมื่อเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของโรบอทไอเอไอผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปของไอเอไอเอง ผลการทดลองพบว่าในการเคลื่อนที่ด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถส่งสัญญาณไปยังตำแหน่งได้

คำสำคัญ: โรบอทไอเอไอ, โปรแกรมสำเร็จรูป, โทรศัพท์เคลื่อนที่

Abstract

This paper presents the application of mobile phone for moving robot. The application of mobile phone are sending control data of the position is to control actuator with controller ,The controller is microcontroller receiving and sending control data via a serial port, When microcontroller receiving and sending to mobile phone by Bluetooth for moving robot IAI brand with the control IAI ,when test the application moving robot IAI can moving on the data fix and compare with that standard robot of IAI, The terminal signal which is far always can be achieved at the end.

Keywords: Robot IAI. Application of mobile phone, Mobile phone.

1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทย มีแนวโน้มที่จะเป็นอุตสาหกรรมที่เป็นแบบอัตโนมัติมากขึ้น โดยลดต้นทุนเรื่องเครื่องจักร ,บุคลากร , และเวลาในการทำงานให้น้อยลง แต่ยังคงมีประสิทธิภาพเทียบเท่า หรือ มากกว่าเดิม โดยเหตุผลนี้จึงทำให้วงการอุตสาหกรรม พยายามที่จะหาเครื่องมือ หรือ อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งานโดยคำนึงถึงปัจจัยข้างต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้ ได้นำเทคโนโลยีในปัจจุบันที่หลากหลายมาประยุกต์การใช้งาน โดยที่เทคโนโลยีต้อง

ตอบสนองต่อการใช้งาน และง่ายต่อผู้ใช้งานมากขึ้น และความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้งานนี้เอง จึงส่งผลให้เกิดเทคโนโลยีที่หลากหลายเพิ่มขึ้น ตลอดทั้งเทคโนโลยี หรือ โปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์มือถือได้มีผลต่อการใช้งานของบุคลากรมากขึ้น

การทำโปรแกรมสำเร็จรูปลงในโทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้ถูกนำมาใช้ในการทำงานของเครื่องจักรได้ด้วย ตัวอย่างเช่น เมื่อเครื่องจักรเกิดปัญหาแล้วให้แสดงผลแล้ว สามารถส่งผลไปที่มือถือได้อีกด้วย เพื่อทำให้บุคลากรนั้นๆ วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น



ได้ทันท่วงที จากปัญหาดังกล่าวนี้ งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะยกตัวอย่างของชุดควบคุมโรบอทไอเอไอ ที่ใช้งานในวงการอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของแกนโรบอทไอเอไอ ที่ยังคงควบคุมแบบมีสายเคเบิลอยู่ ให้สามารถส่งข้อมูล หรือ สามารถปรับแต่งและแก้ปัญหาเบื้องต้นได้ ในโรบอทไอเอไอ ที่นำมาพัฒนาสามารถเคลื่อนที่ได้ ช่วยลดปัญหาในการเดินสายไฟฟ้า ในกล่องควบคุมของระบบอินพุทและเอาท์พุท



รูปที่ 1 การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous

2. การติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม

การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม RS232 [1]-[2] เพราะการสื่อสารข้อมูลแบบนี้ เป็นที่นิยมใช้กันอย่างมากและ มีการใช้เชื่อมต่อ เพื่อสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย เช่นการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์, RFID, GPS, ข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสื่อสารอนุกรม แบบ Asynchronous

2.1 การสื่อสารแบบอนุกรมจะแบ่งเป็น 2 แบบ

การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous เป็นรูปแบบที่ใช้วิธีส่งข้อมูล โดยใช้สัญญาณ Clock มาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูล การส่งข้อมูลแบบนี้ เป็นการรับส่งที่ค่อนข้างมีคุณภาพ และส่งได้ด้วยความเร็วสูงมีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายระหว่างการส่งน้อย ตัวอย่างการส่งข้อมูลลักษณะนี้ เช่น I2C, I2S,SPI ข้อเสียของการส่งข้อมูลแบบนี้ คือ ต้องใช้สายสัญญาณมาก เพราะว่าต้องส่ง Clock ไปด้วย

การสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous เป็นการส่งข้อมูลที่ไม่ต้องใช้สัญญาณ Clock มาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูลแต่ ใช้วิธีกำหนด รูปแบบ Format การรับส่งข้อมูลขึ้นมาแทน และ อาศัยการกำหนดความเร็วของการรับ และ ส่งที่เท่ากันทั้งฝั่งรับและฝั่งส่ง ข้อดีของการใช้ Asynchronous คือสามารถสื่อสารแบบ Full Duplex รับ และ ส่งได้ในเวลาเดียวกัน แต่ Asynchronous มีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายขณะรับส่งข้อมูล หรือ รับส่งข้อมูลผิดพลาดได้มากกว่าแบบ Synchronous สรุปกล่าวคือ UART (Universal-Asynchronous Receiver Transmitter) หมายถึง รูปแบบการส่งข้อมูลที่ถูกกำหนดขึ้น มาเพื่อใช้รับส่งข้อมูลแบบ Asynchronous สำหรับการนำสัญญาณการเชื่อมต่อข้อมูลมาใช้ในการทดลอง จะใช้มาตรฐานของ

RS232 (Recommended Standard 232) คือ มาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ Serial ใช้เพื่อเพิ่มระยะทางในการส่งข้อมูลแบบ Serial ให้สามารถส่งได้ระยะทางที่มากขึ้น โดยมีการเปลี่ยนระดับแรงดัน ของ Logic จากเดิมที่จะอยู่



รูปที่ 2 การสื่อสารอนุกรมแบบAsynchronous

การสื่อสารข้อมูล จำเป็นต้องมีการสื่อ และเชื่อมต่อ และที่ขาดไม่ได้เช่นกันนั้น คือภาษาที่ใช้งานการสื่อสาร หรือทางเทคนิคเรียกว่า โพรโตคอล (Protocol) โพรโตคอล Modbus โพรโตคอลที่ถูกพัฒนาโดยบริษัทผู้ผลิต PLC (Programmable Logic Controller) ชื่อบริษัท Modicon ของบริษัทสหรัฐอเมริกา ซึ่งปัจจุบันได้ถูกควบคุมรวมกิจการเป็นส่วนหนึ่งของบริษัท Schneider Electric โพรโตคอล Modbus เป็นโพรโตคอลที่มีโครงสร้างค่อนข้างง่าย และอ้างอิงถึง OSI เพียงไม่กี่ชั้น ดังนั้นมันจึงเป็นที่นิยม โดยเฉพาะในอุปกรณ์ประเภท PLC และดิจิตอลมิเตอร์ รวมทั้งระบบที่ต้องการความเร็วสูงในการตอบสนองเช่น โรงผลิตไฟฟ้า เป็นต้น

Layer	Protocol Name	Protocol
7	Application	MODBUS Application Protocol
6	Presentation	Empty
5	Session	Empty
4	Transport	Empty
3	Network	Empty
2	Data Link	MODBUS Serial Line Protocol
1	Physical	EIA/TIA-485 (or EIA/TIA-485)



รูปที่ 3 การอ้างอิงของ Modbus บนโมเดล OSI

2.2 การนำมอสบัสโพรโตคอลมาใช้งาน

ในการเชื่อมต่อการใช้งานกับชุดคอลโทรลเลอร์ของไอเอไอ จำเป็นที่ต้องนำโพรโตคอลของคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์การใช้งาน โดยเขียนชุดคำสั่งของมอสบัสโพรโตคอลจะเป็นแบบกล่องข้อความ หรือ การสื่อสารข้อมูลแบบ Synchronous โดยกล่องข้อความจะถูกส่งในรูปแบบ Query message และเมื่อทำการเขียนกล่องข้อมูลถูกส่งไปอย่างถูกต้อง จะมีResponse message ส่งกลับมาเพื่อยืนยันว่าการส่งและรับข้อมูลอย่างสมบูรณ์

รูปที่ 4 รูปแบบ Modbus ในการใช้งานบนคอมพิวเตอร์

Field (H)	Number of Characters	ASCII mode character string (fixed)
Header	1	:
Slave address	2	Axis number+1
Function code	2	05
Start Address	4	0427
New Data	4	FF00,0000
LRC	2	Calculation
Trailer	2	CR, CF
Total bytes	17	

2.3 การนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งาน

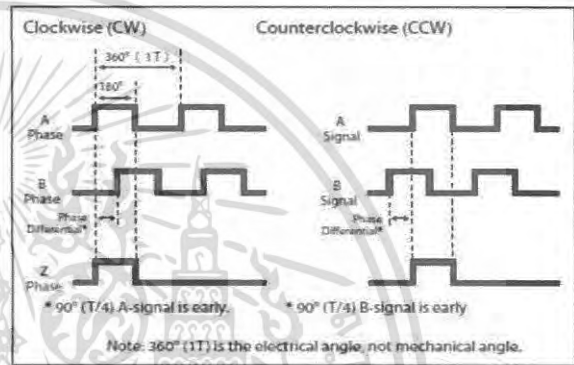
ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือ เพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม(Arduino Shield) ประเภทต่างๆ (ดูตัวอย่างรูปที่ 2) เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

```
#define L 12
char test ; //
void setup()
{
// Open serial communications and wait for port to open:
Serial.begin(9600);
pinMode(R, OUTPUT); //
pinMode(L, OUTPUT);
}
void loop() // run over and over
{
if (Serial.available()) //
test = Serial.read();
else if (test == '1') //
{
digitalWrite(R, HIGH);
digitalWrite(L, LOW);
else if (test == '2')
{
digitalWrite(L, HIGH);
digitalWrite(R, LOW);
}
else if (test == '3')
{
digitalWrite(L, LOW);
digitalWrite(R, LOW);
}
}
```

รูปที่ 5 ตัวอย่างโค้ด ที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

2.4 การควบคุมการเคลื่อนที่ของโรบอทไอเอไอ

โรบอทไอเอไอเป็นสเต็ปมอเตอร์แบบ 24 โวลท์ โดยเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกาด้วยเฟสเอ ในการเคลื่อนที่ของโรบอทไอเอไอนี้ อาศัยความแตกต่างของเฟสเอ และเฟสบี [3]-[5] เมื่อหมุนทวนเข็มนาฬิกาสัญญาณจากเฟสเอ มีผลโดยตรงกับเฟสบี



รูปที่ 6 ทิศทางการหมุนของโรบอทไอเอไอ

ในส่วนของการคำนวณค่าตำแหน่งของการเคลื่อนที่โรบอทไอเอไอสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้ง รูปสี่เหลี่ยมคางหมู และสามเหลี่ยมนั้น สามารถเช็คสมการที่ (1) และสมการที่ (2) ได้จากการคำนวณค่าของ Moment Pattern.

Peak velocity (Vmax)

$$\text{Peak velocity} = \sqrt{\text{Motion distance (Smm)} \times \text{Set acceleration}}$$

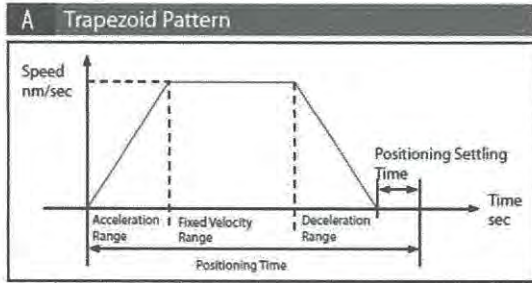
$$= \sqrt{5\text{mm} \times 9,800\text{mm/sec}^2 \times \text{Acceleration setting (G)}} \quad (1)$$

Positioning Time (T)

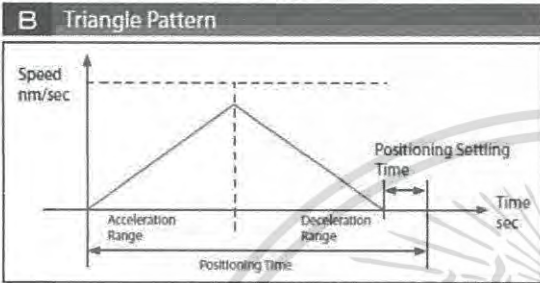
$$\text{Positioning (A)} = \frac{\text{Distance (mm)}}{\text{Speed (mm/sec)}} + \frac{\text{Speed (mm/sec)}}{\text{Accel. (mm/sec}^2)} + \frac{\text{Positioning}}{\text{Settling Time}}$$

$$\text{Positioning (B)} = 2 \sqrt{\frac{\text{Distance (mm)}}{\text{Accel. (mm/sec}^2)}} + \frac{\text{Positioning}}{\text{Settling Time}} \quad (2)$$

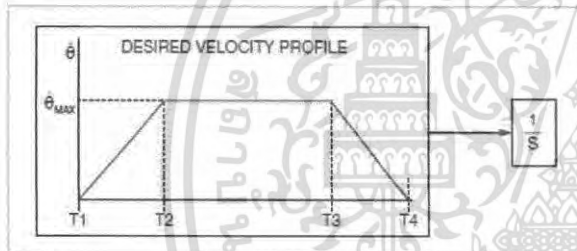
Speed < Attained Speed = Platform Shape Pattern
Speed > Attained Speed = Triangle Pattern



รูปที่ 7 รูปสามเหลี่ยมคางหมูของเคลื่อนที่เวลาเทียบกับความเร็ว



รูปที่ 8 รูปสามเหลี่ยมของเคลื่อนที่เวลาเทียบกับความเร็ว



รูปที่ 9 รูปสามเหลี่ยมคางหมูในการคำนวณหาพื้นที่ของความเร็วที่ต้องการ

สำหรับความละเอียดของระยะ Pitch ที่ใช้งานของโรบอทไอเอไอนี้ ได้ใช้มาตรฐานของ ซี10 ซึ่งเป็นมาตรฐานของหน่วยในการวัดของการวัด ค่าความละเอียดของมาตรฐาน ซี10 ได้มีค่าของความผิดพลาดอยู่ที่ +0.21 มม. ทุกๆ 300 มม. เมื่อวัดจากความยาว โดยทั่วไปแล้ว ระยะ Pitch ของสกรูมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ในทิศทางบวก หรือ ทิศทางลบ ตัวอย่างเช่น เมื่อเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่ 300 มม. หลังจากทำการ Home โรบอทไอเอไอแล้ว โรบอทไอเอไอจะยอมรับค่าที่ประมาณ 300 + 0.21 มม. และอ้างอิงทฤษฎีของ JIS6201 ถ้าอยู่ที่ตำแหน่งที่ 300 +0.21 มม. ค่าของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจะอยู่ที่ +0.02 มม. ซึ่งเป็น ค่ามาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดโดยทั่วไปในส่วนของการหาความเร็วของโรบอทไอเอไอ ได้อ้างอิงดังสมการที่ (3) และสมการที่ (4)

$$\theta_D = \int_{T1}^{T2} \frac{\theta_{MAX} * t}{(T1 - T2)} dt + \int_{T2}^{T3} \theta_{MAX} dt + \int_{T3}^{T4} \frac{\theta_{MAX} * t}{(T4 - T3)} dt \quad (3)$$

$$\theta = \frac{\theta_{MAX} * t}{(T2 - T1)} t \quad (4)$$

$$t = T1 \rightarrow T2$$

$$\theta = \frac{\theta_{MAX}}{(T4 - T3)} t \quad (5)$$

$$t = T3 \rightarrow T4$$

ในการคำนวณต่อไป คำนึงถึงค่าของ θ ทุกการสุ่มหา ค่าขนาดของระยะทางต้องกำหนดเป็นตัวเลข เพื่อหาค่าของสมการที่ (4) (5) ได้

ในส่วนของพื้นที่ของ T3, T4 โดยคำนวณพื้นที่ใต้กราฟ โดยเปลี่ยนพื้นที่เป็นสามเหลี่ยม และทำการอินทิเกรตพื้นที่สามเหลี่ยม ดังสมการที่ (6) (7) (8)

$$\theta_i = \frac{\theta_{MAX}}{2(T2 - T1)} * t^2, (t = iT, i = 0..(T2 - T1)) \quad (6)$$

$$\theta_i = \theta_{MAX} * (t - T2), (t = iT, i = 0..(T3 - T2)) \quad (7)$$

$$\theta_i = \left[\frac{(T4 - T3)\theta_{MAX}}{2} - \frac{\theta_{MAX}}{2(T4 - T3)} * (T4 - T3 - t)^2 \right] ; (t = iT, i = 0..(T4 - T3)) \quad (8)$$

(θ) = ความเร็วสูงสุด (mm/s.)

T1 คือ เวลาในความเร่งของขาขึ้น

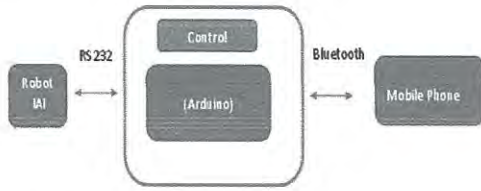
T2 คือ เวลาในความเร่งของขาขึ้น ณ ถึงความเร็วคงที่

T3 คือ เวลาในความหน่วงของขาลง

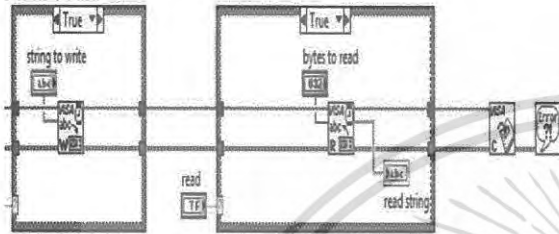
T4 คือ เวลาจุด ณ จุดโรบอทหยุด

3. วงจรและแนวคิดในการออกแบบ

ในการออกแบบการใช้งานของโปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้ถูกแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย โปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ชุดควบคุม และโรบอทไอเอไอ ในส่วนโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนามาใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาให้สามารถส่งข้อมูลและรับข้อมูลผ่านการส่งแบบบลูทูธ ในส่วนที่สองชุดควบคุม ชุดควบคุมนี้ จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังชุดควบคุมไอเอไอ ส่วนที่สามโรบอทไอเอไอ จะมีคอนโทรลเลอร์ไอเอไอเป็นตัวรับข้อมูลและส่งข้อมูล จากที่ชุดควบคุมส่งข้อมูลไปยังโรบอทเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของไอเอไอไปตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 10 และรูปที่ 11



รูปที่ 10 รูปโคะแกรมแนวคิดในการออกแบบ



รูปที่ 11 รูปการเชื่อมต่อโรบอทไอเอไอกับโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ

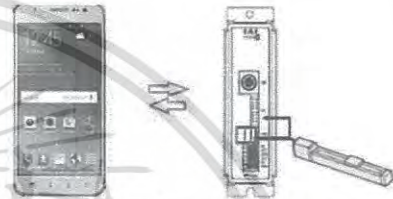
ในส่วนนี้จะอธิบายขยายความของการทำงานของโปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่หนึ่ง โปรแกรมสำเร็จรูปบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ส่งและรับข้อมูลไปยังชุดควบคุม จะส่งข้อมูลและรับข้อมูลโดยผ่านสัญญาณแบบบลูทูธ และใช้มือถือที่เป็นแบบ Android โดยใช้โปรแกรม App Inverter ในการออกแบบหน้าจอของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เหมาะสมกับการเคลื่อนที่ของตำแหน่งของไอเอไอโรบอท โดยการเขียนโปรแกรมและทำการเปลี่ยนโปรแกรมที่เขียนให้อยู่ในรูปของ QR Code เมื่อได้ QR Code แล้ว โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ต้องติดตั้งโปรแกรม Scan QR Code จาก Application ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถดาวน์โหลดได้จาก Free Application ชื่อ QR Code Reader เพื่อที่จะ Scan QR Code ที่ได้แปลงโปรแกรมจาก App inverter ที่อยู่ในรูป QR Code ลงโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อทำการลงโปรแกรม App Inverter ที่อยู่ในรูปของ QR Code แล้ว ก็ทำการลงโปรแกรมในโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อที่จะใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์แบบบลูทูธ ต่อไป ดังรูปที่ 14

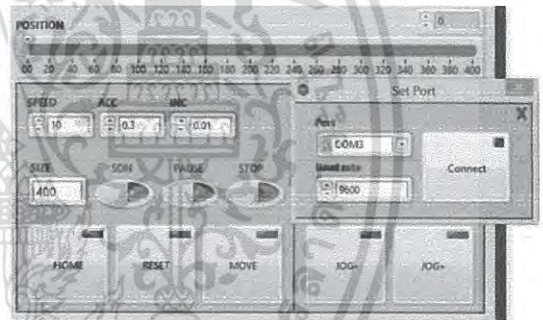
ส่วนที่สอง ชุดควบคุม ในชุดควบคุมประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Ardurino ที่ทำหน้าที่เสมือนชุดควบคุมระหว่างฝั่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่รับสัญญาณแบบบลูทูธ โดยเมื่อได้รับสัญญาณจากโทรศัพท์มือถือ ในส่วนการเคลื่อนที่ที่ต้องการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งใด ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะส่ง

เอาท์พุตไปยังคอนโทรลเลอร์ไอเอไอ ผ่านการส่งแบบพอร์ทอนุกรม

ส่วนที่สาม โรบอทไอเอไอ จะมีคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของโรบอทว่าต้องการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งใด โดยปกติคอนโทรลเลอร์ไอเอไอ จะสามารถรับข้อมูลได้แบบไอโอ และแบบพอร์ทอนุกรม ในส่วนนี้เลือกเป็นแบบพอร์ทอนุกรม จึงทำการเขียนโปรแกรมสำเร็จรูปใน Labview เกี่ยวกับการส่งสัญญาณผ่านพอร์ทอนุกรม โดยใช้โปรโตคอลมอสบัสของคอนโทรลเลอร์ไอเอไอ มาทำการเขียน Labview ในการระบุตำแหน่งที่ 1 และ 2 และแปลง Labview ให้อยู่ในรูปของโค้ดของไมโครคอนโทรลเลอร์ Ardurino ดังรูปที่ 12 และรูปที่ 13

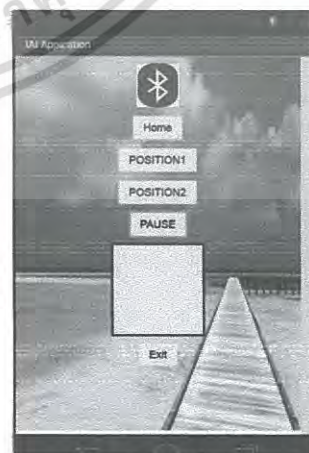


รูปที่ 12 รูปแบบการเชื่อมต่อข้อมูลของตัวส่งและตัวรับ



รูปที่ 13 รูปแบบของโปรแกรม Labview เชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ไอเอไอ

รูปที่ 14 โปรแกรมใน



โทรศัพท์เคลื่อนที่

รูปแบบการใช้งานใน

3.2 การวิเคราะห์หาสมการหาค่าความละเอียด

การวิเคราะห์หาค่าความละเอียดของระยะ Pitch และ ความเร็วสามารถกระทำได้นี้ ที่ Lead screw มีความละเอียดที่ 1.8 องศา และระยะ Pitch 6 mm. เมื่อโรบอทหมุนหนึ่งรอบ $360/1.8 = \text{Pulse } 200$ ลูกต่อ 1 รอบของโรบอท ระยะ Pitch 6 mm. / Pulse 200 ลูก = 0.33 mm/pulse โรบอทไอเอไอเคลื่อนที่ 100 mm. $100/0.33 = 333.34$ pulse $333.34/0.03 = 100.01$ หรือเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ + 0.01 mm. ตามสเปคของแคตตาล็อกไอเอไอ

ในการหาค่าตำแหน่งการเคลื่อนที่ของโรบอทไอเอไอ ที่ความเร็ว 100 mm/s. จะได้รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

Peak velocity (Vmax)

$$\text{Peak velocity} = \sqrt{\text{Motion distance (Smm)} \times \text{Set acceleration}}$$

$$= \sqrt{100\text{mm} \times 9,800\text{mm/sec}^2 \times 0.3 \text{ (G)}}$$

แสดงว่า

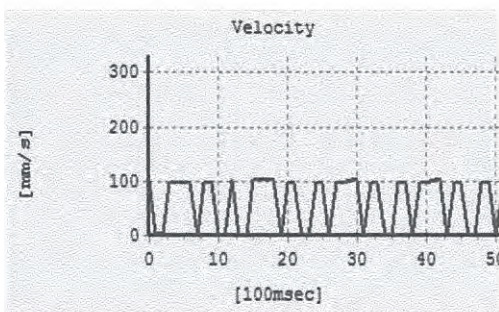
Speed < Attained Speed = Platform Shape Pattern ที่ความเร็ว 100 mm/s. อัตราเร่งและความหน่วงที่ 0.3 G.

$$\theta_d = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\theta_{MAX} * t}{(T1 - T2)} dt + \int_{T_2}^{T_3} \theta_{MAX} dt + \int_{T_3}^{T_4} \frac{\theta_{MAX} * t}{(T4 - T3)} dt$$

$$= 95.6 \text{ มิลลิเมตร/วินาที}$$

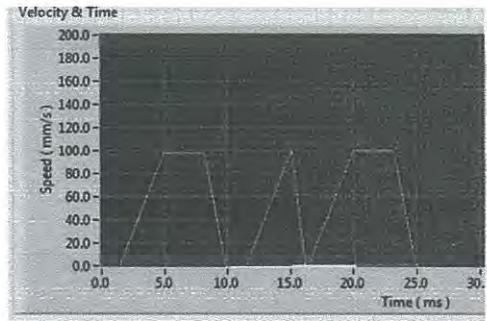
4. ผลการจำลองและผลการทดลองจริง

วงจรที่ได้ทำการนำเสนอได้ออกจำลอง และสร้างจากการทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ การใช้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตำแหน่งที่ 1 (θ) = 50 มิลลิเมตร, 100 มิลลิเมตร, ความเร่ง (T1) = 0.3 G, ความหน่วง (T2) = 0.3 G เพื่อที่จะพิสูจน์แนวคิดที่ได้นำเสนอวงจรดังกล่าว ได้นำมาจำลองการทำงานโดยโปรแกรม Labview/Simulink เป็นตัวแสดงผลเมื่อทำการเคลื่อนที่โรบอทไอเอไอซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

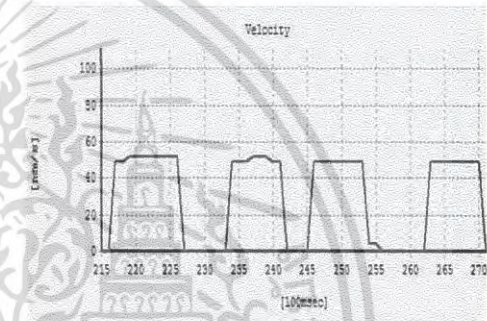


รูปที่ 15 การทดลองกับโปรแกรมของโรบอทไอเอไอ

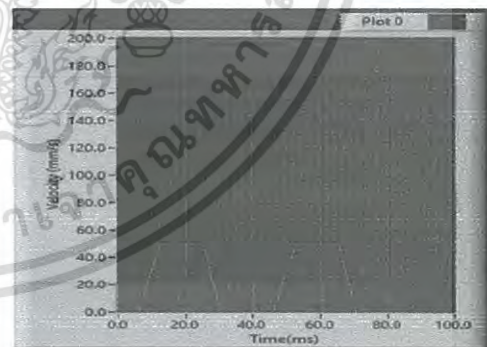
ในเคลื่อนที่ ที่ความเร็ว 100 mm/s. ที่ตำแหน่งที่ 1



รูปที่ 16 การทดลองกับการใช้โปรแกรม Labview ในเคลื่อนที่ ที่ความเร็ว 100 mm/s. ที่ตำแหน่งที่ 2



รูปที่ 17 การทดลองกับโปรแกรมของโรบอทไอเอไอ ในเคลื่อนที่ ที่ความเร็ว 50 mm/s. ที่ตำแหน่งที่ 2



รูปที่ 18 การทดลองกับการใช้โปรแกรม Labview ในเคลื่อนที่ ที่ความเร็ว 50 mm/s. ที่ตำแหน่งที่ 2

5. บทสรุป

จากงานวิจัยนี้ ได้นำเสนอโปรแกรมสำเร็จรูปบน โทรศัพท์เคลื่อนที่ การวิเคราะห์ทางทฤษฎีและการจำลองที่ได้ นำเสนอเปรียบเทียบกับการทำงานของโรบอทไอเอไอ ที่ใช้งาน

จริง ที่ความเร็ว 100 มิลลิเมตร/วินาที และ ความเร็ว 50 มิลลิเมตร/วินาที พบว่าในการเคลื่อนที่ที่ความเร็วที่ 100 มิลลิเมตร/วินาที ในการเคลื่อนที่ผ่านชุดคอนโทรลเลอร์ไอเอไอ มีการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู ที่อัตราความเร่งและความหน่วงคงที่ 0.3G จะได้ค่าความเร็วสูงสุดที่ 95.60 มิลลิเมตร/วินาที ซึ่งค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับความเร็ว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนที่โดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นตัวส่งการเคลื่อนที่แต่ยังคงมีการหน่วงเวลามากกว่าการใช้คอนโทรลเลอร์ของไอเอไอโดยตรง

เอกสารอ้างอิง

- [1] จตุชัย แพงจันทร์ และอนุโชต วุฒิพรพงษ์. เจาะระบบ Network ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี: โอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์. 2546.
- [2] MODBUS.ORG, MODBUS Over Serial Line Specification and Implementation Guide V1.0, 2002
- [3] J.Kofman, X Wu, T.J.Luu, and S.verma, "Teleoperation of a robot manipulator using a vision-based human-robot interface," IEEE Trans. on Industrial Electron., Vol.52., No. 5, 2005. pp. 1206-1219.
- [4] Biswas, J.; Veloso, M. "WiFi localization and navigation for autonomous indoor mobile robots" Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, , 2010, pp. 4379-4384
- [5] C. Lertsatitthanakorn, R. Sarachitti, J. Hirunlabh, J. Khedari and H. Scherrer, "Cooling performance of free convected thermoelectric air conditioner," Proceedings of the International Conference on Thermoelectrics, 2001, pp. 453-457.












ภาคผนวก ข

ข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้งานในวงจร

- | | |
|--|-------|
| 1. Node MCU | 1 ตัว |
| 2. Arduino Mega | 1 ตัว |
| 3. Lifter Shifter | 1 ตัว |
| 4. ไรบอทไอเอไอ RCP5-SA4C-WA-42P-10-150-P3-P1 | 1 ตัว |
| 5. คอนโทรลเลอร์ PCON-CB-42PWAI-NP-2-0 | 1 ตัว |
| 6. โทรศัพท์มือถือ | 1 ตัว |
| 7. แหล่งจ่ายไฟ AC220V 5A | 1 ตัว |

ลำดับที่	ชื่อ	รูปภาพ
1	Node MCU ESP8266	
2	Arduino Mega 8260	
3	Lifter Shifter	
4	ไรบอทไอเอไอ RCP5-SA4C-WA-42P-10-150-P3-P	
5	คอนโทรลเลอร์ PCON-CB-42PWAI-NP-2-0	
6	โทรศัพท์มือถือ	
7	แหล่งจ่ายไฟ AC220V Input24VDC, 5A	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาติเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Arduino ESP8266

```

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <WiFiClient.h>

#include <ESP8266WebServer.h>

#include <Wire.h>

#include <SoftwareSerial.h>

const char* ssid = "3BB"; //กำหนด SSID //

const char* password = "035336070"; //กำหนด password WiFiServer server(80)

WiFiServer server(80); //กำหนดใช้งาน TCP Server ที่ Port 80 //

String data="";

//--05--//

String A=":01050427FF00D01310";//Enable

String 1N=":01050403FF00F41310";//Servo on coil

String 1F=":010504030000F31310";//Servo off coil

String 13N=":0105040B0000EB1310";//Home off coil

String 1N=":0105040B0000EC1310";//Home On coil

//--06--//

String 2N=":01068000001601310" ;//Pos1

String 3N=":010698000001611310" ;//Pos2

String 4N=":0106980000016B1310" ;//Pos3

String 5N=":0106042CFF001310" ;//Pause

//--03--//

String 6N=":0103042CFF001310" ;//All Distance

```

```

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  while(!Serial){} ;
}

Serial.println();

Serial.print("Connecting to ");
Serial.println(ssid);
WiFi.begin(ssid, password); // เชื่อมต่อกับ AP
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
  delay(500);
  Serial.print(".");
  for (char ch = ' '; ch <= 'z'; ch++) {
    swSer.write(ch);
  }
  swSer.println("");
}

}

}

Serial.println("");

Serial.println("WiFi connected");

server.begin(); //เริ่มใช้งาน TCP Server

//Serial.println("Server started");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop()
{

    WiFiClient client = server.available();

    if (!client) {return;}

    while(!client.available())

    {delay(1);8}

    String req = client.readStringUntil('\r'); // put your main code here, to run
repeatedly:

//----Output----//
if(req.indexOf("/A") != -1){Serial.println("Connect OK");delay(1000); } //Enable modbus
if(req.indexOf("/1N") != -1){Serial.println("Servo on");} //Servo on
if(req.indexOf("/1F") != -1){Serial.println("Servo off");} //Servo off
if(req.indexOf("/13N") != -1){Serial.println("Connect OK");delay(1000); } //Enable
modbus
if(req.indexOf("/1N") != -1){Serial.println("Servo on");} //Servo on
if(req.indexOf("/2N") != -1){Serial.println("Servo off");} //Servo off

//--- Input---//

if(Serial.available(> 0){String = Serial.read();}

```

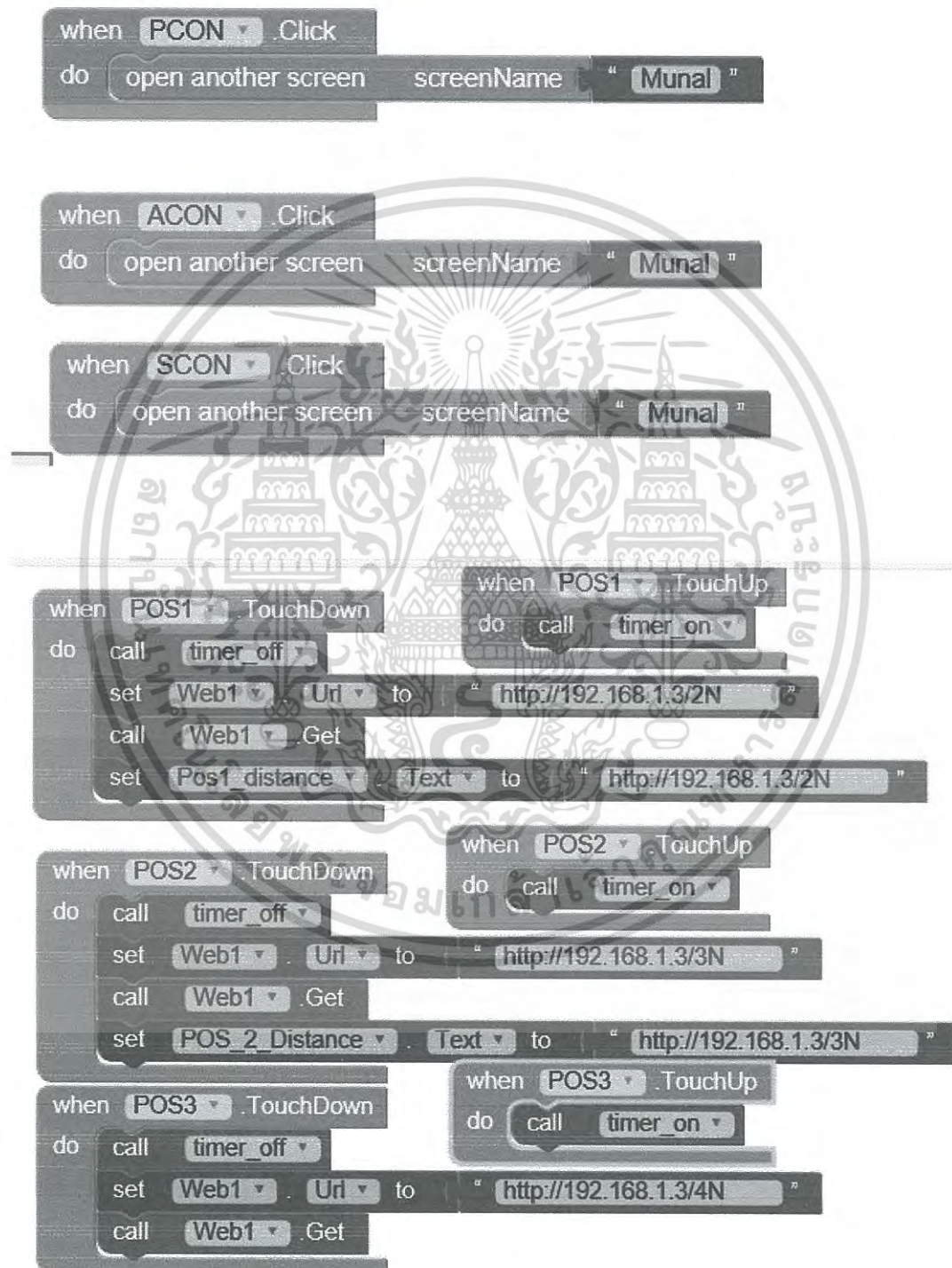
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
String web = "HTTP/1.1 200 OK\r\nContent-Type: text/html\r\n\r\n";
    web += "<html>\r\n";
    web += "<head>"+data+"\r\n";
    web += "</head>\r\n";
    web += "<meta http-equiv=\"refresh\" content=\"1\">";
    client.print(web);
    client.flush();
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม App inventor โปรแกรมสำหรับสร้าง Application Android สำหรับควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

to timer_off
do set Clock1.TimerEnabled to false

to timer on
do set Clock1.TimerEnabled to true

when Clock1.Timer
do set Web1.Url to "http://192.168.1.3/A"
call Web1.Get

when Enable.TouchDown
do call timer_off
set Web1.Url to "http://192.168.1.3/A"
call Web1.Get

when Enable.TouchUp
do call timer on

when SERVO_ON.TouchDown
do call timer_off
set Web1.Url to "http://192.168.1.3/1N"
call Web1.Get

when SERVO_ON.TouchUp
do call timer on

when SERVO_OFF.TouchDown
do call timer_off
set Web1.Url to "http://192.168.1.3/1F"
call Web1.Get

when SERVO_OFF.TouchUp
do call timer on
  
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้ทำวิจัย

ชื่อ นามสกุล	ธิดารัตน์ เดชะผล
วัน เดือน ปี เกิด	22 มีนาคม 2526
ที่อยู่	38 ม. 11 อ.พรานกระต่าย จ.กำแพงเพชร 62110
ประวัติการศึกษา	

2547 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเทคนิคคอมพิวเตอร์ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ เชียงใหม่

2549 สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2556 กำลังศึกษาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้