

ระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติ

Smart Door Lock System



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
พ.ศ. 2563
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติ

Smart Door Lock System

มัชฌิมา จิตตรีพล

Machchima Jittreephol

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร
บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา พ.ศ. 2563 นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

เรื่อง ระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ นางสาวมัชฌิมา จิตตรีพล รหัสประจำตัว 60010830

ปริญญาานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติ
นักศึกษา	นางสาวมัชฌิมา จิตตรีพล รหัสประจำตัว 60010830
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.วีระ เพ็งจันทร์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้เป็นการศึกษา และออกแบบระบบเปิดปิดประตูบ้านอัตโนมัติ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบ IoT ที่เกี่ยวกับ Smart Home และเพื่อทำการออกแบบระบบเปิดปิดประตูผ่านทางไกล โดยใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และควบคุมผ่านโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อมีคนมากดกริ่งที่ประตูบ้านจะทำการแจ้งเตือนไปที่โทรศัพท์ของผู้ใช้งาน ซึ่งในระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ ส่วนแรกของวิดีโอสตรีมมิ่งที่ใช้บอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker ที่มีกล้อง OV2640 ใช้ในการแสดงวิดีโอสตรีมให้ผู้ใช้งานเห็นว่าคนที่มากดกริ่งเป็นใคร และส่วนที่สอง คือ ส่วนของการสื่อสาร และการเปิดปิดประตูที่ใช้บอร์ด ESP32 ซึ่งผู้กดกริ่งสามารถสื่อสารผ่านทางจอ LCD และคีย์แพด โดยให้กดเบอร์โทรศัพท์แล้วจะถูกส่งไปที่โทรศัพท์ของผู้ใช้งาน และแสดงเบอร์โทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อผู้ใช้งานโทรหาคนที่มากดกริ่งเสร็จแล้วสามารถเปิดปิดประตูบ้านผ่านโทรศัพท์ให้กับคนที่มากดกริ่งได้ ซึ่งใช้เซอร์โวมอเตอร์ในการควบคุมการเปิดปิดประตูบ้าน รวมทั้งสามารถที่จะปิดระบบการทำงานได้โดยการกดปุ่มบนแอปพลิเคชัน Blynk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title	Smart Door Lock System
Student	Miss Machchima Jittreephol Student ID 60010830
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronic Engineering
Year	2020
Thesis Advisor	Asst.Prof. Dr. Weera Pengchan

ABSTRACT

This thesis is a study and design an automatic door opening and closing system that has the purpose to study the IoT system related to smart home and to design a control door opening and closing system using the internet network by control through the phone on the Blynk app. When person presses the doorbell will notify the user's phone. The system is divided into two parts: The first part is video streaming using the ESP32-CAM AI-Thinker board with OV2640 camera is used to display the video stream to the users that the doorbell is who. And the second part is the communication and the opening and closing of the door using the ESP32 board, which the person pressing the doorbell can communicate via the LCD display and keypad by pressing the phone number which will be sent to the user's phone and display the phone number on the Blynk application. When the user has finished calling the person who has pressed the doorbell, the user can open and close the door via phone which uses a servo motor to control the opening and closing of the door. In addition, able to shut down the system by pressing a button on the Blynk application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไข
ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่งจากผศ.ดร.วีระ เพ็งจันทร์ และคณะอาจารย์จากภาควิชา
วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ผู้จัดทำกราบขอบพระคุณด้วยเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณนายกำภูจ์ ต้นสุวรรณ นายเศรษฐพงศ์ เฟื่องแก้ว นายอรรถวัฒน์ ธนินสิริพิทยา
และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษา รวมทั้งกำลังใจที่ดี จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณบิดา และมารดาที่ช่วยเหลือสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจ และกำลังทรัพย์ด้วยดีตลอดมา
คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากรายงานการศึกษาความเรียงชั้นสูงฉบับนี้ ผู้เขียนขอมอบเป็นกตัญญูแก่แต่
บิดามารดา และบูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกท่าน

มัชฌิมา จิตตรีพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อ.....	5
ABSTRACT.....	6
กิตติกรรมประกาศ.....	7
สารบัญ.....	8
สารบัญตาราง.....	14
สารบัญรูปภาพ.....	15
บทที่ 1 บทนำ.....	21
1.1 ที่มา และความสำคัญ.....	21
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	22
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	22
1.3.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา.....	22
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	23
บทที่ 2 หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	24
2.1 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet).....	24
2.1.1 ความหมายของอินเทอร์เน็ต.....	26
2.1.2 ความเป็นมาของอินเทอร์เน็ต.....	26
2.1.3 องค์ประกอบ และการทำงานของอินเทอร์เน็ต.....	28
2.1.4 อุปกรณ์เครือข่าย และเทคโนโลยีบนอินเทอร์เน็ต.....	29
2.1.5 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต.....	31
2.1.6 เว็บเบราว์เซอร์.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1.7 โดเมนเนม DNS และ DNS Server	32
2.1.8 ยูอาร์แอล	34
2.1.8.1 ส่วนประกอบของยูอาร์แอล	34
2.2 อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things)	35
2.2.1 แนวคิดของ Internet of Things.....	38
2.2.2 องค์ประกอบของ Internet of Things.....	40
2.2.3 ประเภทของ Internet of Things	40
2.2.4 ประโยชน์ของ Internet of Things.....	40
2.2.5 ความเสี่ยง หรืออันตรายที่มีต่อ Internet of Things	42
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller).....	44
2.3.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์	44
2.3.2 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์	47
2.3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับความนิยม และมีพัฒนาการมาจนถึงปัจจุบัน.....	48
2.3.4 ไมโครโพรเซสเซอร์.....	52
2.4 NodeMCU	53
2.5 บอร์ด ESP32	53
2.5.1 การพัฒนาของบอร์ด ESP32.....	53
2.5.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาบอร์ด ESP32.....	54
2.5.3 โมดูล (Module) ของบอร์ด ESP32.....	54
2.5.4 คุณสมบัติ (Features) ของบอร์ด ESP32.....	55
2.5.5 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ของบอร์ด ESP32.....	56
2.5.6 Pinout ของบอร์ด ESP32	57

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 2.5.7 โหมดประหยัดพลังงาน (Deep Sleep on ESP32) อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ได้ 59 ารค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5.7.1	วิธีการใช้โหมด Deep Sleep บนโปรแกรม Arduino IDE.....	59
2.5.7.2	คำสั่งการปลุกบอร์ด ESP32 จากโหมด Deep Sleep.....	60
2.6	บอร์ด ESP32 Camera Dev Boards.....	62
2.6.1	โมดูล (Module) ของบอร์ด ESP32 Camera Dev Boards.....	62
2.6.2	ESP32-CAM AI-Thinker.....	69
2.6.2.1	คุณสมบัติ (Features) ของบอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker.....	69
2.6.2.2	Pinout ของบอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker.....	70
2.6.1.3	การตั้งค่ากล้อง OV2640 ของบอร์ด ESP32-CAM.....	73
2.7	โปรแกรม Arduino IDE.....	75
2.7.1	โครงสร้างของโปรแกรม Arduino IDE.....	76
2.7.1.1	ส่วนของฟังก์ชัน setup().....	77
2.7.1.2	ส่วนของฟังก์ชัน loop().....	77
2.8	FTDI Programmer.....	77
2.8.1	คุณสมบัติ (Features) ของ FTDI Programmer.....	78
2.8.2	Pinout ของ FTDI Programmer.....	78
2.9	Blynk Platform.....	79
2.9.1	องค์ประกอบของ Blynk Platform.....	80
2.9.2	อุปกรณ์ที่ต้องใช้สำหรับเริ่มต้นใช้งาน Blynk.....	82
2.10	LCD Display.....	83
2.10.1	โครงสร้างโดยทั่วไปของ LCD Display.....	84
2.10.2	Pinout ของจอ LCD Character.....	86
2.10.3	การเชื่อมต่อจอ LCD Character กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU.....	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้
 2.10.4 คำสั่งการใช้อจอ LCD Character กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU..... 92

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.10.4.1 คำสั่งการใช้จอ LCD Character ในการเชื่อมต่อแบบขนาน	92
2.10.4.2 คำสั่งการใช้จอ LCD Character ในการเชื่อมต่อแบบอนุกรม	93
2.10.4.2.1 ขั้นตอนการติดตั้งไลบรารีจอแสดงผล LCD โดยใช้ I2C.....	93
2.10.4.2.2 คำสั่งการใช้จอ LCD Character ในการเชื่อมต่อแบบอนุกรม.....	94
2.11 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor).....	95
2.12.1 ส่วนประกอบภายนอกของ RC Servo Motor	95
2.12.1 ส่วนประกอบภายนอกของ RC Servo Motor.....	96
2.12.3 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ของเซอร์โวมอเตอร์.....	97
2.12.4 หลักการทำงานของ RC Servo Motor.....	98
2.12.5 คำสั่งการใช้ RC Servo Motor กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU.....	100
2.12 Keypad 4x4	103
2.12.1 การเชื่อมต่อ Keypad กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU	104
2.12.2 คำสั่งการใช้จอ Keypad กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU	106
2.12.2.1 คำสั่งการใช้ Keypad ในการเชื่อมต่อแบบขนาน	106
2.12.2.1.1 ขั้นตอนการติดตั้งไลบรารี Keypad	106
2.12.2.1.2 คำสั่งการใช้ Keypad ในการเชื่อมต่อแบบขนาน	106
2.12.2.2 คำสั่งการใช้ Keypad ในการเชื่อมต่อแบบอนุกรม	107
2.12.2.2.1 ขั้นตอนการติดตั้งไลบรารี Keypad โดยใช้ I2C	107
2.12.2.2.2 คำสั่งการใช้ Keypad ในการเชื่อมต่อแบบอนุกรม.....	107
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ	108
3.1 อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือโปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินโครงการ	108
3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ.....	109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

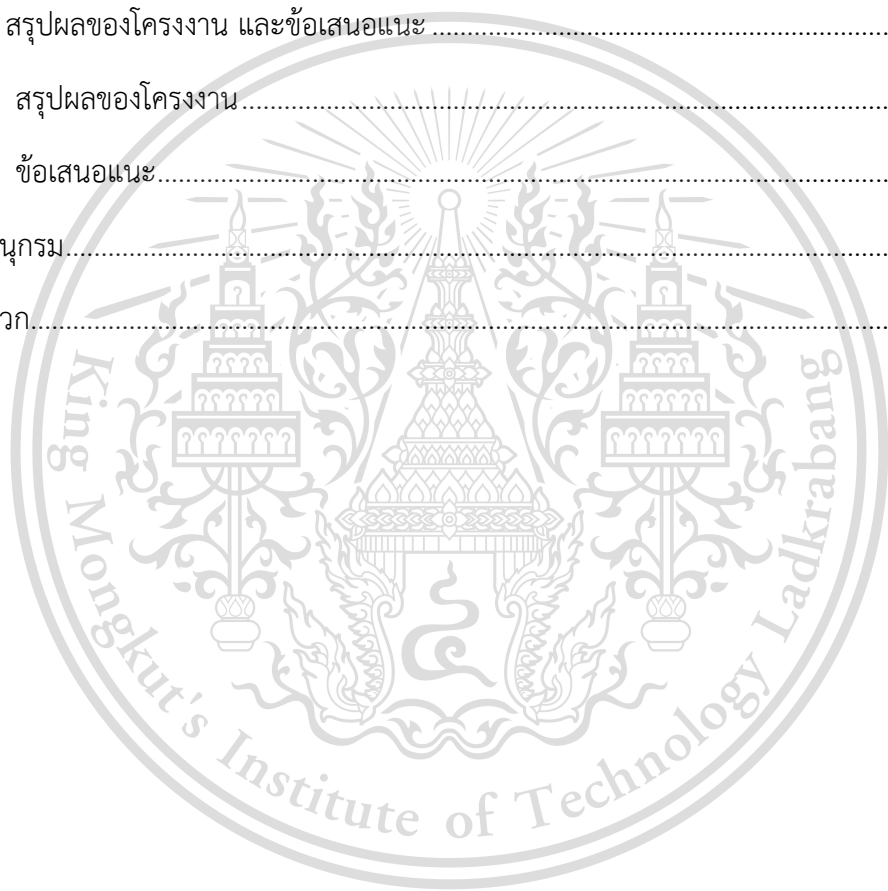
3.3 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ผังงาน (Flowchart) และวงจร (Schematic) ของโครงงาน	109
3.3.1 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram)	109
3.3.1.1 ส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านด้วยโทรศัพท์ผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk	110
3.3.1.2 ส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk	111
3.3.2 ผังงาน (Flowchart)	111
3.3.2.1 ส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านด้วยโทรศัพท์ผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk	111
3.3.2.2 ส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk	114
3.3.3 วงจร (Schematic)	115
3.3.3.1 ส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านด้วยโทรศัพท์ผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk	115
3.3.3.2 ส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk	115
3.4 การติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE	116
3.5 การติดตั้งบอร์ด ESP32 บนโปรแกรม Arduino IDE	119
3.6 การอัปโหลดโค้ดลงบนบอร์ด ESP32	122
3.7 การอัปโหลดโค้ดลงบนบอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker	124
3.8 การติดตั้ง และการใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk	127
3.8.1 การติดตั้งแอปพลิเคชัน Blynk	127
3.8.2 การสร้างโปรเจกต์บนแอปพลิเคชัน Blynk	129
3.8.3 การติดตั้ง Blynk Library บนโปรแกรม Arduino IDE	133
3.9 การออกแบบประตูบ้านจำลอง	135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง 138
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1 การทดลองวีดิโอสตรีมมิ่ง (Video Streaming) ของ ESP32-CAM AI-Thinker บนเว็บเซฟเวอร์ (Web Server)	138
4.2 การทดลองติดต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk กับ IoT Hardware (ESP32)	142
4.3 การทดลองส่วนของวีดิโอสตรีมมิ่ง (Video Streaming) บนแอปพลิเคชัน Blynk.....	145
4.4 การทดลองส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านด้วยโทรศัพท์บน แอปพลิเคชัน Blynk.....	149
บทที่ 5 สรุปผลของโครงการ และข้อเสนอแนะ	160
5.1 สรุปผลของโครงการ.....	160
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	162
บรรณานุกรม.....	164
ภาคผนวก.....	166



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศต่าง ๆ ตั้งพ.ศ. 2543 ถึง 2559.....	42
2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของแต่ละโมดูลของ ESP32 Development board	62
2.3 การเชื่อมต่อพินเพื่อเปิดใช้งานร่วมกับ MicroSD Card	71
2.4 การเชื่อมต่อกล้อง OV2640 ของ ESP32-CAM AI-Thinker	72
2.5 ฟังก์ชันที่ใช้ในการตั้งค่ากล้อง OV2640	73
2.6 พินเอาต์พุตของจอ LCD Character.....	86
2.7 การเชื่อมต่อขาระหว่างจอ LCD กับบอร์ด Arduino UNO R3 และตัวต้านทาน 10 kΩ	88
2.8 การเชื่อมต่อขาระหว่าง LCD Character กับ I2C Serial Interface	91
2.9 การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU กับจอ LCD.....	92
2.10 การเชื่อมต่อขาระหว่าง Keypad กับ I2C Serial Interface.....	105
3.1 การเชื่อมต่อพินระหว่างบอร์ด ESP32-CAM กับ FTDI Programmer	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์	25
2.2 เครื่องข่ายใยแมงมุม	26
2.3 เครื่องข่ายการสื่อสารทางทหาร	27
2.4 สถิติผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตทั่วโลก.....	28
2.5 องค์ประกอบของอินเทอร์เน็ต.....	29
2.6 การทำงานของอินเทอร์เน็ต.....	32
2.7 ผู้ใช้งานเรียกใช้ข้อมูลจากผู้ให้บริการ.....	33
2.8 ผู้ใช้งานเรียกใช้งานข้อมูลจากผู้ให้บริการผ่านโดเมนเนม.....	34
2.9 ส่วนประกอบของยูอาร์แอล.....	35
2.10 ESP32-CAM AI-Thinker.....	64
2.11 ESP-EYE.....	65
2.12 TTGO T-Journal.....	66
2.13 TTGO T-Camera Plus.....	66
2.14 TTGO T-Camera with PIR Motion Sensor.....	67
2.15 M5-Camera Model A/B.....	68
2.16 M5-Stack Camera without PSRAM.....	68
2.17 Pinout Diagram.....	70
2.18 โปรแกรม Arduino IDE.....	76
2.19 Blynk Platform.....	80
2.20 แสดงการทำงานของ Blynk Platform.....	80
2.21 Widget box ต่าง ๆ.....	81
2.22 Energy Store.....	82
2.23 โครงสร้างภายในจอ LCD.....	84
2.24 จอ LCD 16x2 Character (Parallel).....	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.25 จอ LCD 16x2 Character (I2C).....	85
2.26 การเชื่อมต่อจอ LCD Character กับบอร์ด Arduino UNO R3 แบบขนาน.....	88
2.27 การรับ หรือส่งข้อมูลแบบ I2C BUS	90
2.28 กด Sketch เพื่อ Include Library.....	93
2.29 หน้าต่างใส่ ZIP Library	93
2.30 ลักษณะโดยทั่วไปของเซอร์โวมอเตอร์.....	95
2.31 ส่วนประกอบภายนอกของ RC Servo Motor.....	96
2.32 ส่วนประกอบภายใน RC Servo Motor	97
2.33 Block Diagram Servo Motor	97
2.34 Remote Control RC Servo Motor.....	98
2.35 มุม หรือองศาหมุนขึ้นอยู่กับความกว้างของสัญญาณพัลส์.....	99
2.36 RC Servo Motor หมุนไปที่ 45 องศา.....	100
2.37 Keypad.....	103
2.38 ภาพตัดขวางของ Keypad.....	104
2.39 การเชื่อมต่อ Keypad กับบอร์ด Arduino UNO R3 แบบขนาน.....	104
2.40 I2C Interface ของ Keypad	105
3.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	44
3.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์	45
3.3 การติดต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	46
3.4 สถาปัตยกรรมวอนนิวแมนน์.....	48
3.5 สถาปัตยกรรมฮาร์วาร์ด	48
3.6 Z-80.....	49
3.7 MCS-51	49
3.8 PIC	50
3.9 AVR.....	51
3.10 Arduino UNO R3.....	51
3.11 โมดูลต่าง ๆ ของบอร์ด ESP32.....	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยทางโรงเรียนที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ประโยชน์ได้ฟรีโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.13	EPS32 Version with 30 GPIOs.....	58
3.14	EPS32 Version with 36 GPIOs.....	58
3.15	The power consumption of the different power modes	59
3.16	การเรียกโค้ดตัวอย่างการปลุก ESP32 จากโหมด Deep Sleep.....	62
3.17	FTDI Programmer	79
3.18	I2C Serial Interface ของจอ LCD.....	89
3.19	บล็อกไดอะแกรมส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านทางโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk.....	110
3.20	บล็อกไดอะแกรมส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk.....	111
3.21	ผังงานส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านทางโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk.....	113
3.22	ผังงานส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk.....	114
3.23	วงจรส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านทางโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk.....	115
3.24	วงจรส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk.....	115
3.25	หน้าเว็บของ Arduino.cc.....	116
3.26	หน้าเว็บให้เลือกกดดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino IDE.....	116
3.27	หน้าเว็บกดดาวน์โหลด Arduino IDE.....	117
3.28	ไฟล์ ZIP arduino-1.8.13-windows.....	117
3.29	ไฟล์เดสก์ที่แตกได้จากไฟล์ ZIP arduino-1.8.13-windows	118
3.30	ไฟล์ในโฟลเดอร์ arduino 1.8.13.....	118
3.31	หน้าต่างเปิดโปรแกรม Arduino IDE.....	119
3.32	หน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE	119
3.33	หน้าต่าง File.....	120
3.34	หน้าต่าง Preferences	120
3.35	เปิดหน้าต่าง Tools เพื่อกด Board Manager...	121
3.36	หน้าต่าง Boards Manager...	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.38 หน้าต่าง Tools เพื่อคัดเลือก Board ของ ESP32.....	122
3.39 หน้าต่าง Tools เพื่อคัดเลือก Port.....	123
3.40 สัญลักษณ์ในการกดตรวจสอบโค้ด.....	123
3.41 สัญลักษณ์ในการอัปโหลดโค้ด.....	123
3.42 ปุ่ม BOOT บนบอร์ด ESP32.....	124
3.43 การเชื่อมต่อพินระหว่างบอร์ด ESP32-CAM กับ FTDI Programmer.....	125
3.44 หน้าต่าง Tools เพื่อคัดเลือก Board ของ ESP32-CAM.....	126
3.45 หน้าต่าง Tools เพื่อคัดเลือก Port.....	127
3.46 แอปพลิเคชัน Blynk บนระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์.....	128
3.47 หน้าล็อกอินของแอปพลิเคชัน Blynk.....	128
3.48 หน้าต่างสร้างโปรเจกต์ในแอปพลิเคชัน Blynk.....	129
3.49 หน้าต่าง New Project.....	130
3.50 หน้าต่าง Auth Token.....	131
3.51 Auth Token ที่ส่งไปในอีเมลล์ที่ทำการสมัคร หรือล็อกอินไว้ในแอปพลิเคชัน Blynk.....	131
3.52 หน้าต่างโปรเจกต์ที่สร้าง.....	132
3.53 การเปิด Widget Box ในระบบปฏิบัติการ Android.....	132
3.54 หน้าต่าง Widget Box.....	133
3.55 หน้าต่าง Tool เพื่อคัดเลือก Manage Libraries.....	133
3.56 หน้าต่าง Library Manager.....	134
3.57 ส่วนประกอบของประตูบ้านจำลอง.....	135
3.58 ประตูบ้านจำลองบนโปรแกรม Visio.....	136
3.59 ด้านหน้าของประตูบ้านจำลอง.....	136
3.60 ด้านหลังของประตูบ้านจำลอง.....	137
4.1 การเรียกโค้ดตัวอย่างของการสตรีมวิดีโอของ ESP32-CAM บนเว็บเซฟเวอร์.....	138
4.2 ตัวอย่างโค้ดของการสตรีมวิดีโอของ ESP32-CAM บนเว็บเซฟเวอร์.....	139
4.3 การเลือกโมดูลของ ESP32-CAM.....	139
4.4 การใส่ชื่อ และรหัสของเครือข่ายระบบอินเทอร์เน็ตให้กับ ESP32-CAM.....	140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.6 หน้าต่างของ Serial Monitor.....	141
4.7 หน้าต่างของ Serial Monitor จะมี IP Address ของการสตรีมวิดีโอของ ESP32-CAM.....	141
4.8 วิดีโอสตรีมมิ่งของ ESP32-CAM แบบ Real time.....	142
4.9 การสร้างโปรเจค Blynk กับ ESP32.....	142
4.10 การเรียกโค้ดตัวอย่างของ Blynk.....	143
4.11 ตัวอย่างโค้ดของเชื่อมต่อแอปพลิเคชัน Blynk กับ ESP32.....	144
4.12 การใส่ Auth Token ชื่อ และรหัสของ Wi-Fi.....	144
4.13 หน้าต่าง Serial Monitor เพื่อดูการทำงานของ Blynk.....	145
4.14 การเลือกโมดูลของบอร์ด ESP32-CAM และการใส่ชื่อ และรหัสของ Wi-Fi.....	146
4.15 วงจรของการทดลองส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่ง (Video Streaming).....	146
4.16 การชื่อ และตั้งค่าโปรเจคของการทดลองส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk.....	147
4.17 หน้าต่าง Widget Box เพื่อกดสร้าง Video Stream.....	147
4.18 ใส่ IP Address ใน URL ADDRESS.....	148
4.19 หน้าต่างโปรเจค Video Stream.....	148
4.20 วิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk.....	149
4.21 วงจรของการทดลองส่วนของการสื่อสาร.....	150
4.22 การชื่อ และตั้งค่าโปรเจคของการทดลองส่วนของการสื่อสาร.....	150
4.23 การตั้งค่า Terminal.....	151
4.24 การตั้งค่าปุ่มเปิดปิดประตูบ้าน.....	151
4.25 การตั้งค่าปุ่มปิดการทำงานของ ESP32.....	152
4.26 การใส่ Auth Token ชื่อ และรหัสของ Wi-Fi.....	153
4.27 การแจ้งเตือนที่โทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อมีคนกดกริ่งที่ประตูบ้าน.....	153
4.28 หน้าต่างโปรเจคส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการเปิดปิดประตูบ้าน.....	154
4.29 ข้อความที่ขึ้นบนจอ LCD เมื่อมีคนกดกริ่ง.....	155
4.30 ข้อความที่ขึ้นบนจอ LCD เมื่อคนกดกริ่งกด NO.....	155
4.31 ข้อความที่ขึ้นบนจอ LCD เมื่อคนกดกริ่งกด YES.....	156
4.32 ข้อความที่ขึ้นบนจอ LCD เมื่อกด ENTER.....	157
4.33 เบอร์โทรของคนที่มากดกริ่งถูกส่งไปที่ Terminal บนแอปพลิเคชัน Blynk.....	157

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.34 เปิดประตูบ้าน	158
4.35 ปิดประตูบ้าน.....	158
4.36 การแจ้งเตือนการทำงานของระบบ	159
5.1 การเกิดสัญญาณ Bounce	161



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญ

ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีที่ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมโยง รับส่งข้อมูล และสั่งการเพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้โดยผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งการเชื่อมโยงนั้นสามารถเก็บ และรวบรวมข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ยังมีระบบคลาวด์ที่จัดเก็บ และประมวลผลข้อมูลผ่านออนไลน์ โดยที่ผู้ใช้งานสามารถควบคุม หรือกำหนดความเป็นส่วนตัว และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลา เทคโนโลยีเหล่านี้ เรียกว่า Internet of Things (IoT) หรือเรียกอีกอย่างว่า Machine to Machine (M2M) ซึ่งการทำงานของเทคโนโลยี IoT จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ประเภท RFID และเซนเซอร์มาทำงานรวมกันเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีอินเทอร์เน็ตมาเป็นสื่อกลางในการทำให้อุปกรณ์นั้นสามารถทำงานได้ รับส่งข้อมูลถึงกัน และกันได้ จนทำให้เกิดการซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จนเกิดเป็นนวัตกรรม อาทิเช่น Smart Device, Smart Home, Smart Network, Smart Intelligent Transport เป็นต้น ส่งผลทำให้ในปัจจุบัน IoT เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น เนื่องจากเพิ่มความสะดวกสบายในการทำงาน และการดำเนินชีวิต เพิ่มความรวดเร็วและประสิทธิภาพในการทำงาน ทำให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำขึ้นได้ หรือช่วยลดต้นทุนในด้านต่าง ๆ ลงได้

นอกจากนี้ยังได้มีการแบ่งกลุ่ม IoT ตามตลาดการใช้งานเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ Industrial IoT คือ แบ่งจาก local network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกันในโครงข่าย Sensor nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP network เพื่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ต และ Commercial IoT คือ แบ่งจาก local communication ที่เป็น Bluetooth หรือ Ethernet (wired or wireless) โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor nodes เดียวกันเท่านั้นหรือเป็นแบบ local devices เพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้เชื่อมสู่อินเทอร์เน็ต

ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ร่วมกับที่อยู่อาศัยทำให้สามารถควบคุมระบบไฟฟ้า อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้านด้วยการสั่งการผ่านโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

และเนื่องจากคนในยุคปัจจุบันต้องออกไปทำงานนอกบ้าน หรือออกไปทำธุระข้างนอกกันเป็นจำนวนมาก ถ้าหากมีคนมาหาที่บ้าน มีคนมาส่งของ หรือคนในบ้านเองลืมกุญแจบ้าน ซึ่งอาจจะไม่สะดวกในการกลับมาที่บ้านได้ทันที แต่ถ้ามีเทคโนโลยี IoT ที่เข้ามาช่วยในการเปิดปิดประตู หรือสามารถรับรู้ได้ว่าคนที่มาหาที่บ้านคือใครได้ผ่านทางไกล โดยใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะช่วยให้อำนวยความสะดวกให้ผู้อยู่อาศัย ป้องกันความปลอดภัย และช่วยประหยัดได้ทั้งเวลา และค่าไฟฟ้าได้มากยิ่งขึ้น

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้ทำการศึกษาศึกษาเกี่ยวกับโครงการระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติผ่านโทรศัพท์ผ่านทางระบบเครือข่ายทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นเป็นเรียนรู้ และเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบสมาร์ทโฮม (Smart Home) โดยการนำโมดูล ESP32-CAM AI-Thinker มาช่วยในการสตรีมวิดีโอบนโทรศัพท์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk เพื่อดูคนที่มากดริงประตูบ้านเป็นใคร สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ รวมถึงควบคุมการเปิดปิดประตูบ้านผ่านทางไกล โดยใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของ IoT ที่เกี่ยวกับ Smart Home
2. เพื่อศึกษา และออกแบบระบบเปิดปิดประตูบ้านผ่านทางไกลโดยใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และควบคุมการทำงานผ่านทางโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk
3. ศึกษาการทำงานของแอปพลิเคชัน Blynk
4. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ควบคุมระบบเปิดปิดประตูผ่านทางโทรศัพท์ โดยใช้โมดูล ESP32-CAM เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ และกล้องถ่ายภาพในการจับภาพของคนที่มาดริง
2. สื่อสารทางไกลระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และโทรศัพท์ โดยใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.3.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

29 มกราคม 2564 ถึง 30 เมษายน 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ และการออกแบบเกี่ยวกับระบบการทำงานของ IoT
2. สามารถนำอุปกรณ์ที่ทำการศึกษา และออกแบบไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้
3. สามารถพัฒนา และปรับปรุงระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพ และสะดวกสบายในการใช้งานได้มากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet)

ในยุคปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology : IT) มีบทบาทกับชีวิตประจำวันเป็นอย่างมากทั้งทางตรง และทางอ้อม ซึ่งเทคโนโลยีสารสนเทศ หมายถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานให้เกิดประโยชน์ ทั้งการติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูล การจัดเก็บหรือประมวลผลข้อมูล เทคโนโลยีที่ในปัจจุบันประกอบไปด้วย เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (computer technology) และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารและการโทรคมนาคม (communication technology)

คอมพิวเตอร์ (computer) เป็นเครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถประมวลผลข้อมูลในรูปแบบของไฟล์ดิจิทัล สามารถประยุกต์ใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์ได้หลากหลาย ตามพจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้นิยามไว้ว่า “คอมพิวเตอร์ คือ เครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติทำหน้าที่เหมือนสมองกล ใช้สำหรับแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งที่ง่ายและซับซ้อน โดยวิธีทางคณิตศาสตร์”

องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์จะประกอบไปด้วย ฮาร์ดแวร์ (hardware) หมายถึง ส่วนที่สามารถจับต้องได้ และเห็นเป็นรูปธรรม เช่น คีย์บอร์ด เมาส์ หน้าจอ ลำโพง เป็นต้น ซอฟต์แวร์ (software) หมายถึง คำสั่งหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งรวมไปถึงระบบปฏิบัติการ (operating system : OS) และโปรแกรมประยุกต์ (application software) นอกจากนี้องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ยังรวมไปถึงบุคคล หรือบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ และ ข้อมูลสารสนเทศ (data information) ที่ป้อนให้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เพื่อใช้สำหรับการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.1 ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์

(ที่มา afinite.co.uk, 2557)

การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์มากกว่าหนึ่งเครื่องขึ้นไปเพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสาร หรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ เรียกว่า เครือข่าย (network) ซึ่งวัตถุประสงค์ในการเชื่อมต่อมีหลากหลาย เช่น เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูล รวมไปถึงการแบ่งปัน หรือใช้ทรัพยากรร่วมกัน เป็นต้น ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เช่น การแบ่งปันข้อมูลพนักงานในบริษัท ข้อมูลการลงทะเบียนของนักศึกษา แบ่งปันพื้นที่ในฮาร์ดดิสก์ หรือการแชร์ปริ้นเตอร์ เป็นต้น เครือข่ายสามารถเชื่อมต่อและกำหนดค่าการเชื่อมต่อได้ผ่านอุปกรณ์เครือข่าย ซึ่งปัจจุบันมีให้เลือกมากมาย เช่น โมเด็ม (modem) อุปกรณ์จัดเส้นทาง (router) ฮับ (hub) หรือสวิตช์ (switches) เป็นต้น

การเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในองค์กร หน่วยงาน เรียกว่า เครือข่ายระยะใกล้ (local area network : LAN) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “แลน” ในปัจจุบันมีทั้งการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบใช้สาย (wire network) และการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สาย (wireless network) เช่น ไวไฟ (wifi) บลูทูธ (bluetooth) เป็นต้น

การเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายนอกองค์กร หรือการเชื่อมต่อกับผู้ให้บริการสัญญาณอินเทอร์เน็ต (internet service provider : ISP) เรียกว่า เครือข่ายระยะไกล (wide area network : WAN) เช่น สัญญาณอินเทอร์เน็ตจากเครือข่ายโทรศัพท์ เครือข่ายใยแก้วนำแสง (fiber optic) การเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม (satellite) เป็นต้น

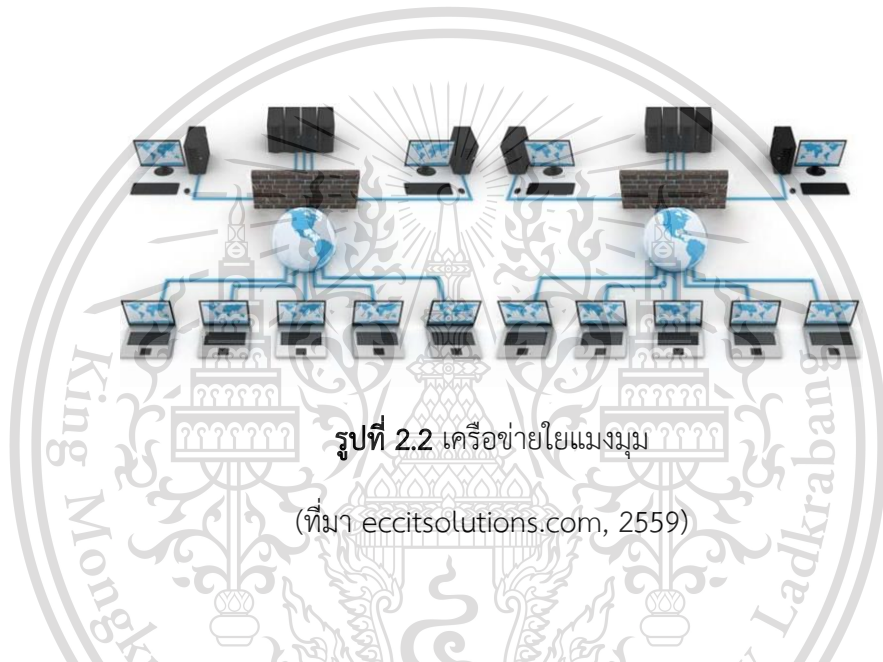
การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์มากกว่าหนึ่งเครื่องขึ้นไปนี้ เรียกว่า เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (computer network) และเมื่อเครือข่ายหลาย ๆ เครือข่ายเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายขนาดใหญ่เพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครือข่ายได้ในระดับสากล เรียกว่า “อินเทอร์เน็ต”

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1.1 ความหมายของอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ต (internet) หมายถึง เครือข่ายในระดับสากล เป็นช่องทางสำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ทั่วโลก การเชื่อมต่อเครือข่ายหลาย ๆ เครือข่ายเกิดเป็นโครงข่ายขนาดใหญ่ที่เรียกว่า เครือข่ายเวิลด์ไวด์ (world wide web : www) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “เว็บ” ประโยชน์ในการเชื่อมต่อใช้งานอินเทอร์เน็ตมีมากมายหลากหลาย ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้เชื่อมต่อใช้งาน (user) เช่น แสวงหาความรู้ ดูรายละเอียดสินค้า เช็คอีเมล ทำธุรกรรมบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ชำระค่าบริการ หรือเพื่อความบันเทิงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ดูหนัง ฟังเพลง เล่นเกมส์ ดาวน์โหลดไฟล์เอกสารมัลติมีเดีย เป็นต้น



รูปที่ 2.2 เครือข่ายเวิลด์ไวด์

(ที่มา eccitsolutions.com, 2559)

ในยุคที่อินเทอร์เน็ตกำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว เป็นที่นิยม และมีผู้เชื่อมต่อใช้งานจำนวนมาก อินเทอร์เน็ตจึงก่อให้เกิดโอกาส และบริการใหม่ ๆ มากมาย เช่น การทำธุรกรรมผ่านอินเทอร์เน็ต พบปะสนทนา แลกเปลี่ยนข้อมูล เป็นต้น นอกจากนี้อินเทอร์เน็ตยังเป็นสื่อที่นำเสนอความบันเทิงที่รองรับสื่อมัลติมีเดีย (Multimedia) ในรูปแบบต่าง ๆ จำนวนมหาศาล ทำให้ผู้ใช้งานเข้าถึงสื่อเหล่านั้นได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว และสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา อินเทอร์เน็ตยังเป็นพื้นที่เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถประชาสัมพันธ์ นำเสนอสินค้า และบริการในรูปแบบที่น่าสนใจ เข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้อย่างทั่วถึง และแม่นยำ มีการกล่าวว่า “ธุรกิจใดไม่สนใจโลกอินเทอร์เน็ต ธุรกิจนั้นกำลังปฏิเสธอนาคตของตัวเอง”

2.1.2 ความเป็นมาของอินเทอร์เน็ต

หากจะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแล้วคงเริ่มต้นจากแนวความคิด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เรื่องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ต้องการให้ผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ต่างระบบปฏิบัติการสามารถทำการเชื่อมต่อ ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ติดต่อสื่อสาร หรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีการพัฒนาทั้งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีการสื่อสารและการโทรคมนาคม

แนวคิดแรกเกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ.1950 และ เริ่มปฏิบัติจริงในช่วง ค.ศ.1960 ในยุคสงครามนิวเคลียร์ หรือสงครามเย็นที่เกิดขึ้นระหว่างสหรัฐอเมริกา กับสหภาพโซเวียต รวมไปถึงการแข่งขันทางด้านเทคโนโลยีอวกาศ ทำให้เกิดการตื่นตัวที่จะพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รัฐบาลสหรัฐอเมริกา โดยกระทรวงกลาโหมได้ก่อตั้งหน่วยงานวิจัยชั้นสูงชื่อว่า “อาร์พาเน็ต” (Advance Research Projects Agency Network : ARPANET) มีการสนับสนุนทุนสำหรับโครงการวิจัย และริเริ่มโครงการเกี่ยวกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทางการทหารด้วยความเชื่อมั่นว่า การกระจายเครือข่ายโดยไม่มีศูนย์กลาง สามารถหลีกเลี่ยงความเสียหายจากการสู้รบ และหากถูกโจมตีด้วยระเบิดนิวเคลียร์ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ยังสามารถเชื่อมต่อกัน และ รับส่งข้อมูลระหว่างกันได้โดยไม่ถูกตัดขาด



รูปที่ 2.3 เครือข่ายการสื่อสารทางทหาร

(ที่มา วศิน เพิ่มทรัพย์, 2548)

การเชื่อมโยงเครือข่ายของอาร์พาเน็ตครั้งแรก เป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียกับสถาบันวิจัยสแตนฟอร์ด ในช่วงปี ค.ศ.1969 และได้เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนกลายเป็นจุดเด่นของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้รูปแบบโครงสร้างการติดต่อสื่อสารแบบ “ทีซีพี/ไอพี” (Transmission Control Protocol/Internet Protocol : TCP/IP) ซึ่งเป็นมาตรฐาน ข้อตกลง กฎ หรือ ระเบียบที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อ และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ นอกจากนี้ทีซีพี/ไอพียังเป็นมาตรฐานที่ว่าด้วยการกำหนดวิธีการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์

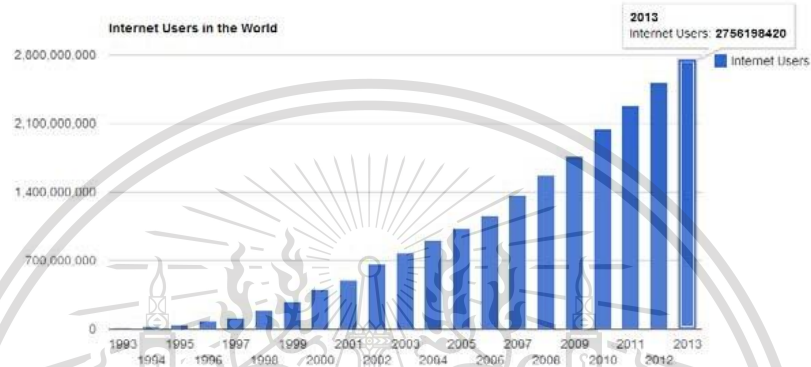
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อินเทอร์เน็ตเปิดให้บริการในเชิงพาณิชย์มากขึ้น ทำให้มีการขยายเครือข่ายอินเทอร์เน็ตออกไปทั่วโลก ก่อให้เกิดรูปแบบการให้บริการต่าง ๆ มากมาย ปัจจุบันมีผู้ใช้งาน (user) คอมพิวเตอร์ผู้ร้องขอ บริการ (client) และผู้ให้บริการ (server) ทำการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหลายพันล้านเครื่อง ดังรูปที่ 2.4 ที่แสดงถึงสถิติการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตของประชากรทั่วโลกในช่วงปี ค.ศ.1993 – 2013



รูปที่ 2.4 สถิติผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตทั่วโลก

(ที่มา internet live stats, 2557)

2.1.3 องค์ประกอบ และการทำงานของอินเทอร์เน็ต

รูปแบบการทำงานของอินเทอร์เน็ตประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

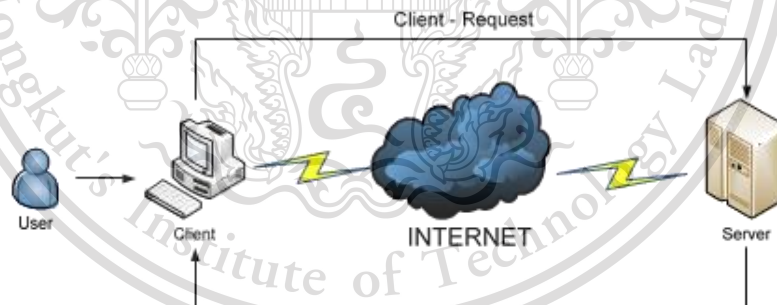
1. ผู้ร้องขอบริการ (Client) คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน หรือ เครื่องผู้ร้องขอบริการที่มีอยู่บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นคอมพิวเตอร์เสมอไป อาจจะอยู่ในรูปแบบของแท็บเล็ต (tablet) สมาร์ทโฟน (smartphone) หรือ โน้ตบุ๊ก (notebook) ที่ทำการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายและร้องขอข้อมูล หรือ บริการต่าง ๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผ่านมาตรฐาน ข้อตกลง ข้อกำหนด หรือกฎระเบียบที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างเครื่องผู้ร้องขอบริการกับเครื่องผู้ให้บริการ เช่น เว็บไซต์ (website) อีเมล (email) การถ่ายโอนไฟล์ (file transfer) ฐานข้อมูล (database) โปรแกรมประยุกต์ (application) มัลติมีเดีย (multimedia) หรือ ไฟล์เอกสาร (document) เป็นต้น
2. ผู้ให้บริการ (Server) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เปิดให้บริการต่าง ๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อรองรับการร้องขอจากผู้ร้องขอบริการ รูปแบบการให้บริการมีอยู่หลากหลาย เช่น web server, ารค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mail server, file server, database server, multimedia server หรือ application server เป็นต้น

3. เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (computer network) เป็นรูปแบบเครือข่ายที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ร้องขอ บริการและผู้ให้บริการ รูปแบบของเครือข่าย หรือการเชื่อมต่อมีอยู่หลากหลาย มีทั้งที่เป็นการ เชื่อมต่อเครือข่ายแบบใช้สายและการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สาย เช่น สัญญาณไวไฟ เครือข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือการเชื่อมต่อเครือข่ายภายในโดยใช้สายแลน เป็นต้น

การทำงานของอินเทอร์เน็ตเริ่มต้นจากผู้ใช้งานทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์กับเครือข่าย อินเทอร์เน็ต เครื่องที่ร้องขอบริการอาจอยู่ในรูปแบบของโน้ตบุ๊ก สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต ผู้ใช้งาน สามารถร้องขอบริการต่าง ๆ จากผู้ให้บริการที่มีอยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโปรแกรมประยุกต์ เช่น โปรแกรมประยุกต์ที่อยู่ในกลุ่มของเว็บเบราว์เซอร์ (web browser) เช่น Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome เป็นต้น ใช้สำหรับเข้าถึงบริการในรูปแบบของเว็บไซต์ ผู้ใช้งานจะต้องร้องขอ (request) ข้อมูล หรือบริการไปยังเครื่องผู้ให้บริการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้ที่อยู่ (address) ของ เครื่องผู้ให้บริการในการอ้างอิงตำแหน่ง เช่น การระบุหมายเลขประจำเครื่อง (IP address) หรือชื่อของ เว็บไซต์ (domain name) เป็นต้น



รูปที่ 2.5 องค์ประกอบของอินเทอร์เน็ต

(ที่มา อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น, 2564)

2.1.4 อุปกรณ์เครือข่าย และเทคโนโลยีบนอินเทอร์เน็ต

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีให้เลือกหลากหลายขึ้นอยู่กับขนาดของเครือข่าย ความเร็วที่ต้องการ และรูปแบบการบริการภายในเครือข่าย เช่น ต้องการเครือข่ายที่รองรับจำนวนลูกข่าย ภายในเครือข่ายมากน้อยเพียงใด ความเร็วเท่าใด ต้องการระบบภายในอะไรบ้างเพื่อให้รองรับการทำงาน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ของบุคลากรในองค์กร หรือ หน่วยงานนั้น ๆ ในหัวข้อนี้ขอยกตัวอย่างอุปกรณ์เครือข่ายที่จำเป็นภายในบ้าน หรือ สำนักงานขนาดเล็ก ซึ่งมีการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายดังนี้

1. โมเด็ม (Modulate and Demodulate : Modem) ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณอนาล็อก (Analog Signals) จากสายสัญญาณโทรศัพท์ให้กลายเป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital Signals) เพื่อให้สามารถใช้งานในระบบประมวลผลข้อมูลของคอมพิวเตอร์ได้ และแปลงสัญญาณดิจิทัลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นสัญญาณอนาล็อกเพื่อส่งไปบนคู่สายโทรศัพท์เพื่อร้องขอบริการจากผู้ให้บริการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2. อุปกรณ์จัดเส้นทาง (Router) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อเครือข่าย หรือ เลือกช่องทางในการส่งผ่านข้อมูลที่ดีที่สุดในการเชื่อมต่อเครือข่าย ทำให้สามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ได้มากกว่าหนึ่งเครือข่ายในเวลาเดียวกัน ในปัจจุบันอุปกรณ์จัดเส้นทางอาจถูกติดตั้งโมเด็ม อุปกรณ์รวมสาย และ อุปกรณ์ปล่อยสัญญาณไร้สายมาด้วยในตัว เพื่อให้ใช้งานได้ง่าย และสะดวกในการติดตั้งอุปกรณ์
3. การ์ดแลน (LAN Card) หรือ อินเทอร์เน็ตการ์ดเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์จากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่ง หรือเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์รวมสาย ผ่านสายสัญญาณที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อเครือข่าย ซึ่งอาจติดตั้งมากับเมนบอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียกว่า การ์ดแลนแบบออนบอร์ด หรือติดตั้งภายนอก ซึ่งความเร็วในการเชื่อมต่อมีหลายหลาย เช่น 1000 Mbps ที่เรียกกันว่า กิกะบิตแลน (Gigabit LAN)
4. การ์ดไร้สาย (Wireless Card) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งในระบบเครือข่ายโดยใช้สัญญาณวิทยุ ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สาย ทำให้ติดตั้งใช้งานได้ง่าย สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และใช้งาน แต่มีข้อจำกัดเรื่องระยะทางในการเชื่อมต่อ ซึ่งจะต้องไม่อยู่ไกลจากอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณไร้สายมากเกินไป เหมาะสำหรับการรับส่งข้อมูล หรือใช้งานไม่หนักมากเกินไป เช่น เว็บไซต์ เช็คอีเมล โซเชียลเน็ตเวิร์ค เป็นต้น โดยทั่วไปการ์ดไร้สายจะติดตั้งมากับอุปกรณ์เคลื่อนที่อยู่แล้ว
5. สายยูทีพี (Unshield Twisted Pair : UTP) เป็นสายสัญญาณที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายระยะใกล้ หรือ ที่เรียกว่า “สายแลน” ซึ่งการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่ายสายสัญญาณจะต้องประกอบไปด้วยสายยูทีพี และ หัวที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่าย ที่เรียกว่า “หัว RJ45”

6. ฮับ (hub) หรือ สวิตช์ (Switches) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า หรือเป็นอุปกรณ์รวมสาย และกระจายสัญญาณข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมดภายใน ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- เครือข่าย เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ สวิตช์สามารถรับส่งข้อมูลได้หลายเครื่องพร้อมกัน แต่ฮับจะส่งข้อมูลได้ที่ละเครื่อง อุปกรณ์ทั้งสองจะมีหลายช่องสัญญาณ หรือพอร์ท ผู้ใช้งานจะต้องเลือกใช้ตามจำนวนลูกข่ายที่มีอยู่ในเครือข่ายของผู้ใช้งานเอง
7. อุปกรณ์ปล่อยสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point : WAP) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า “AP” เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปล่อยสัญญาณที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อเครือข่ายโดยใช้คลื่นวิทยุ การเชื่อมต่อจะต้องใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อแบบไร้สาย เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย ซึ่งอาจถูกติดตั้งมากับอุปกรณ์จัดเส้นทาง หรือสามารถติดตั้งภายนอก

2.1.5 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

การติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลจะต้องใช้มาตรฐานที่ว่าด้วยการกำหนดระเบียบวิธีการในการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นระเบียบวิธีการสื่อสารที่เป็นมาตรฐานในระดับสากล เรียกว่า โพรโทคอล (protocol) โดยโพรโทคอลที่เป็นมาตรฐานหลักสำหรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต คือ ทีซีพีหรือไอพี (Transmission Control Protocol/Internet Protocol : TCP/IP) ซึ่งอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะต้องมีหมายเลขประจำเครื่อง หรือหมายเลขไอพีแอดเดรสสำหรับอ้างอิงในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และ อุปกรณ์อื่น ๆ ภายในเครือข่าย

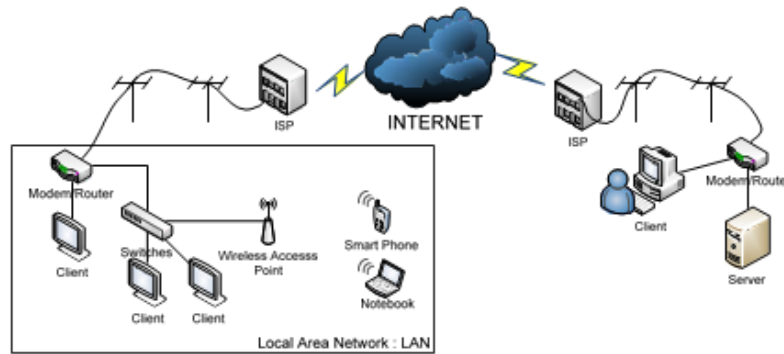
ภายในเครือข่ายหมายเลขไอพีแอดเดรสของทุก ๆ อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะต้องเป็นหมายเลขที่ไม่ซ้ำกันภายในเครือข่าย หรือหากเป็นผู้ให้บริการในระดับสากล หมายเลขประจำเครื่องที่ใช้สำหรับการอ้างอิงตำแหน่งจะต้องไม่ซ้ำกันทั่วโลก

ในการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในปัจจุบัน ผู้ใช้งานจะต้องทำการเช่าสายสัญญาณจากผู้ให้บริการ (Internet Service Provider : ISP) และจะต้องติดตั้งสายสัญญาณโทรศัพท์จากชุมสายโทรศัพท์ที่ใกล้กับที่พักอาศัย กล่าวง่าย ๆ คือ ISP ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครือข่ายในระดับสากลทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงบริการต่าง ๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.6 การทำงานของอินเทอร์เน็ต

(ที่มา อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น, 2564)

2.1.6 เว็บเบราว์เซอร์

เว็บเบราว์เซอร์ (web browser) คือ กลุ่มของโปรแกรมที่ใช้เรียกดูเว็บผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เปรียบเสมือนประตูที่ให้ผู้ใช้งานสามารถออกไปสู่เว็บไซต์ภายนอกได้ เว็บเบราว์เซอร์ทำหน้าที่ในการแปลรหัสคำสั่งที่ได้จากเครื่องแม่ข่ายให้อยู่ในรูปแบบหน้าเว็บเพจ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อความ รูปภาพ หรือสื่อมัลติมีเดียอื่น ๆ

เว็บเบราว์เซอร์ตัวแรกของโลกชื่อ “เวลด์ไวด์เว็บ” จากศูนย์วิจัยเซิร์น (CERN) และในปัจจุบันมีบริษัทผู้ผลิตได้พัฒนาเว็บเบราว์เซอร์ออกมาให้เลือกใช้หลากหลาย เช่น Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Internet Explorer, Opera หรือ Safari เป็นต้น ซึ่งมาตรฐาน (protocol) ที่ใช้ในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลเว็บกับเครื่องผู้ให้บริการ คือ เอชทีทีพี (hypertext transfer protocol : HTTP) ซึ่งรูปแบบการเชื่อมต่อมักจะขึ้นต้นด้วยคำว่า http:// เสมอ นอกจากนี้ยังมีรูปแบบการเชื่อมต่อที่ต้องการความปลอดภัยของข้อมูล ซึ่งจะต้องมีการเข้ารหัสข้อมูลก่อนส่งผ่านหน้าจอบริษัทเบราว์เซอร์ คือ https:// หรือ ftp:// เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลสำหรับการโอนย้ายไฟล์เอกสารจากเครื่องผู้ร้องขอบริการกับเครื่องผู้ให้บริการ เป็นต้น

2.1.7 โดเมนเนม DNS และ DNS Server

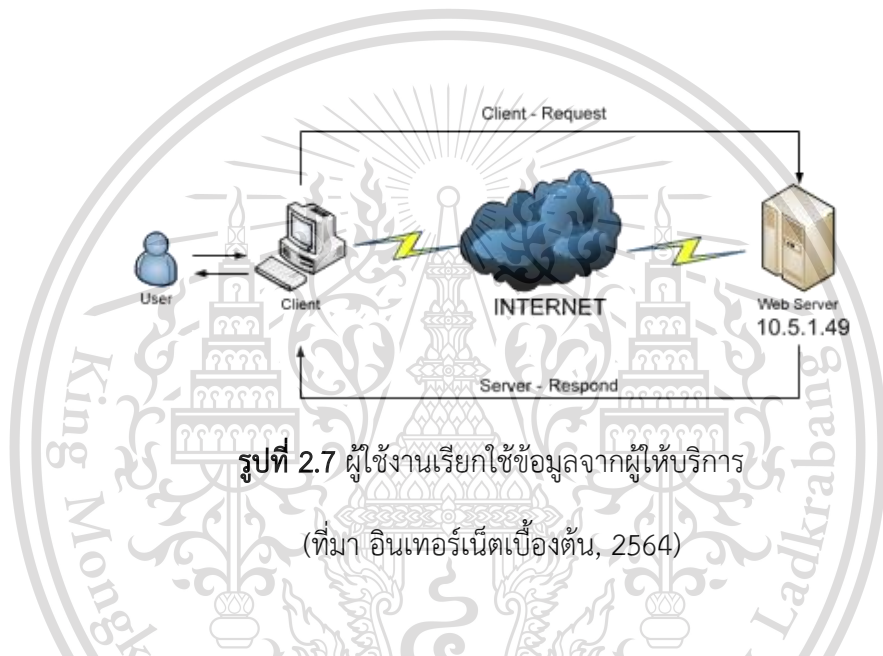
การเข้าถึงเว็บไซต์หรือบริการอื่น ๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนอกจากจะต้องมีมาตรฐานข้อตกลง กฎ หรือระเบียบวิธีการในการรับส่งข้อมูล หรือ ที่เรียกว่า โพรโทคอล แล้วยังจะต้องมีหมายเลขประจำเครื่องผู้ให้บริการ หรือหมายเลขไอพีแอดเดรสของเครื่องที่ใช้สำหรับอ้างอิงถึง ตามมาตรฐาน IPV4

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

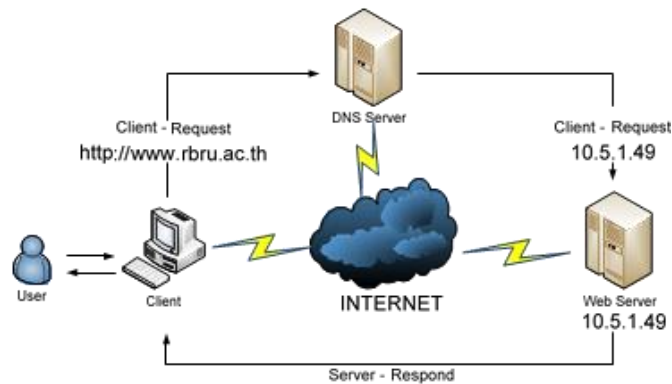
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หมายเลขไอพีประกอบไปด้วยตัวเลขทั้งหมด 4 ชุด แต่ละชุดจะมีค่าระหว่าง 0-255 คั่นด้วยเครื่องหมายจุด (.) เช่น 10.5.1.49 หรือ 202.183.165.143 ซึ่งหมายเลขไอพีนี้มีไว้อ้างถึงตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งจะไม่ซ้ำกันทั่วโลก เช่น ผู้ใช้งานต้องการร้องขอข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยการเปิดโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ โดยการพิมพ์ที่อยู่เป็นหมายเลขประจำเครื่องของผู้ให้บริการ เช่น 113.53.236.38 ซึ่งเป็นขั้นตอนการร้องขอบริการ เครื่องผู้ให้บริการจะทำการค้นหาไฟล์เอกสาร แล้วส่งกลับมาในรูปแบบของโค้ด เพื่อให้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์แปลผลออกมาให้แสดงผลเป็นรูปภาพ ข้อความ สื่อมัลติมีเดียบนหน้าเว็บเบราว์เซอร์



รูปที่ 2.7 ผู้ใช้งานเรียกใช้ข้อมูลจากผู้ให้บริการ
(ที่มา อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น, 2564)

เนื่องจากมีเครื่องผู้ให้บริการจำนวนมากและหมายเลขประจำเครื่องมีจำนวนตัวเลขหลายชุด ทำให้จดจำได้ยากในการเรียกใช้งาน จึงมีการคิดค้นระบบขึ้นมาเพื่อให้ง่ายต่อการจดจำ เรียกว่า “ชื่อโดเมน” เป็นชื่อภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษที่สื่อความหมายแทนหมายเลขประจำเครื่อง อาจเป็นชื่อบุคคล หน่วยงาน หรือองค์กร เช่น rbru.ac.th, sanook.com, wichan.net, nectec.or.th เป็นต้น ชื่อโดเมนจะต้องได้รับการจดทะเบียนเพื่อเชื่อมโยงกับหมายเลขประจำเครื่อง โดยชื่อโดเมนทั่วโลกจะต้องไม่ซ้ำกัน ระบบที่ใช้ในการแปลงชื่อโดเมนไปเป็นหมายเลขประจำเครื่องของผู้ให้บริการ เรียกว่า ระบบ DNS (Domain Name System) โดยผู้ให้บริการสัญญาณอินเทอร์เน็ต (ISP) จะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ในการเก็บฐานข้อมูลชื่อโดเมนที่เชื่อมโยงกับหมายเลขประจำเครื่อง เรียกว่า DNS server ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแปลงชื่อโดเมนไปเป็นหมายเลขประจำเครื่องแบบอัตโนมัติ ตามที่ผู้ร้องขอต้องการเมื่อมีการร้องขอ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ผู้ใช้งานเรียกใช้งานข้อมูลจากผู้ให้บริการผ่านโดเมนเนม

(ที่มา อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น, 2564)

2.1.8 ยูอาร์แอล

การใช้งานเว็บเบราว์เซอร์เพื่อเรียกดูเว็บไซต์จากผู้ให้บริการ โดยจะต้องร้องขอบริการผ่าน ยูอาร์แอล (uniform resource locator : URL) หมายถึง ที่อยู่หรือชื่อที่ใช้สำหรับการอ้างอิงที่อยู่ของ ข้อมูล หรือไฟล์เอกสารที่อยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรียกสั้น ๆ ว่า ลิงค์ (link) ซึ่งไฟล์เอกสารอาจไม่ใช่ เอกสารเว็บเสมอไป ยูอาร์แอลอาจจะเป็นที่อยู่ของรูปภาพ เพลง วิดีโอ หรือ ไฟล์เอกสาร ตัวอย่างเช่น

ที่อยู่ไฟล์ HTML : <http://www.rbru.ac.th/index.html>

ที่อยู่ไฟล์รูปภาพ : http://glitter.mthai.com/images/glitter_images/11/965.gif

ที่อยู่ไฟล์ PHP : <http://www.rbru.ac.th/rb/firstStudent.php>

ที่อยู่ไฟล์ PDF : http://wichan.net/pdf/basic_web.pdf

2.1.8.1 ส่วนประกอบของยูอาร์แอล

โดยทั่วไปลิงค์ หรือ ยูอาร์แอล ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก ๆ ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานจะเรียกใช้หรือ ร้องขอข้อมูลหรือบริการรูปแบบใดจากผู้ให้บริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของยูอาร์แอล

(ที่มา อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น, 2564)

1. โพรโทคอล (protocol) เป็นส่วนที่กำหนดรูปแบบ ข้อตกลง กฎ ระเบียบ หรือมาตรฐานที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ร้องขอบริการกับผู้ให้บริการ ซึ่งหากต้องการร้องขอบริการในรูปแบบของเอกสารเว็บจะต้องร้องขอผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพี (hypertext transfer protocol : HTTP) เสมอ
2. ชื่อโดเมน (domain name) บางครั้งอาจเรียกว่า โฮสเนม (host name) ซึ่งเป็นส่วนที่ระบุชื่อของเว็บไซต์ที่ใช้สำหรับการอ้างอิงที่อยู่ของผู้ให้บริการ โดยผ่านการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขประจำเครื่อง (IP address) โดยระบบ DNS ทำให้สามารถเข้าถึงเครื่องเป้าหมายได้อย่างถูกต้องตามที่ต้องการ
3. โฟลเดอร์ (directory) เป็นส่วนที่ระบุชื่อโฟลเดอร์บนเครื่องผู้ให้บริการที่ใช้สำหรับเก็บเอกสารเว็บ อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบโครงสร้างการเก็บข้อมูลของผู้ให้บริการ
4. ชื่อและส่วนขยายของไฟล์ (file name and extension) เป็นส่วนที่ระบุชื่อของไฟล์เอกสาร และส่วนขยายหรือนามสกุลของไฟล์ที่ต้องการอ้างอิงถึง อาจจะเป็นไฟล์เอกสารเว็บ รูปภาพ เพลง หรือไฟล์วีดีโอ หากไม่ระบุชื่อของไฟล์เอกสาร ผู้ให้บริการจะค้นหาไฟล์เริ่มต้น เช่น index.html ก่อนเสมอ

2.2 อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things)

สำหรับอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งนั้นมีคำสำคัญสอง คำคือคำว่า “Internet” ก็คือ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อและสื่อสารจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้ หรือจากเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่งไปยังอีกเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่งได้ ส่วนคำว่า “Thing” นั้นหมายถึง

สรรพสิ่งทุกอย่าง วัตถุ หรือสิ่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ โต้ะ แก้ว อี ปากกา ดินสอ เสื้อผ้า รองเท้า ฯลฯ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Rajkumar Buyya, Amir Vahid Dastjerdi (2016) อธิบายเกี่ยวกับ Internet of Things สรุปได้ว่า เป็นกระบวนทัศน์ (วิธีคิด วิธีปฏิบัติตัวแบบ รูปแบบ กรอบแนวความคิด และแนวทางการศึกษา) ที่ว่าด้วยการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ประโยชน์ให้สามารถเชื่อมต่อกับมนุษย์ได้ โดยอาศัยโครงสร้างพื้นฐานทางการสื่อสารโทรคมนาคม หรืออินเทอร์เน็ต เพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด รวมทั้งการบริการ และเสริมสร้างคุณภาพชีวิตของมนุษย์ เช่น อุปกรณ์ทางการแพทย์ ตู้เย็น กล้องถ่ายภาพและ เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่เชื่อมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งกระบวนทัศน์นี้จะนำไปสู่การสร้างสรรคนวัตกรรมจะสร้างให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ กับมนุษย์ สามารถทำได้ง่าย และสะดวกขึ้น

Robert Lutz (2016) ได้อธิบายเกี่ยวกับ Internet of Things ว่าเป็นระบบที่จะเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์ โดยเป็นระบบที่ให้วัตถุ สิ่งของสามารถสื่อสารเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรอื่น ๆ ได้

Padraig Scully, Knud Lasse Luet (2016) โดยพื้นฐานแล้ว Internet of Things คือ แนวความคิดที่อธิบายการเชื่อมต่อ (Connecting) กับวัตถุทางกายภาพใด ๆ หรือ “สิ่ง (Thing)” ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งการเชื่อมต่อกับวัตถุต่าง ๆ แบบนี้ส่งผลกระทบต่อสำคัญในการจัดการข้อมูล อุปกรณ์จำนวนมากมายที่ต้องปรับเปลี่ยนให้สามารถเชื่อมต่อ หรือสื่อสารกันได้ ดังนั้น Internet of Things จึงเป็นการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาฝังไว้ในสิ่งต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวม และแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ สามารถสื่อสาร หรือเชื่อมโยงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจะไม่ติดต่อกับมนุษย์โดยตรง แต่จะมีอยู่ในสิ่งแวดล้อม อาคาร สถานที่ ต้นไม้ รถยนต์ ๆ ทุกอย่างสามารถเชื่อมต่อได้ ซึ่งบางครั้งเรียกว่า “Smart Objects”

กลุ่มแอดวานซ์ รีเสิร์ช (2559) ได้ให้ความหมาย Internet of Things คือ สภาพแวดล้อมอันประกอบด้วยสรรพสิ่งที่สามารถสื่อสาร และเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลการสื่อสารทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยสรรพสิ่งต่าง ๆ มีวิธีการระบุตัวตนได้ รับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมได้ มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบ และทำงานร่วมกันได้ ความสามารถในการสื่อสารของสรรพสิ่งนี้จะนำไปสู่นวัตกรรม และบริการใหม่อีกมากมาย ตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์ภายในบ้านตรวจ จับการเคลื่อนไหวของผู้อยู่อาศัย และส่งสัญญาณไปสั่งเปิด-ปิดสวิตซ์ไฟตามห้องต่าง ๆ ที่มีคน หรือไม่มีคนอยู่ อุปกรณ์วัดสัญญาณชีพของผู้ป่วย หรือผู้สูงอายุ และส่งข้อมูลไปยังบุคลากรทางการแพทย์ หรือส่งข้อความเรียกหน่วยกู้ชีพหรือรถฉุกเฉิน เป็นต้น

CAT Telecom (บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)) ได้อธิบายเกี่ยวกับ Internet of Things ว่าเป็นแนวคิดของการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์ ให้สื่อสารกันได้ ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอง เพื่อช่วยให้การทำงานของมนุษย์มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจุบันอุปกรณ์ หรือวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา เช่น โทรศัพท์ โทรทัศน์ ตู้เย็น รถยนต์ ฯลฯ ต่างมีความสามารถ หรือมีความฉลาด (Smart) สามารถทำงานได้หลากหลายมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เพื่อติดต่อกับระบบภายนอก และสามารถประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ได้ โดยเทคโนโลยีที่จะทำให้สิ่งของสามารถเชื่อมต่อ และสื่อสารกันได้นั้น เช่น RFID (Radio Frequency Identification) และเซนเซอร์โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้จะประกอบเข้ากับสิ่งของต่าง ๆ พร้อมทั้งสามารถทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตให้ สามารถส่งข้อมูล เพื่อคิดคำนวณ และแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ ซึ่งประโยชน์มากมายในเรื่องการบริหารต้นทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในธุรกิจการขนส่งสินค้า การควบคุมการผลิตใน โรงงาน การขายปลีกในห้าง รวมไปถึงการรักษาความปลอดภัยในสนามบิน หรือการควบคุมการเคลื่อนไหวของ สินค้า หรือการป้องกันการลักขโมยสินค้าในห้าง ดังนั้น Internet of Things จึงเป็นแนวคิดที่อธิบายความเปลี่ยนแปลงของนวัตกรรมด้านการเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ระบบโทรคมนาคม และระบบมวลชนที่จะทำให้ทุกสรรพสิ่งของทุกอย่างในสภาพแวดล้อมทั่วไปของมนุษย์ให้สามารถสื่อสาร หรือเชื่อมต่อกับวัตถุ หรือสรรพสิ่งให้สามารถตรวจสอบ ควบคุม สั่งการ หรือประมวลผลในการเก็บรวบรวม และแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ กันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยการฝังเซนเซอร์ และเชื่อมต่อกับสรรพสิ่งหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักรดิจิทัล เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้า วัตถุสิ่งของ สัตว์ หรือ มนุษย์ และการระบุตัวตนให้สามารถสั่งการควบคุมใช้งาน อุปกรณ์ เก็บรวบรวมข้อมูล สื่อสาร แลกเปลี่ยน หรือการถ่ายโอนข้อมูล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งแตกต่างจากสื่อสารแบบเดิมที่เป็นแบบมนุษย์กับมนุษย์ หรือมนุษย์กับคอมพิวเตอร์เท่านั้น โดยเป็นวิวัฒนาการมาจากการหลอมรวมกันของเทคโนโลยีต่าง ๆ ดังนี้

1. เทคโนโลยีไร้สาย (Wireless technologies) เป็นเทคโนโลยีที่มีการรับ และส่งข้อมูลผ่านกระบวนการผสมสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นพาหะ (Radio Frequency: RF) หรือคลื่นความถี่วิทยุเป็นพาหะ และคลื่นอินฟราเรด (Infrared) เป็นตัวกลางในการรับ และส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ หรือระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์อื่น ๆ
2. ไมโครเทคโนโลยี (Micro Electro-Mechanical) เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ไมโครเทคโนโลยีประกอบด้วยชิ้นส่วนที่มีขนาดระหว่าง 0.001 ถึง 0.1 มิลลิเมตร และจะมีหน่วยประมวลผลกลางอุปกรณ์อื่น ๆ และไมโครเซนเซอร์ (Jean-Baptiste Waldner, 2008)
3. ไมโครเซอร์วิส (Microservices) เป็นการออกแบบสถาปัตยกรรมการออกแบบซอฟต์แวร์ โดยจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ซอฟต์แวร์ออกเป็นบริการ หรือหน่วยย่อย ๆ แยกส่วน มีกระบวนการทำงาน จัดเก็บ แก้ไข และ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประมวลผลข้อมูลตามความเหมาะสมของหน่วยย่อย ๆ นั้น และสามารถเชื่อมต่อ หรือสื่อสารกับ หน่วยย่อยอื่น ๆ ได้ ซึ่งคุณสมบัติสำคัญของไมโครเซอร์วิส คือ เนื่องด้วยในแต่ละ หน่วยบริการของซอฟต์แวร์มีอิสระต่อกันจึงง่ายต่อการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง แก้ไข หากหน่วยใดเกิดความเสียหายก็ยังมีหน่วยอื่น ๆ ที่สามารถทำงานได้ และสามารถใช้งานได้หากมีการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ฐานข้อมูล ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ หรือสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่แตกต่างกัน รองรับผู้ใช้งานจำนวนมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการเลือกใช้งาน

4. อินเทอร์เน็ต (Internet) คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมต่อสื่อสารรับ และส่งข้อมูลระหว่าง เครือข่ายจำนวนมากจากทั่วโลกที่ทุกคนใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน ใช้เป็นแหล่งข้อมูล แหล่งรับ และส่ง ข่าวสาร เป็นแหล่งให้ความบันเทิง ทำธุรกิจต่าง ๆ และเพื่อตอบสนอง ชีวิตประจำวันของเราในด้านต่าง ๆ

นอกจากอาจพบว่ามีคำอีกคำหนึ่งที่คล้ายกับ Internet of Things คือ คำว่า Internet of Everything ซึ่งได้กำหนดขึ้นมาโดยบริษัท Cisco ซึ่งเป็นผู้ดำเนินธุรกิจด้านระบบเครือข่ายสำหรับ อินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และบริการต่างๆ โดยได้อธิบายความแตกต่างระหว่าง Internet of Things กับ Internet of Everything ว่าองค์กร หรือหน่วยงานต่าง ๆ จำนวนมากมี ประสบการณ์ และมีเครือข่ายในการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตที่สามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ไปยังอุปกรณ์หรือวัตถุต่าง ๆ ขององค์กรได้ สำหรับ Internet of Everything เป็นรูปแบบ หรือแนวคิด ขั้นต่อมาของ Internet of Things โดยจากเดิมที่จะมุ่งไปที่การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ด้วยกัน แต่เนื่องด้วยคำว่า “Thing” นั้นมีความหมายครอบคลุมมากมาย ไม่ใช่เพียงแค่อุปกรณ์เท่านั้น แต่อาจเป็นบริบทอื่น ๆ ที่สภาพแวดล้อมที่เรามองไม่เห็น รวมทั้งการเพิ่มขึ้น ของผู้ใช้จำนวนมาก และสารสนเทศใหม่ที่สื่อสารกันนั้นได้มีปริมาณที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตลอดเวลา Internet of Things จึงกลายเป็น Internet of Everything ซึ่งเป็นรูปแบบเครือข่ายของเครือข่ายจำนวนมาก มหาศาล ที่จะเพิ่มโอกาส และความเสี่ยงใหม่ให้กับผู้ใช้ (Michelle Selinger, Ana Sepulveda, Jim Buchan, 2013)

2.2.1 แนวคิดของ Internet of Things

วิธีการที่เห็นได้ทั่วสำหรับการปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์นั้น คือ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ เช่น เม้าส์ หรือ แป้นพิมพ์ เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกแทนที่ด้วยรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบ ใหม่โดยใช้ร่างกายของมนุษย์ในการปฏิสัมพันธ์โดยตรง เช่น การ สัมผัสหน้าจอ การปฏิสัมพันธ์ด้วยอวัยวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่เอกสารที่เผยแพร่ไปยังสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ของร่างกาย ดวงตา นิ้วมือ หรือการปฏิสัมพันธ์ด้วยการแสดงท่าทาง เป็นต้น (Andrew Manches, Pauline Duncan, Lydia Plowman, and Shari Sabeti, 2015)

Tom Bradicich (2015) ได้อธิบายหลักการสำคัญของ Internet of Things คือ “ข้อมูล” ซึ่งข้อมูลในที่นี้หมายถึง สิ่งที่มีอยู่ทั่วไปรอบ ๆ ตัวเรา มีอยู่ในธรรมชาติ มีอยู่ในทุก ๆ ที่ทั่วโลกจำนวนมาก หรือที่เรียกว่า Big Analog Data เช่น แสง เสียง อุณหภูมิ แรงดันไฟฟ้า สัญญาณวิทยุ ความชื้น การสั่นสะเทือนความเร็วลม การเคลื่อนไหว อัตรา เร่ง อนุภาค คลื่นแม่เหล็ก ความดัน เวลา และสถานที่ ฯลฯ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีอยู่จำนวนมาก ถึงแม้ว่าข้อมูลเหล่านี้จะถูกมองว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานทั่วไปที่มีมานานแล้ว แต่มันเป็นความท้าทายที่สำคัญสำหรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาให้อยู่ในรูปของดิจิทัลที่มีอยู่เพียงสองค่า 0 และ 1 โดยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นจะมีการเชื่อมต่อ หรือประสานกันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาผ่านระบบการสื่อสารระบบใดระบบหนึ่ง (อินเทอร์เน็ต) โดยครอบคลุมการทำงานใน 3 ลักษณะ คือ

1. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสังเกตการณ์ได้ (Monitor) หมายถึง Internet of Things จะต้องสามารถตรวจสอบ สังเกตการณ์ รายงาน นำเสนอข้อมูลต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาได้ และข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลทันสมัยในเวลาจริง (Real time) เช่น ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลอุณหภูมิความชื้นของห้องนอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา หรือผู้ใช้สามารถเฝ้าเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในบ้าน สำนักงาน หรือที่ใดก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ คำว่า Real time ในความหมายของ Internet of Things จะแตกต่างจากความหมายทั่วไปที่เข้าใจกัน คือ เวลาจริงของข้อมูลที่ได้จาก Internet of Things นั้นจะเกิดกับอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) เมื่อมีการรับ และส่งข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะเกิดขึ้นที่อุปกรณ์ตรวจจับ และส่งกลับมาที่อุปกรณ์สื่อสาร โดยตรง ไม่ใช่ที่ระบบเครือข่ายหรือระบบคอมพิวเตอร์ที่จะเป็นตัวส่งข้อมูลให้กับอุปกรณ์สื่อสาร
2. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำการบำรุงรักษาดูแล (Maintain) เนื่องจากผู้ใช้สามารถตรวจสอบ หรือสังเกตการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา ผู้ใช้จึงอาจพบข้อมูลบางอย่างที่ต้องการ หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งที่เป็นปัญหาจึงต้องการทำการบันทึก แก้ไข ปรับปรุง อัปเดต ดังนั้น Internet of Things จึงจะต้องสามารถช่วยเหลือผู้ใช้ได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการได้
3. เพื่อให้เกิดแรงกระตุ้นหรือสร้างความสนใจให้กับผู้ใช้ (Motivate) ด้วยการติดต่อ หรือเชื่อมต่อกับผู้ใช้ตลอดเวลา จึงทำให้ Internet of Things สามารถกระตุ้น หรือจูงใจผู้ใช้งาน เช่น สามารถทำให้ลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.2 องค์ประกอบของ Internet of Things

Internet of Things โดยทั่วไปจะมีองค์ประกอบดังนี้

1. Sensor สำหรับเป็นหน่วยรับข้อมูล ซึ่งอาจจะติดตั้งเพิ่มเติมในผลิตภัณฑ์ที่เคยมีอยู่แล้ว หรือเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เพิ่งเกิดมาในโลกยุค Internet of Things หรือ Smart Device
2. การเชื่อมต่อเครือข่าย เพื่อให้ Sensor สามารถส่งข้อมูลไปยังระบบประมวลผลได้ อาจจะเป็นเครือข่ายภายใน หรือใช้เครือข่ายสาธารณะ
3. ระบบประมวลผลสำหรับรับข้อมูลจาก Sensor ชนิดเดียวกันหลาย ๆ ตัว หรือหลาย ๆ ชนิดหลายๆ ตัวก็ได้เพื่อนำมาประมวลผล และส่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้กับผู้ใช้งาน หรือส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ใด ๆ ก็ตาม ซึ่ง Big Data Analytics และ Cloud ก็เป็นอีกเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทในส่วนนี้เป็นอย่างมาก
4. ระบบบริหารจัดการสำหรับการเพิ่มอุปกรณ์เซนเซอร์ และระบบประมวลผลเข้ามาภายในระบบ Internet of Things และการติดตามการทำงาน การดูแลรักษา และการกำหนดค่าต่างๆ ของทุกๆ ส่วน ซึ่งบางครั้งระบบบริหารจัดการนี้ก็จะถูกรวมอยู่เข้ากับระบบประมวลผล
5. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น อุปกรณ์ที่ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์ แต่ทำการรับคำสั่งจากระบบประมวลผล เป็นต้น

2.2.3 ประเภทของ Internet of Things

ปัจจุบันมีการแบ่งกลุ่ม Internet of Things ออกตามตลาดการใช้งานเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. Industrial IoT คือ แบ่งจาก local network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกันในโครงข่าย Sensor nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP network เพื่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ต
2. Commercial IoT คือ แบ่งจาก local communication ที่เป็น Bluetooth หรือ Ethernet (wired or wireless) โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor nodes เดียวกันเท่านั้น หรือเป็นแบบ local devices เพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้เชื่อมสู่อินเทอร์เน็ต

2.2.4 ประโยชน์ของ Internet of Things

เมื่อ Internet of Things เริ่มเข้ามามีอิทธิพลในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น (Michael S Smith, 2015) ย่อมส่ง ผลใน 3 ระดับคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. ระดับบุคคล (Personal Use) โดย Internet of Things จะเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิตของทุกคน การสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถทำได้ง่าย ข้อมูลจำนวนมากจะส่งตรงไปยังผู้ใช้ซึ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน และบริการการต่าง ๆ จะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น สามารถส่งข้อมูลความดันโลหิตระดับน้ำตาลในเลือด หรือข้อมูลอื่น ๆ ที่หมอมต้องการที่ได้จากการเครื่องวัดสุขภาพที่เป็นอุปกรณ์คอยติดตาม และรายงานความเปลี่ยนแปลงทางสุขภาพต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลได้ หรือเซนเซอร์ที่ติดอยู่บนรถเมื่อประสบอุบัติเหตุจะส่งข้อมูลไปยังรถฉุกเฉินเพื่อแจ้งเตือนไปยังการเกิดอุบัติเหตุ และทำการค้นหาผ่านระบบตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ นอกจากนี้ Internet of Things จะนำไปสู่ “สมาร์ทโฮม (Smart home)” หรือบ้านอัจฉริยะที่สามารถปรับอุณหภูมิ เปิด และปิดไฟ ภายในบ้าน เปิด และปิดประตูโรงรถได้ผ่านทางโทรศัพท์มือถือ หรือตู้เย็นที่สามารถติดตามรายงานข้อมูลอาหารที่อยู่ภายในตู้เย็นได้
2. ระดับรัฐบาล (Government Use) การเข้ามา ของเทคโนโลยี Internet of Things นำไปสู่แผนและกลยุทธ์ ในการพัฒนาประเทศของหลาย ๆ ประเทศ ที่ต้องปรับ เปลี่ยนยุทธศาสตร์หรือนโยบายโดย นำเอาแนวคิด Internet of Things มาเป็นเครื่องมือในการนำประเทศไปสู่ “Smart cities” ขึ้น เพื่อช่วยให้การบริหารจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ด้วยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่าย ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ตัวอย่างเช่น ประเทศสิงคโปร์ได้ทำใช้ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์อัจฉริยะกับรถแท็กซี่เพื่อให้รถแท็กซี่ส่งข้อมูลรายงานสภาพการจราจรบนท้องถนน โดยมีเซนเซอร์ที่คอยจัดส่งข้อมูลไปยังศูนย์กลางของเครือข่าย และการวิเคราะห์ทำนายรูปแบบการจราจร และควบคุม สัญญาณไฟจราจรเพื่อปรับเปลี่ยนเส้นทางให้สอดคล้องกับ สภาพการจราจร
3. ระดับโลก (Global Use) เป็นผลจากพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของคนทั่วโลกส่งผลให้การพัฒนา Internet of Thing มีพัฒนาการอย่างรวดเร็ว ทุกคนทั่วโลกสามารถเข้าถึงบริการ Internet of Thing ได้จากเครือข่ายทั่วโลก จากผลการสำรวจสถิติการใช้อินเทอร์เน็ตของ InternetLiveStats.com (เมื่อวันที่ 29 กันยายน 2559) จำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตทั่วโลก มีจำนวนที่เพิ่มขึ้นกระจายไปทั่วทุกประเทศ

จากจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตจำนวนมากดังกล่าว ย่อมส่งผลให้ปริมาณของข้อมูล หรือสารสนเทศต่าง ๆ ในแต่ละวันจึงเพิ่มจำนวนมากขึ้นเช่นกัน หรือที่เรียกว่า Big Data ซึ่งการอธิบายเกี่ยวกับการบริหารจัดการปริมาณข้อมูลจำนวนมากในระดับ Tera Byte (TB) หรือระดับ Peta Byte (PB) เนื่องจากความต้องการในการเข้าถึงใช้งานสารสนเทศในรูปแบบ ข้อความ รูปภาพ วิดีโอ มัลติมีเดีย ฐานข้อมูล ไฟล์

เอกสาร GPS data หรือ sensor data เป็นต้น ในแต่ละวันมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น และเปลี่ยนแปลงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครู ใช้งานเพื่อการศึกษานานนี้ ไม่นานภายใต้นี้เราจะใช้ประโยชน์ด้านการค้าตลอดเวลา และการใช้อุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงเป็นปัจจัยเร่งสำคัญที่ทำให้เกิดการไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทะลักทะลายนของข้อมูลจำนวนมาก หรือว่า Big data นั้นเอง ซึ่งครอบคลุมการเปลี่ยนแปลง 3 ลักษณะ หรือ 3Vs (Margaret Rouse, 2013; Diya Soubra, 2012) ประกอบด้วยปริมาณของข้อมูล จำนวน มาก (Volume) ความหลากหลายของข้อมูล (Variety) และความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล (Velocity) ดังนั้นเมื่อปริมาณการใช้ และข้อมูลสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ตอันมากมายมหาศาลเพิ่มขึ้นทุกปี ทั้งปริมาณคนใช้งาน และประสิทธิภาพความเร็วในการรับ และส่งข้อมูล ย่อมเป็นปัจจัยที่จะเกื้อหนุนแนวคิด Internet of Things สามารถเกิดขึ้นได้รวดเร็วมากขึ้น นอกจากนี้ปัจจัยด้านราคาของอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต มีราคาที่ถูกลงเช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้จากการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เป็น Open Source ที่ให้นักพัฒนาต่าง ๆ สามารถพัฒนาต่อยอดได้อย่างอิสระ และอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่เปิดกว้างให้สามารถนำมาใช้งานได้ เช่น Arduino microcontroller และ Raspberry pi

ตารางที่ 2.1 ปริมาณผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศต่าง ๆ ตั้งพ.ศ. 2543 ถึง 2559

ลำดับ	ประเทศ	จำนวนผู้ใช้ อินเทอร์เน็ต (พ.ศ. 2559)	จำนวนประชากร ทั้งหมด (พ.ศ. 2559)	จำนวนผู้ใช้ที่ เปลี่ยนแปลง ภายใน 1 ปี	ร้อยละของการ เปลี่ยนแปลงจำนวน ผู้ใช้ภายใน 1 ปี
1	จีน	721,434,547	1,382,323,332	15,520,515	2.2 %
2	อินเดีย	462,124,989	1,326,801,576	108,010,242	30.5 %
3	สหรัฐอเมริกา	286,942,362	324,118,787	3,229,955	1.1 %
4	บราซิล	139,111,185	209,567,920	6,753,879	5.1 %
5	ญี่ปุ่น	115,111,595	126,323,715	117,385	0.1 %
24	ไทย	29,078,158	68,146,609	1,708,982	6.2 %

(ที่มา Internet Live Stats (<http://www.InternetLiveStats.com>) ณ วันที่ 29 กันยายน 2559)

2.2.5 ความเสี่ยง หรืออันตรายที่มีต่อ Internet of Things

แม้ว่าแนวคิดของ Internet of Things จะเป็นการนำความสามารถในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นโทรศัพท์มือถือ รถยนต์ ระบบไฟ ตู้เย็น ทีวี เป็นต้น ซึ่ง

สามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้มากมาย แต่อย่างไรก็ตามประเด็นที่ควรให้ความสำคัญในด้านผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากแนวคิดดังกล่าว คือ ความปลอดภัย และความเสถียรต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นอันจะส่งผลกระทบต่อ

ประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่ง OWASP (Open Web Application Security Project) เป็นองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรที่มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการความปลอดภัยบนซอฟต์แวร์ได้ทำการวิจัยเพื่อค้นหาความเสี่ยงหรืออันตรายที่มีต่อ Internet of Things พบว่าภัยคุกคาม 10 อันดับ ด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับ Internet of Things (เทคทอล์คไทย TechTalkThai: 2015) สรุปได้ดังนี้

1. เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันไม่มีความปลอดภัย สามารถล่วงรู้ชื่อผู้ใช้ หรือรหัสผ่านง่ายเกินไป การพิสูจน์ตัวตน และการกำหนดสิทธิ์ที่ไม่ดีพอ ทำให้สามารถคาดเดารหัสผ่าน เจาะเข้าสู่ระบบได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้ข้อมูลอาจถูกขโมย หรืออุปกรณ์อาจถูกแย่งสิทธิ์ควบคุมได้
2. บริการด้านเครือข่ายไม่ปลอดภัย มีช่องโหว่ ทำให้ง่ายต่อการเจาะเข้าสู่ระบบเครือข่าย
3. การเข้ารหัสข้อมูลไม่แข็งแกร่ง สามารถแอบดูข้อมูลที่ส่งผ่านระบบเครือข่ายได้ ส่งผลให้ข้อมูลสำคัญถูกขโมย หรือเปิดเผยสู่โลกภายนอก
4. นโยบายความเป็นส่วนตัวส่วนบุคคล สามารถเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้ที่ไม่ได้ถูกป้องกันอย่างแน่นหนาเพียงพอ ส่งผลให้ข้อมูลส่วนตัวถูกขโมย หรือเปิดเผยสู่ภายนอก
5. คลาวด์อินเทอร์เน็ตแพลตฟอร์มไม่ปลอดภัย สามารถเข้าถึงข้อมูล หรือเข้าควบคุมระบบผ่านทางคลาวด์เว็บไซต์ ส่งผลให้ข้อมูลอาจถูกขโมย หรืออุปกรณ์อาจถูกแย่งสิทธิ์ควบคุมได้
6. โหมบายส์อินเทอร์เน็ตแพลตฟอร์มไม่ปลอดภัย สามารถเข้าถึงข้อมูล หรือควบคุมระบบผ่านทางอินเทอร์เน็ตของอุปกรณ์มือถือ ส่งผลให้ข้อมูลอาจถูกขโมย หรืออุปกรณ์อาจถูกแย่งสิทธิ์ควบคุมได้
7. การตั้งค่าความปลอดภัยไม่ดีพอ อุปกรณ์มีการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูล และการควบคุมไม่ดีพอ ทำให้เกิดช่องโหว่ในการเข้ารหัสหรือการใช้รหัสผ่านที่ง่ายจนเกินไป เพื่อโจมตีอุปกรณ์ หรือเข้าถึงข้อมูลสำคัญได้
8. ซอฟต์แวร์ หรือเฟิร์มแวร์ไม่ปลอดภัย สามารถตรวจสอบข้อมูลของการอัปเดต ซึ่งทำให้ทราบได้ว่าซอฟต์แวร์ หรือเฟิร์มแวร์ในปัจจุบันมีช่องโหว่อะไรบ้าง ส่งผลให้ข้อมูลอาจถูกขโมย หรืออุปกรณ์อาจถูกแย่งสิทธิ์ควบคุมได้
9. ปัญหาเชิงกายภาพของอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย อุปกรณ์รักษาความปลอดภัยไม่ได้ปิดกั้นหรือควบคุมการใช้ USB SD Card หรืออุปกรณ์เก็บข้อมูลประเภทอื่นๆ ซึ่งอาจถูกใช้เป็นช่องทางในการเข้าถึงระบบปฏิบัติการ หรือข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในอุปกรณ์ได้ ส่งผลให้อุปกรณ์ถูกเจาะเพื่อขโมยข้อมูลออกไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

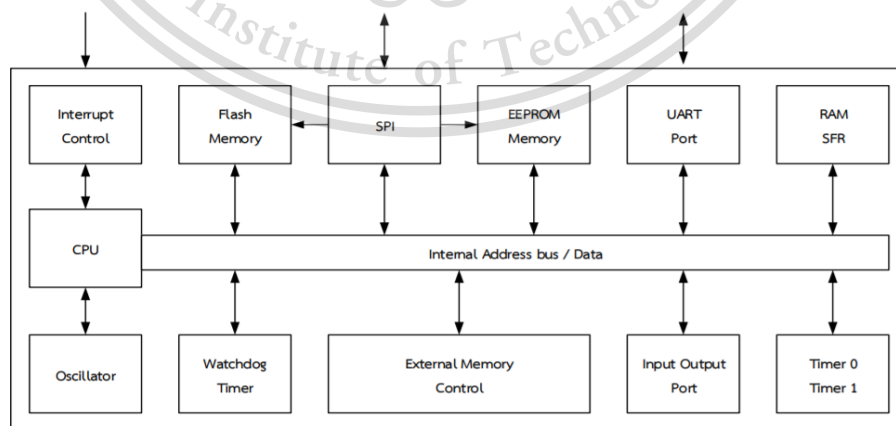
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (อังกฤษ: Microcontroller มักย่อว่า μC , uC หรือ MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ถ้าแปลความหมายแบบตรงตัว คือ ระบบคอนโทรลขนาดเล็กเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่าง ๆ และยังสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขา Input หรือ Output เพื่อสั่งให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อีกด้วย ซึ่งก็นับว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ทั้งทางด้าน Digital และ Analog ยกตัวอย่างเช่น ระบบสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ ระบบบัตรคิว ระบบตอกบัตรพนักงาน และอื่น ๆ ยิ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ในยุคปัจจุบันนั้นสามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบเน็ตเวิร์กของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้อีกด้วย ดังนั้นการสั่งงานจึงไม่ใช่แค่หน้าแผงวงจร แต่อาจจะเป็นการสั่งงานอยู่คนละซีกโลกผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ได้

2.3.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์แต่ละตระกูลนั้นมีโครงสร้างภายในแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต และจุดประสงค์ของการสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้น ๆ พื้นฐานของโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์มีส่วนประกอบดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

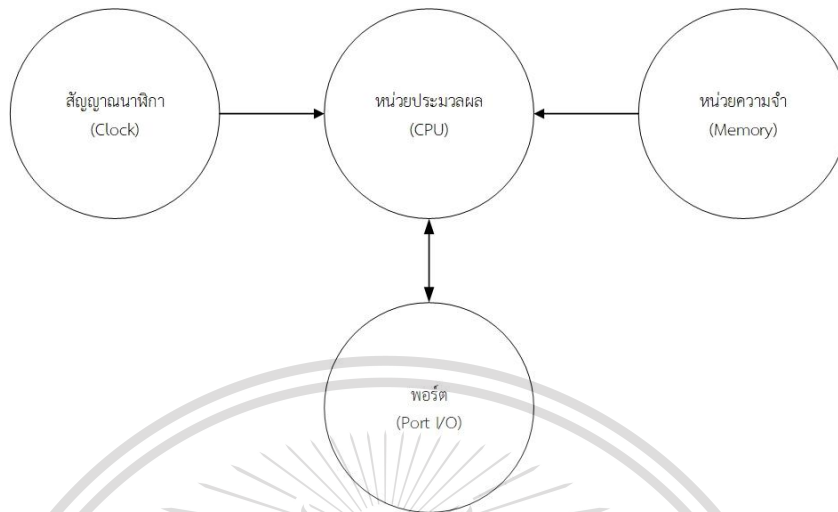


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงานประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผลโดยการทำงานของซีพียูมี 2 จังหวะดังนี้
 - 1.1. เฟตช์ (Fetch) คือ การอ่านคำสั่งโปรแกรมแล้วทำการถอดรหัสคำสั่งเป็นภาษาเครื่อง
 - 1.2. เอ็กซีคิวต์ (Executed) คือ การทำตามคำสั่งโปรแกรมที่ถอดรหัสแล้ว
2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ
 - 2.1. หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือ ข้อมูลใด ๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง
 - 2.2. หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานขดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำ (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และ

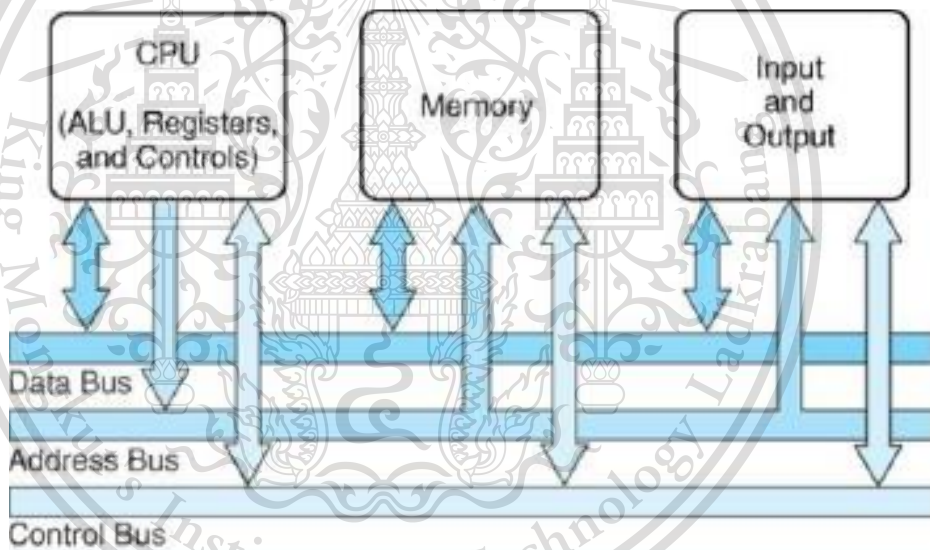
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ส่วนบุคคลเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เป็นอีอีพรอม (EEPROM: Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะ คือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณ หรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณอาจจะด้วยการกดสวิตช์เพื่อนำไปประมวลผล และส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือ เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus) ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การติดต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์

(ที่มา เอกสารประกอบการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2556 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม)

4.1. บัสตำแหน่ง (Address Bus) จะเป็นกลุ่มสายสัญญาณที่ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งของข้อมูลใน

หน่วยความจำ หรือระบุตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ โดยบัสตำแหน่งจะเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ การนำเอกสารนี้ไปใช้ในทางที่ไม่เหมาะสม ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม ถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เส้นทางที่ใช้ส่งข้อมูลออกจากไมโครโพรเซสเซอร์เพียงทิศทางเดียว โดยใช้เพื่อระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ต้องการจะติดต่อกับเท่านั้น

- 4.2. บัสข้อมูล (Data Bus) จะเป็นกลุ่มสายสัญญาณที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล หรือรหัสคำสั่งต่างๆ ระหว่างไมโครโพรเซสเซอร์กับหน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูล อุปกรณ์อินพุต และอุปกรณ์เอาต์พุตทุกตัวที่ต่อพ่วงอยู่กับระบบ โดยบัสข้อมูลนี้จะเป็นแบบสองทิศทางสามารถรับและส่งข้อมูลทั้งไป และกลับได้ในสายสัญญาณเดียวกัน โดยบัสข้อมูลเปรียบเสมือนช่องทางเดินรถถ้ามีมากจะทำให้การติดต่อทำได้รวดเร็วขึ้น เช่น บัสข้อมูลแบบ 8 บิตจะทำงานได้เร็วกว่าบัสข้อมูลแบบ 4 บิต
- 4.3. บัสควบคุม (Control Bus) จะเป็นกลุ่มสายสัญญาณที่ส่งสัญญาณควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของระบบ โดยไมโครโพรเซสเซอร์สามารถส่งสัญญาณไปควบคุมหน่วยความจำ และอุปกรณ์ อินพุต หรือเอาต์พุตภายนอกเพื่ออ่าน หรือเขียนข้อมูลได้ และอุปกรณ์ภายนอกสามารถส่งสัญญาณมาควบคุมการทำงานของไมโครโพรเซสเซอร์ได้ เช่น การรีเซ็ต
- 4.4. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับ การกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

2.3.2 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

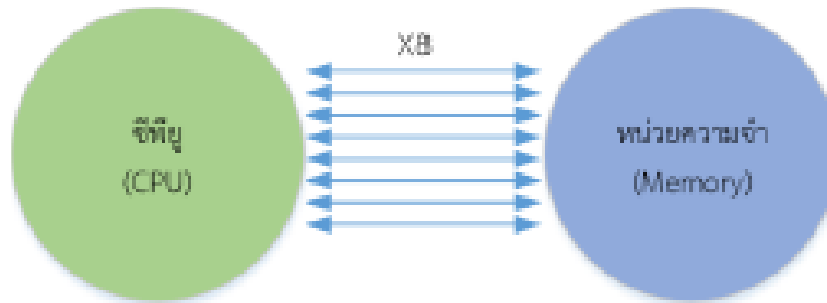
สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์มี 2 แบบดังนี้

1. สถาปัตยกรรมวอนนิวแมนน์ (Von-Neuman Architecture) ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สถาปัตยกรรมนี้ ซีพียูจะติดต่อกับหน่วยความจำผ่านบัสข้อมูลเพียง 8 บิต ทำให้ซีพียูไม่สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำได้ในเวลาเดียวกัน การทำงานจึงค่อนข้างช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.4 สถาปัตยกรรมวอนนิวแมนน์

- สถาปัตยกรรมฮาร์วาร์ด (Harvard Architecture) ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้สถาปัตยกรรมนี้จะมี บัสข้อมูลสองทาง ส่วนแรกคือซีพียูจะติดต่อกับหน่วยความจำแรมผ่านบัสข้อมูล 8 บิต และส่วนที่สองคือ ซีพียูจะติดต่อกับหน่วยความจำรอมผ่านบัสข้อมูล 12, 14, 16 บิต ซีพียูจึงสามารถอ่าน และเข้าถึงหน่วยความจำแรม และหน่วยความจำรอมได้ในเวลาเดียวกันทำให้กระบวนการทำคำสั่งลด ขั้นตอนลงไมโครคอนโทรลเลอร์จึงทำงานได้เร็วขึ้น



รูปที่ 3.5 สถาปัตยกรรมฮาร์วาร์ด

2.3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับความนิยม และมีพัฒนาการมาจนถึงปัจจุบัน

- Z-80 ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้กัน เริ่มตั้งแต่ตัวแรกที่เป็นลักษณะของ CPU ไม่ถึงขั้นเรียกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นลักษณะของ CPU เล็ก ๆ ที่ต้องอาศัยอินพุต หรือเอาต์พุตต่าง ๆ เพิ่มเติมเข้ามา มาก จึงทำให้บอร์ดมีขนาดค่อนข้างใหญ่ จัดได้ว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียนรู้ที่ดีของยุคสมัยนั้น ทำให้ได้เรียนรู้ชุดคำสั่งที่เป็น Op Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.6 Z-80

(ที่มา เอกสารประกอบการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พ.ศ. 2556 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม)

2. MCS-51 บริษัทที่สร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นบริษัทแรก คือ บริษัท Intel ตระกูล MCS-51 เป็นตระกูลที่พัฒนาต่อจาก Z80 ทำให้การศึกษาเรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ง่ายขึ้นกว่าเดิม ไม่ว่าจะเป็นการเขียนโปรแกรมในลักษณะของ Assembly Code แล้วโหลดลงบอร์ดเพื่อใช้งาน ตลอดจนสถาปัตยกรรมในการออกแบบไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นนี้จะช่วยลดอุปกรณ์รอบข้างลงไปได้มากเหมาะที่จะนำไปใช้งานจริง อุปกรณ์รอบข้างจะน้อยกว่า Z-80 มากทำให้ ออกแบบวงจรได้ง่ายขึ้นมาก

รูปที่ 3.7 MCS-51

(ที่มา เอกสารประกอบการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พ.ศ. 2556 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. PIC บริษัท Microchip Technology เป็นผู้สร้าง และผลิต PIC เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ยุคต่อมาที่ได้รับความนิยมสูงอีกตระกูลหนึ่ง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน คำว่า PIC ย่อมาจากคำว่า (Peripheral Interface Controller) ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้มีการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นในทุกด้าน ทำให้ได้รับความนิยมกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ยุคเก่า เพราะในเรื่องของอุปกรณ์ต่อพ่วงที่มีน้อย ประกอบกับมีหน่วยความจำ EEPROM ในตัว จึงทำให้ง่ายต่อการบันทึก และจัดเก็บข้อมูล และ PORT ต่าง ๆ ได้มีการ latch ในตัว IC อยู่ แล้วจึงสามารถต่อออกมาใช้งานภายนอกได้โดยตรง มีกระแสและแรงดันที่เพียงพอ และอีกความสามารถหนึ่ง คือ สามารถโปรแกรมตัว Boot Loader เข้าไปในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ จึงทำให้ง่ายในการโหลดโปรแกรมเข้าไปจากคอมพิวเตอร์โดยผ่านทาง Serial Port และกดปุ่ม Reset เพียงอย่างเดียวไม่ต้องการเครื่องโปรแกรม IC เพิ่มเติม อย่างที่ต้องมีกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นเก่าอย่าง MCS-51



รูปที่ 3.8 PIC

(ที่มา เอกสารประกอบการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2556 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม)

4. AVR เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นต่อมาที่มีการพัฒนาต่อมาจาก MCS-51 โดยบริษัท ATMEL อันเนื่องมาจากว่า MCS-51 ยุคหลังนี้ไม่ค่อยมีคนใช้งานจริง และมีใช้งานแต่เฉพาะในสถาบันการศึกษานั้นเอง ดังนั้น AVR จึงเข้ามาเป็นที่นิยมในการทำงานด้านนี้ โดยคุณสมบัติหลักที่น่าสนใจ คือ สามารถ Interface ผ่าน USB ได้โดยตรง ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ยุคเก่าทำได้ โดยต่อผ่านพอร์ต RS-232 แต่เนื่องด้วยคอมพิวเตอร์ยุคใหม่ พอร์ต RS-232 เริ่มหายาก ดังนั้น AVR จึงได้รับความนิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.9 AVR

(ที่มา เอกสารประกอบการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พ.ศ. 2556 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม)

5. Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดแบบสำเร็จรูปในยุคปัจจุบัน ซึ่งถูกสร้างมาจาก Controller ตระกูล AVR ของ ATMEL ข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด คือ เรื่องของ Open Source ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ และความสามารถในการเพิ่ม Boot Loader เข้าไปที่ตัว AVR จึงทำให้การ Upload Code เข้าตัวบอร์ดสามารถทำได้ง่ายขึ้น และยังมีการพัฒนา Software ที่ใช้ในการควบคุมตัวบอร์ดของ Arduino มีลักษณะเป็นภาษา C++ ที่โปรแกรมเมอร์มีความคุ้นเคยในการทำงาน ตัวบอร์ดสามารถนำโมดูลมาต่อเพิ่ม ซึ่งทาง Arduino เรียกว่าเป็น shield เพื่อเพิ่มความสามารถเพิ่มขึ้น



รูปที่ 3.10 Arduino UNO R3

(ที่มา เอกสารประกอบการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พ.ศ. 2556 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6. Raspberry Pi เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดที่ใช้ Controller ตระกูล ARM เช่นกัน ที่น่าสนใจสำหรับบอร์ด Raspberry Pi คือ การจำลองตัวมันเองให้เป็นระบบคอมพิวเตอร์เครื่องเล็ก ๆ เครื่องหนึ่งที่สามารถรันระบบ Linux ได้ในตัว นั่นก็หมายถึงการดึงระบบต่าง ๆ เพื่อมาใช้งานในบอร์ดทำให้มีความสะดวกมากเพราะมี OS Linux ทำงานให้แทนอยู่แล้ว อย่างเช่นการติดต่อกับระบบ Network การติดต่อกับระบบจอภาพ การติดต่อกับระบบเสียง ตลอดจนการติดต่อกับระบบการเก็บข้อมูลผ่าน SD Card ซึ่งสามารถทำได้ครบและครอบคลุมด้วย ระบบปฏิบัติการ Linux ที่รันอยู่บนตัวบอร์ด Raspberry Pi

2.3.4 ไมโครโพรเซสเซอร์

จากการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตไอซีรวมได้มีความก้าวหน้าขึ้นอย่างมากมีการนำทรานซิสเตอร์หลาย ๆ ตัวมาสร้างรวมไว้ด้วยกัน และพัฒนาจนเป็นทรานซิสเตอร์ล้าน ๆ ตัวมาไว้ในวงจรรวมแบบ LSI (Large Scale Integrated Circuit) ได้ และมีการพัฒนาต่อไปโดยสามารถรวมเอาวงจรถ่ายเป็นหน่วยประมวลผลกลางของระบบคอมพิวเตอร์มาบรรจุอยู่ในไอซีโดยเรียกไอซีนี้ว่า ไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) มาต่อหน้าไมโครโพรเซสเซอร์ร่วมกับหน่วยความจำ และหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตจะทำให้ได้เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กขึ้นมาเรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) คือ คอมพิวเตอร์ที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์เป็นหน่วยประมวลผลกลาง

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่มีความสามารถในการประมวลผลและตัดสินใจต่าง ๆ สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรรีเลย์หรือทรานซิสเตอร์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี เหมาะกับการนำไปใช้ในงานควบคุมต่าง ๆ ซึ่งภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ อุปกรณ์อินพุต หรือเอาต์พุต และวงจรมีสัญญาณนาฬิกาเหมือนกับนำระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กบรรจุไว้ในไอซีตัวเดียว

ไมโครโพรเซสเซอร์ไม่สามารถต่อใช้งานได้เพียงตัวเดียวจะต้องต่อกับหน่วยความจำ และอุปกรณ์อินพุต หรือเอาต์พุตจึงจะสามารถนำไปใช้งานได้ แต่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปใช้ในงานควบคุมได้ทันทีเพราะภายในได้รวมเอาหน่วยความจำ อุปกรณ์อินพุต หรือเอาต์พุต และวงจรถ่ายที่จำเป็นบางส่วนเข้าไว้ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยรูปร่างภายนอกของไอซีไม่สามารถบอกได้ว่าอุปกรณ์ตัวนั้นเป็นไมโครโพรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องศึกษาเอกสารรายละเอียดจากผู้ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4 NodeMCU

NodeMCU คือ บอร์ดคล้าย Arduino ที่สามารถเชื่อมต่อกับ W-iFi ได้ สามารถเขียนโปรแกรมด้วย Arduino IDE ได้เช่นเดียวกับ Arduino และบอร์ดก็มีราคาถูกเหมาะสมแก่ผู้ที่คิดจะเริ่มต้นศึกษา หรือทดลองใช้งานเกี่ยวกับ Arduino IoT อิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้แต่การนำไปใช้จริงในโปรเจคต่างๆ ก็ตาม เพราะราคาไม่แพง

ภายในบอร์ดของ NodeMCU ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้ เช่น ESP32 หรือ ESP8266 พร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น พอร์ต micro USB สำหรับจ่ายไฟ หรืออัปโหลดโปรแกรม ชิพสำหรับอัปโหลดโปรแกรมผ่านสาย USB ชิพแปลงแรงดันไฟฟ้า และขาสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก เป็นต้น

จุดเด่นของ NodeMCU

1. สามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ได้โดยไม่ต้องติดตั้งโมดูล Wi-Fi เพิ่มเติม
2. ราคาถูกมาก เมื่อเทียบกับบอร์ดที่มี Wi-Fi ในตัวรุ่นอื่น ๆ
3. สามารถเขียน และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ดด้วยโปรแกรม Arduino IDE ผ่านสาย USB แบบเดียวกับที่ใช้ซอร์สโค้ดที่ทำได้
4. สามารถอัปโหลดโปรแกรมผ่าน W-iFi ได้ เรียกว่า Over the Air (OTA)
5. ตัวบอร์ดมีขนาดเล็ก

2.5 บอร์ด ESP32

บอร์ด ESP32 เป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi มีความสามารถการเชื่อมต่อ Bluetooth Low-Energy (BLE, BT4.0, Bluetooth Smart) ผลิตโดยบริษัท Espressif จาก ประเทศจีน ESP32 ได้แก้ไขจุดด้อยต่าง ๆ ของ ESP8266 ไปจนหมดไม่ว่าจะเรื่องของ I/O และ Analog Input ที่ไม่เพียงพอกับการใช้งาน และปรับสเปกของ hardware ให้สูงขึ้น และมีความเสถียรภาพสูง

2.5.1 การพัฒนาของบอร์ด ESP32

หลังจากที่บริษัท Espressif ได้ออกไอซี ESP8266 และได้รับความนิยมสูงสุดก็ได้ออกไอซีรุ่นใหม่

ชื่อว่า ESP31B มีการพัฒนาชุดซอฟต์แวร์ ESP32_RTOS_SDK ไปพร้อมกันแต่หลังจากนั้นไม่นานไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บริษัท Espressif ได้ยกเลิกการใช้ชุดซอฟต์แวร์พัฒนาดังกล่าวไปแล้วว่าการสร้างชุดพัฒนาใหม่ชื่อ ESP-IDF แล้วได้ออกไอซี ESP32 เป็นครั้งแรก

บริษัท Espressif ได้ผลิตโมดูล ESP-WROOM-32 ออกมา จากนั้นบริษัท AiThinker และ Seeedstudio ก็ได้ผลิตโมดูล ESP3212 ขึ้นมา แต่ด้วยปัญหาด้านการออกแบบจึงได้ยกเลิกการผลิตแล้วหันไปผลิต ESP32S แทน โดยมีลายวงจรเหมือนกับ ESP-WROOM-32 ทุกอย่าง

2.5.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาบอร์ด ESP32

MicroPython-ESP32 รองรับการใช้งานพื้นฐานภาษา Python ส่วนใหญ่ได้รองรับการจัดการ Wi-Fi การเชื่อมต่อต่าง ๆ ของ ESP32 ส่วน Espruino on ESP32 ใช้ภาษา JavaScript ในการสั่งงาน และรองรับการเขียนโปรแกรมแบบ Text และภาษาบล็อก (Block) และ LuaNod ก็รองรับคำสั่งที่ไชน Lua จริง ๆ แทบทุกคำสั่ง และรองรับการควบคุม Wi-Fi ได้เต็มรูปแบบ

2.5.3 โมดูล (Module) ของบอร์ด ESP32

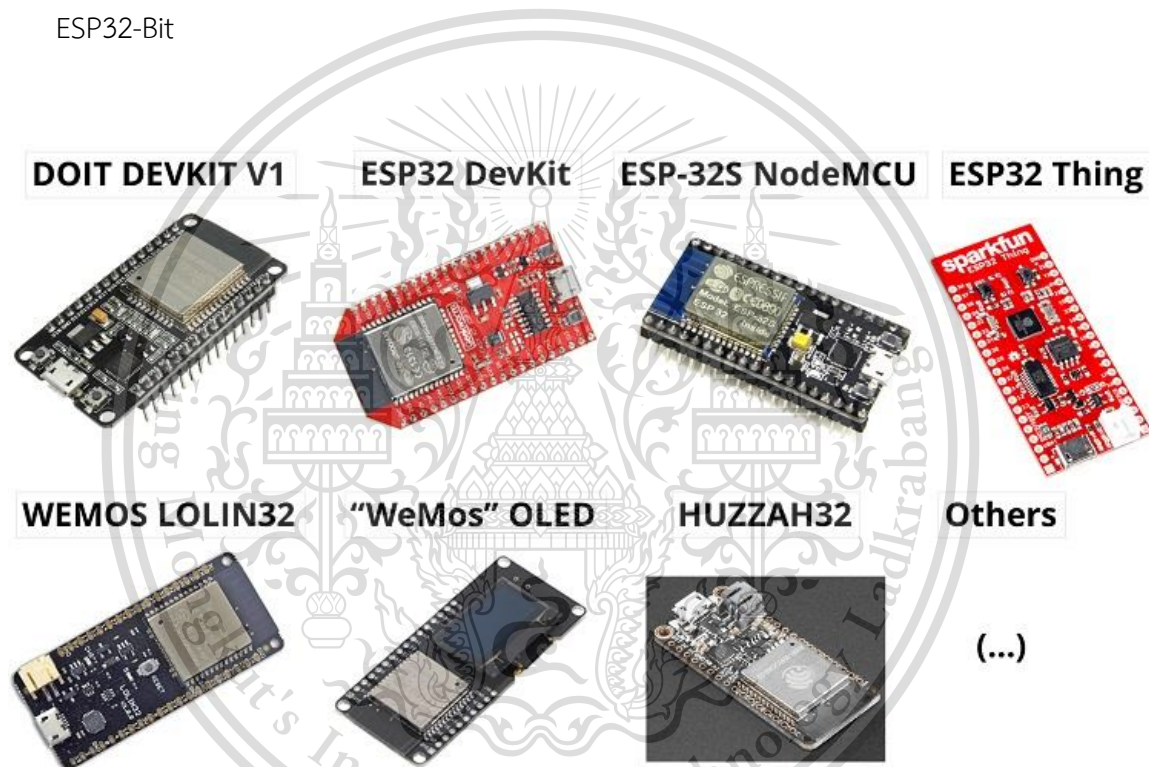
1. WROOM-32 ผลิตโดยบริษัท Espressif (บริษัทผู้ผลิตชิปไอซี ESP32) มีอยู่ด้วยกัน 2 เวอร์ชัน เวอร์ชันแรกจะแสดงเฉพาะโลโก้ของบริษัท Espressif และมีคำว่า ESP-WROOM-32 ส่วนเวอร์ชันที่สองเกิดจากการที่ชิปได้ผ่านการทดสอบได้รับรองจากมาตรฐานต่าง ๆ จึงได้ออกรุ่นที่แสดงหมายเลขใบรับรองบนชิปออกมา และได้ใช้จนมาถึงรุ่นปัจจุบัน ตัวโมดูลมาพร้อมกับเสาอากาศแบบ PCB บนตัว มีกรอบคลุมอุปกรณ์ทั้งหมดบนโมดูลเพื่อลดสัญญาณรบกวนลง ซึ่งจะทำให้การทำงานโดยรวมมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น ชิป ESP-WROOM-32 นี้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการใช้งานในด้านต่าง ๆ เนื่องจากสามารถผลิตได้ทันความต้องการ และมีราคาถูกกว่าโมดูลที่ผลิตโดยผู้ผลิตอื่น ๆ มาก นอกจากนี้ ตำแหน่งขาต่าง ๆ ของ ESP-WROOM-32 ยังถือเป็นมาตรฐานที่โมดูลจากผู้ผลิตอื่นต้องทำตามอีกด้วย
2. ESP-32S คือ บอร์ดโมดูล (ESP32 chip + PCB board + cover box) ของบริษัท Ai-Thinker โดยมีขนาดขาใช้งาน และขนาดของตัวถังลายวงจรต่าง ๆ เหมือนกับ ESP-WROOM-32 ของ Espressive และสามารถใช้ทดแทนกันได้ แต่ทั้งนี้ราคาของ ESP32S แพงกว่าโมดูล ESP-WROOM-32 และ ESP32-Bit ทำให้ไม่ค่อยได้รับความนิยมในการนำไปใช้งานเท่าไร บริษัทผลิตบอร์ดไมโครคอมพิวเตอร์ในจีน eBox และ Widora ได้พัฒนาโมดูล ESP32-Bit ข้อดี คือ มีขนาดเล็กกว่า ESP-WROOM-32 ทำให้ช่วยลดขนาดของบอร์ดพัฒนาสามารถเลือกใช้เสาอากาศภายนอกโดยใช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- คอนเนคเตอร์แบบ IPEX หรือเลือกใช้เสาอากาศแบบเซรามิคบนตัวโมดูล สวนข้อเสียคือ มีการตัดขาใช้งานบางส่วนออกไปทำให้มีขาใช้งานน้อยลง
3. IntoRobot-W32/W33 ผลิตโดยบริษัท IntoRobot มีอยู่ด้วยกัน 2 รุ่น คือ รุ่น W32 ที่ใช้เสาอากาศแบบ PCB ที่อยู่บนบอร์ด และรุ่น W33 ที่มีเสาแบบเซรามิคเป็นเสาหลักในการรับสัญญาณ และสามารถเปลี่ยนไปใช้คอนเนคเตอร์แบบ IPEX สำหรับต่อเสาอากาศภายนอกได้ ตำแหน่งขา และขนาดของโมดูลจะมีขาต่อใช้งานทั้งหมด 31 ขา น้อยกว่า ESP-WROOM-32 หรือ ESP32S แต่มีขามากกว่าโมดูล ESP32-Bit มีขนาดเล็กกว่า ESP-WROOM-32/ESP32S แต่มีขนาดใหญ่กว่าโมดูล ESP32-Bit



รูปที่ 3.11 โมดูลต่าง ๆ ของบอร์ด ESP32

(ที่มา <https://randomnerdtutorials.com/esp32-pinout-reference-gpios/>)

2.5.4 คุณสมบัติ (Features) ของบอร์ด ESP32

1. 240 MHz dual core Tensilica LX6 microcontroller with 600 DMIPS
2. Integrated 520 KB SRAM
3. Integrated 802.11 b/g/n HT40 Wi-Fi transceiver, baseband, stack and LwIP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. Integrated dual mode Bluetooth (classic and BLE)
5. 16 MB flash, memory-mapped to the CPU code space
6. 2.3V to 3.6V operating voltage
7. -40°C to +125°C operating temperature
8. On-board PCB antenna / IPEX connector for external antenna

Security Related

1. WEP, WPA/WPA2 PSK/Enterprise
2. Hardware-accelerated encryption: AES/SHA2/Elliptical
3. Curve Cryptography/RSA-4096

Performance

1. Max data rate of 150 Mbps@11n HT40, 72 Mbps@11n HT20, 54
2. Maximum transmit power of 19.5 dBm@11b, 16.5 dBm@11g, 15.5 dBm@11n
3. Minimum receiver sensitivity of -97 dBm
4. 5 μ A power consumption in Deep-sleep

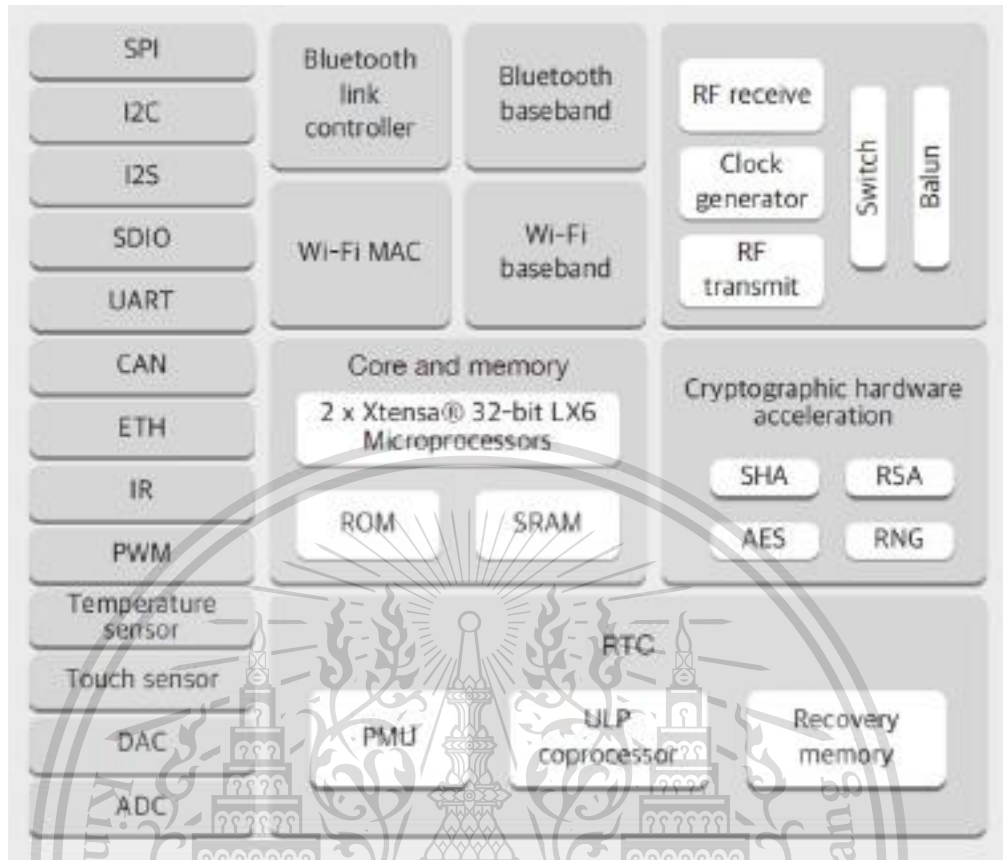
2.5.5 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ของบอร์ด ESP32

สถาปัตยกรรมนี้มี 48 pin ใช้งาน ULP (Ultra Low Power Processor) สามารถ Deep Sleep 2 core processor แต่ยังคงเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้ และปลุกตื่นได้โดยใช้กระแส 150 μ A รองรับ Bluetooth 4.2 BLE Standard ราคาไม่แพงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.12 บล็อกไดอะแกรมของบอร์ด ESP32

(ที่มา หนังสือประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ หัวข้อการประยุกต์ใช้ IOT ขั้นสูง)

2.5.6 Pinout ของบอร์ด ESP32

บอร์ด ESP32 สามารถตัดสินใจได้ว่าพินใดเป็น UART, I2C หรือ SPI เพียงแค่ต้องตั้งค่านับบนโค้ด สิ่งนี้เป็นไปได้เนื่องจากคุณสมบัติการมัลติเพล็กซ์ของชิป ESP32 ที่ช่วยให้สามารถกำหนดหลายฟังก์ชันให้กับพินเดียวกันได้ หากคุณไม่ได้ตั้งค่าไวโรหัทสมุดจะถูกใช้เป็นค่าเริ่มต้นดังแสดงในรูปด้านล่าง (ตำแหน่งพินอาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต)

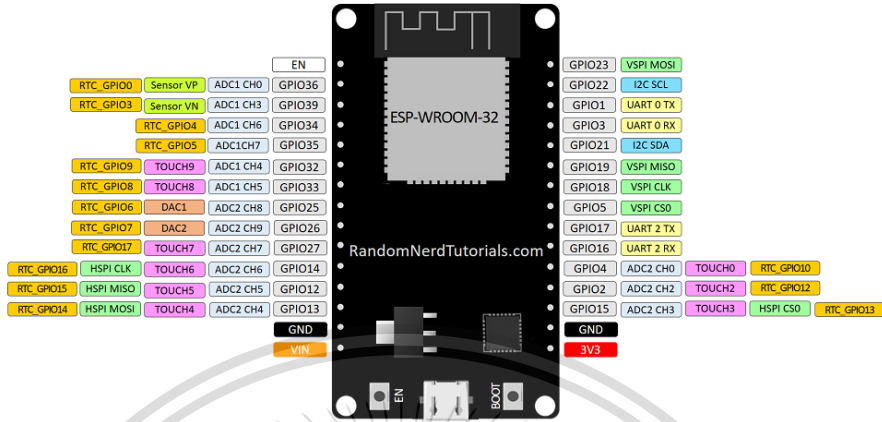
1. EPS32 Version with 30 GPIOs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ESP32 DEVKIT V1 – DOIT version with 30 GPIOs

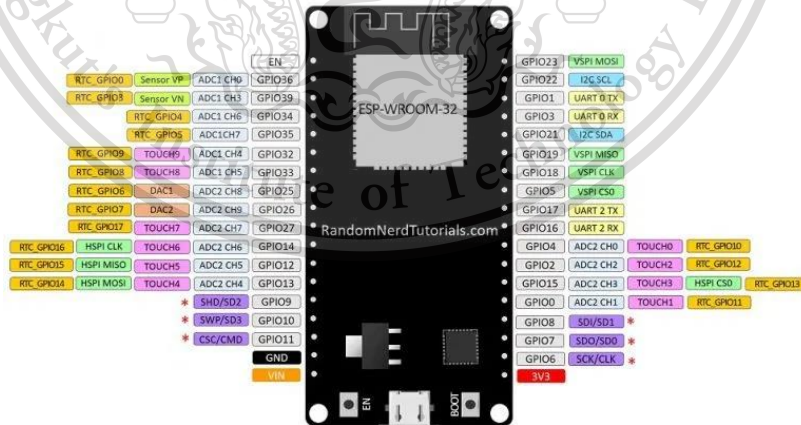


รูปที่ 3.13 EPS32 Version with 30 GPIOs

(ที่มา <https://randomnerdtutorials.com/esp32-pinout-reference-gpios/>)

2. EPS32 Version with 36 GPIOs

ESP32 DEVKIT V1 – DOIT version with 36 GPIOs



รูปที่ 3.14 EPS32 Version with 36 GPIOs

(ที่มา <https://randomnerdtutorials.com/esp32-pinout-reference-gpios/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5.7 โหมดประหยัดพลังงาน (Deep Sleep on ESP32)

การที่ ESP32 ของทำงานในโหมดแอคทีฟ โดยใช้แบตเตอรี่นั้นไม่เหมาะสมอย่างยิ่งเนื่องจากพลังงานจากแบตเตอรี่จะหมดเร็วมาก หากทำให้ ESP32 อยู่ในโหมด Deep Sleep จะช่วยลดการใช้พลังงาน และแบตเตอรี่ของจะใช้งานได้นานขึ้น

โหมด Deep Sleep คือ การใช้วงจรไฟฟ้าภายใน ESP32 เป็นตัวกระตุ้น แล้วทำให้ ESP32 ตื่นขึ้นมา มักจะหมายถึงการปลุกให้ตื่นตามเวลาด้วย RTC โดยปกติแม้ส่วนวงจรอื่น ๆ ของ ESP32 จะถูกปิดการทำงาน แต่ส่วนของ RTC จะยังนับ และจดจำค่าเวลาต่อไปเรื่อย ๆ トラバディที่ยังมีการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเลี้ยงอยู่ตลอด เพื่อรอการตั้งค่าเวลาออกมาใช้งาน

โมดูล Wi-Fi แคนการประมวลผล และโมดูล Bluetooth นั้นต้องใช้กระแสไฟจำนวนมากในการทำงาน ดังนั้นหากเราต้องการประหยัดพลังงานเราต้องปิดการใช้งานเมื่อไม่ใช้งาน นั่นก็คือจะให้ ESP32 เข้าสู่โหมด Deep Sleep ที่จะปิดการใช้งานทุกอย่างยกเว้นโมดูล RTC

Power mode	Description	Power consumption
Active (RF working)	Wi-Fi Tx packet 14 dBm ~ 19.5 dBm	Please refer to Table 10 for details.
	Wi-Fi / BT Tx packet 0 dBm	
	Wi-Fi / BT Rx and listening	
Modem-sleep	The CPU is powered on.	Max speed 240 MHz: 30 mA ~ 50 mA
		Normal speed 80 MHz: 20 mA ~ 25 mA
		Slow speed 2 MHz: 2 mA ~ 4 mA
Light-sleep	-	0.8 mA
Deep-sleep	The ULP co-processor is powered on.	150 μ A
	ULP sensor-monitored pattern	100 μ A @1% duty
	RTC timer + RTC memory	10 μ A
Hibernation	RTC timer only	5 μ A
Power off	CHIP_PU is set to low level, the chip is powered off	0.1 μ A

รูปที่ 3.15 The power consumption of the different power modes

(ที่มา <https://randomnerdtutorials.com/esp32-deep-sleep-arduino-ide-wake-up-sources/>)

2.5.7.1 วิธีการใช้โหมด Deep Sleep บนโปรแกรม Arduino IDE

1. ต้องกำหนดค่าแหล่งที่มาของการปลุก ซึ่งหมายถึงกำหนดค่าสิ่งที่ปลุก ESP32 คุณสามารถใช้หนึ่งหรือรวมแหล่งที่มาของการปลุกมากกว่าหนึ่งแหล่งก็ได้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. สามารถตัดสินใจได้ว่าจะปิด หรือเปิดอุปกรณ์ต่อพ่วงใดในระหว่างโหมด Deep Sleep อย่างไรก็ตามตามค่าเริ่มต้น ESP32 จะปิดอุปกรณ์ต่อพ่วงที่ไม่จำเป็นโดยอัตโนมัติด้วยแหล่งการปลุกที่คุณกำหนด
3. สุดท้ายคุณใช้ฟังก์ชัน `esp_deep_sleep_start()` เพื่อให้ ESP32 เข้าสู่โหมด Deep Sleep

2.5.7.2 คำสั่งการปลุกบอร์ด ESP32 จากโหมด Deep Sleep

โหมดการใช้งาน Deep Sleep จะแบ่งได้ตามวิธีการ “ปลุกให้ตื่น” โดยสามารถแบ่งลักษณะการปลุกให้ตื่น 3 แบบดังต่อไปนี้

1. Timer Wake Up

ESP32 สามารถเข้าสู่โหมด Deep Sleep จากนั้นตื่นขึ้นมาตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้า คุณสมบัตินี้มีประโยชน์เป็นพิเศษหากกำลังใช้งานโปรเจกต์ที่ต้องใช้การประทับการเวลา หรืองานประจำวัน ในขณะที่ยังคงใช้พลังงานต่ำ

Enable Timer Wake Up เพื่อปลุกหลังจากระยะเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้านั้นตรงไปตรงมามาก ใน Arduino IDE จะต้องระบุเวลาหลักเป็นไมโครวินาทีในฟังก์ชันต่อไปนี้

```
esp_sleep_enable_timer_wakeup(time_in_us)
```

2. Touch Wake Up

สามารถปลุก ESP32 จากโหมด Deep Sleep โดยใช้หมุดสัมผัส ส่วนนี้แสดงวิธีการทำโดยใช้ Arduino IDE

Enable Touch Wake Up เพื่อปลุกขึ้นมาโดยใช้หมุดสัมผัสนั้นใน Arduino IDE ต้องใช้ฟังก์ชันต่อไปนี้

```
esp_sleep_enable_touchpad_wakeup()
```

3. External Wake Up

นอกจากตัวจับเวลา และพินแบบสัมผัสแล้วเรายังสามารถปลุก ESP32 จากโหมด Deep Sleep ได้โดยการสลับค่าของสัญญาณบนพิน เช่น การกดปุ่ม นี้เรียกว่า การตื่นจากภายนอก คุณมีความเป็นไปได้ในการปลุกจากภายนอก 2 แบบ คือ `ext0` และ `ext1`

3.1. External Wake Up (ext0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แหล่งที่มาของการปลุกนี้ช่วยให้ใช้พินเพื่อปลุก ESP32 ตัวเลือกแหล่งที่มาของการปลุก ext0 ใช้ RTC GPIO เพื่อปลุก ดังนั้นอุปกรณ์ต่อพ่วง RTC จะถูกเก็บไว้ในระหว่างการนอนหลับสนิทหากมีการร้องขอแหล่งที่มาของการปลุกนี้ ในการใช้แหล่งปลุกนี้ให้คุณใช้ฟังก์ชันต่อไปนี้

```
esp_sleep_enable_ext0_wakeup(GPIO_NUM_X, level)
```

ฟังก์ชันนี้ยอมรับเป็นอาร์กิวเมนต์แรกของพินที่คุณต้องการใช้ในรูปแบบนี้ GPIO_NUM_X ซึ่ง X แทนหมายเลข GPIO ของพินนั้น อาร์กิวเมนต์ที่สองระดับสามารถเป็น 1 หรือ 0 ได้ซึ่งแสดงถึงสถานะของ GPIO ที่จะทำให้เกิดตื่นขึ้นมา

3.2. External Wake Up (ext1)

แหล่งที่มาของการปลุกนี้ช่วยให้คุณใช้ RTC GPIO หลายรายการ และแหล่งที่มาของการปลุกนี้ ดำเนินการโดยตัวควบคุม RTC ดังนั้นอุปกรณ์ต่อพ่วง RTC และความทรงจำ RTC จึงสามารถปิดได้ในโหมดนี้ ในการใช้แหล่งปลุกนี้ให้คุณใช้ฟังก์ชันต่อไปนี้

```
esp_sleep_enable_ext1_wakeup(bitmask, mode)
```

ฟังก์ชันนี้ยอมรับ 2 อาร์กิวเมนต์

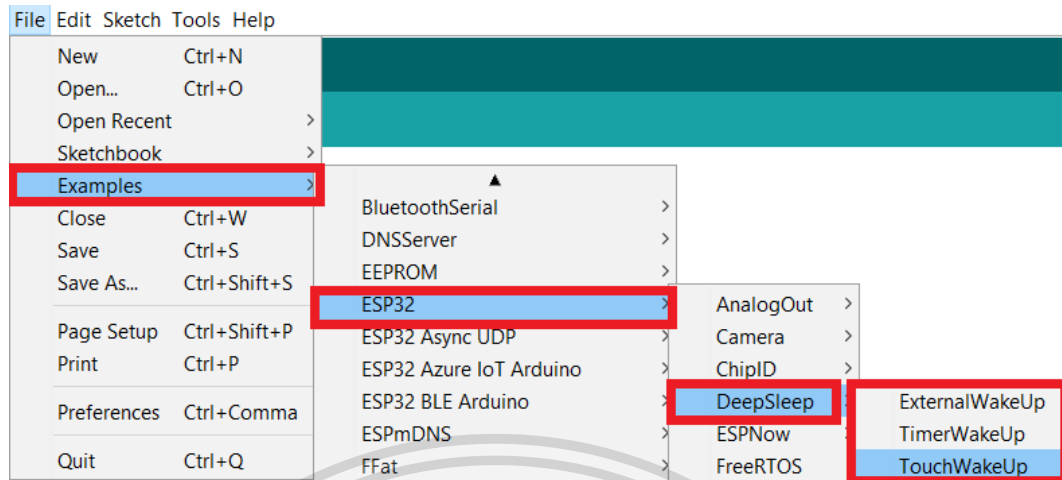
- ESP_EXT1_WAKEUP_ALL_LOW ตื่นขึ้นมาเมื่อ GPIO ทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำ
- ESP_EXT1_WAKEUP_ANY_HIGH ตื่นขึ้นมาเมื่อ GPIO ทั้งหมดอยู่ในระดับสูง

จากที่กล่าวมาสามารถเรียกโค้ดตัวอย่างได้จากการติดตั้ง Library ของบอร์ด ESP32 บนโปรแกรม Arduino IDE โดยกด File > Examples > ESP32 > Deep Sleep ซึ่งสามารถเลือกการปลุกได้ทั้ง 3 แบบดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.16 การเรียกโค้ดตัวอย่างการปลุก ESP32 จากโหมด Deep Sleep

2.6 บอร์ด ESP32 Camera Dev Boards

บอร์ด ESP32 Development board ที่มาพร้อมกับกล้อง ซึ่งจะมีหลายโมดูลที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น การรองรับ MicroSD Card ไมโครโฟน หน้าจอ และอื่น ๆ อีกมากมายในราคาที่สมเหตุสมผล บอร์ดนี้สามารถสร้างโครงงานที่เกี่ยวกับภาพ สตรีมมิงวิดีโอ (Video streaming) การจดจำและตรวจจับใบหน้า (Face recognition and detection) และการประยุกต์ใช้ AI อื่น ๆ

ทุกโมดูลจะมีกล้อง OV2640 เหมือนกัน มาพร้อมกับสายเคเบิลที่ไว้เชื่อมต่อกับ ESP32 Development board และสามารถโปรแกรมได้โดยใช้ Arduino IDE

2.6.1 โมดูล (Module) ของบอร์ด ESP32 Camera Dev Boards

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของแต่ละโมดูลของ ESP32 Development board

	AI-THINKER	ESP-EYE	T-JOURNAL	TTGO T-PLUS	TTGO T-CAMERA	M5-CAMERA A/B	M5 ESP32-CAM
PSRAM (MB)	4	8	x	8	8	4	x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Screen	x	x	0.91inch SSD1306 OLED	1.3inch TFT display (ST7789)	0.96inch SSD1306 OLED	x	x
MicroSD CARD	/	x	x	/	x	x	x
Microphone	x	/	x	/	x	/ (add on)	/ (add on)
Function button	x	/	/	x	/	x	/
Battery Connector	x	x	/	/	/	x	/
Buit-in programmer	x	/	/	/	/	/	/
GPIOs	10	x	4	2	x	x	x
Motion sensor	x	x	x	x	/	x	x
Grove connector	x	x	x	/	/	/	/

(ที่มา <https://makeradvisor.com/esp32-camera-cam-boards-review-comparison/>)

จากในตารางที่ 2.2 จะทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแต่ละโมดูลของ ESP32 Development board ทั้งหมด 7 บอร์ด และจะอธิบายเกี่ยวกับแต่ละบอร์ดคร่าว ๆ ดังนี้

1. ESP32-CAM AI-Thinker เป็นหนึ่งในบอร์ดพัฒนา ESP32 ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดซึ่งมาพร้อมกับคุณสมบัติที่มีประโยชน์มากมาย และราคาประมาณถูก ซึ่งมีชิพ ESP32-S และมาพร้อมกับกล้อง OV2640 ขนาด 2MP บอร์ดนี้มี PSRAM ขนาด 4MB ซึ่งใช้สำหรับการบัฟเฟอร์ภาพจากกล้องไปยังการสตรีมวิดีโอ หรืองานอื่น ๆ และช่วยให้ใช้คุณภาพที่สูงขึ้นในรูปภาพของคุณได้โดยไม่ทำให้ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างของบอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker ซึ่งมี 10 GPIOs ที่สามารถเข้าถึงได้ และพินเพาเวอร์ อย่างไรก็ตาม ไม่ควรใช้พินเหล่านี้เพื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์อื่น ๆ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

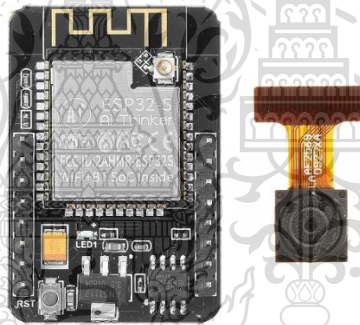
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ไม่สามารถใช้ GPIO ทั้งหมดได้เนื่องจากกล่องบางตัวใช้งานโดยกล่อง หรือการ์ด microSD ดังนั้นต้องระมัดระวังในการGPIOs

บอร์ด ESP32-CAM มาพร้อมกับเสาอากาศอนบอร์ด แต่ยังมีขั้วต่อ IPEX ช่วยให้สามารถใส่เสาอากาศภายนอกเพื่อปรับปรุงช่วงการสื่อสาร Wi-Fi มาพร้อมกับปุ่มรีเซ็ตบนบอร์ดเพื่อรีเซ็ตบอร์ดและไฟ LED ในตัวที่ทำงานเป็นไฟแฟลช ไฟแฟลชมีประโยชน์ในการทำให้มีแสงแฟลชก่อนที่จะสตรีมวิดีโอ หรือถ่ายภาพ อย่างไรก็ตามไฟแฟลชจะใช้ GPIO ร่วมกับ GPIO ของการ์ด microSD ตัวใดตัวหนึ่ง ซึ่งหมายความว่าเมื่อใช้ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับการ์ด microSD ไฟ LED จะสว่างขึ้นเป็นครั้งคราวแม้ว่าจะไม่ต้องการก็ตาม

ข้อเสียที่สำคัญอย่างหนึ่งของ ESP32-CAM คือ ไม่มีอินเทอร์เฟซ USB-to-UART ซึ่งไม่สามารถเชื่อมต่อ ESP32-CAM กับคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงโดยใช้สาย USB ต้องใช้โปรแกรมเมอร์ FTDI อย่างไรก็ตามนี่เป็นหนึ่งในบอร์ดพัฒนา ESP32 ที่มีกล่องหลากหลาย และราคาถูกที่สุด



รูปที่ 2.10 ESP32-CAM AI-Thinker

(ที่มา <https://makeradvisor.com/esp32-camera-cam-boards-review-comparison/>)

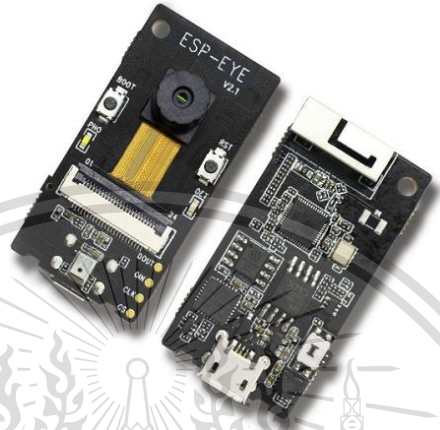
2. ESP-EYE เป็นบอร์ดที่ใช้ ESP32 สำหรับปัญญาประดิษฐ์ (AI) พร้อมการปลุกด้วยเสียง และการจดจำใบหน้า มาพร้อมกับกล้อง 2 MP OV2640 บนบอร์ดมีไมโครโฟน รีเซต บูท ฟังก์ชันปุ่ม และไฟ LED 2 ดวง มีแฟลช 4MB PSRAM 8MB และมีขั้วต่อ Micro USB type-C (อัปโหลดโค้ดได้ง่าย) มาพร้อมกับเสาอากาศบนบอร์ด และขั้วต่อ IPEX หากต้องการเพิ่มเสาอากาศภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ข้อดีของบอร์ดนี้ คือ มีขั้วต่อ USB type-C อพโหลดโค้ดไปยังบอร์ดได้อย่างรวดเร็ว และง่ายตาย ไมโครโฟนช่วยให้สามารถเพิ่มเสียงได้ และ PSRAM 8MB ช่วยให้เห็นใจได้ว่าบอร์ดจะไม่พังเมื่อใช้การตั้งค่าคุณภาพของภาพที่สูงขึ้น ข้อเสียที่สำคัญ คือ มีราคาแพง



รูปที่ 2.11 ESP-EYE

(ที่มา <https://makeradvisor.com/esp32-camera-cam-boards-review-comparison/>)

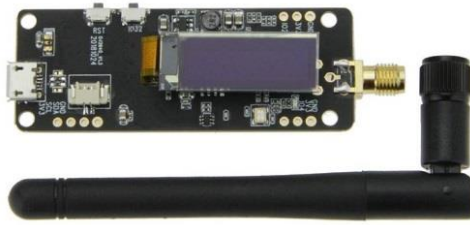
3. TTGO T-Journal เป็นบอร์ดพัฒนากล้อง ESP32 พร้อมกล้อง OV2640 เส้าอากาศภายนอก จอแสดงผล OLED I2C SSD1306 ขนาด 0.91 นิ้ว GPIO แบบสัมผัสปุ่มฟังก์ชันขั้วต่อแบตเตอรี่ และ อินเทอร์เฟซ micro-USB จอแสดงผล OLED เป็นส่วนเสริมที่ดีสำหรับบอร์ดสามารถแสดงที่อยู่ IP ของบอร์ด หรือข้อผิดพลาดขณะทำการดีบั๊ก มี 4 GPIO ที่สามารถเข้าถึงได้ สองตัวนี้ใช้สำหรับการสื่อสารแบบ I2C และอีกสองตัวเหมาะสำหรับเชื่อมต่อเซอร์ไวโมเตอร์ (คุณสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ ได้ด้วย)

บอร์ดนี้ยังมาพร้อมกับขั้วต่อสำหรับเชื่อมต่อแบตเตอรี่ลิเธียม 3.7 โวลต์ การอัปโหลดโค้ดทำได้ง่ายด้วยบอร์ดนี้เนื่องจากมาพร้อมกับขั้วต่อ USB ที่สามารถใช้งานได้ทั้งสำหรับการอัปโหลดรหัส หรือ ใช้พลังงาน ยังมีปุ่มฟังก์ชันที่เชื่อมต่อกับ GPIO 32 ที่คุณตั้งโปรแกรมไว้ในโค้ดของคุณเพื่อทริกเกอร์งานที่ต้องการ ข้อเสียที่สำคัญ คือ ไม่มีการ์ด microSD รองรับ PSRAM ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

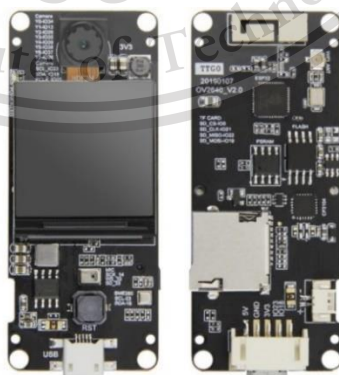


รูปที่ 2.12 TTGO T-Journal

(ที่มา <https://makeradvisor.com/esp32-camera-cam-boards-review-comparison/>)

4. TTGO T-Camera Plus มาพร้อมกับฟังก์ชันทั้งหมดที่เราต้องการในบอร์ดพัฒนาดังกล่าว และในราคาที่สมเหตุสมผล บอร์ดมาพร้อมกับการรองรับการ์ด microSD ไมโครโฟนรองรับแบตเตอรี่ลิเธียม 3.7V ตลอดจนวงจรการจัดการแบตเตอรี่หน้าจอ 1.3 TFT (หน้าจอสี) อินเทอร์เฟซ microUSB และปุ่มรีเซ็ตบนบอร์ด มี GPIO บางตัวที่ใช้ในการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ BME280 แบบบนบอร์ด อย่างไรก็ตามเซ็นเซอร์จะร้อนมากบนบอร์ด ดังนั้นผู้ผลิตจึงตัดสวิตช์เซ็นเซอร์ออก แต่คุณยังสามารถเข้าถึง GPIO ได้ดังนั้นคุณสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อพ่วง I2C อื่น ๆ ได้ GPIO เหล่านี้สามารถเข้าถึงได้ผ่านตัวเชื่อมต่อ grove

นอกจากนี้บนบอร์ดยังมีเสาอากาศในตัว แต่ยังมีขั้วต่อ IPEX หากคุณต้องการเพิ่มเสาอากาศภายนอก เมื่อเราได้บอร์ดมาก็มีตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่ากล่อง "เห็น" อะโรบนหน้าจอ นี่เป็นบอร์ดที่หลากหลายมาก



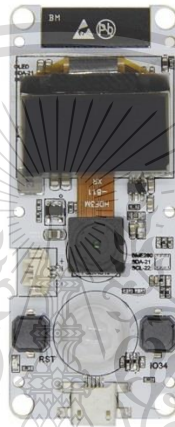
รูปที่ 2.13 TTGO T-Camera Plus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า (ที่มา <https://makeradvisor.com/esp32-camera-cam-boards-review-comparison/>)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. TTGO T-Camera with PIR Motion Sensor บอร์ดนี้มีกล้อง OV2640 จอแสดงผล SSD1306 OLED ขนาด 0.96 นิ้ว ขั้วต่อ grove (เหมาะสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ I2C) ขั้วต่อแบตเตอรี่ เซ็นเซอร์ การเคลื่อนไหว PIR ปุ่ม RESET บนบอร์ด และปุ่มฟังก์ชันที่เชื่อมต่อกับ GPIO 34 เช่นเดียวกับบอร์ด ก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ยังมี PSRAM 8MB แต่ไม่รองรับการ์ด microSD บอร์ดนี้จะเหมาะกับโปรเจกต์ที่ต้องการตรวจจับการเคลื่อนไหว



รูปที่ 2.14 TTGO T-Camera with PIR Motion Sensor

(ที่มา <https://makeradvisor.com/esp32-camera-cam-boards-review-comparison/>)

6. M5-Camera Model A/B บอร์ดนี้มาพร้อมกับกล้องรุ่น M5-Camera A หรือ M5-Camera B เหมือนกับบอร์ดอื่น ๆ ทั้งหมดที่มีอยู่ที่นี้มาพร้อมกับกล้อง OV2640 มี PSRAM 4MB ดังนั้นจะไม่ควรมีปัญหาในการถ่ายภาพ และสตรีมด้วยคุณภาพที่สูงขึ้น ในกล่องหุ้มสไตลโลหะ และมีขั้วต่อร่องที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อมต่อส่วนขยาย M5-Stack อื่น ๆ เช่นไมโครโฟน ใจโรสโคป มาตรฐานแรง MPU6050 หรือเซ็นเซอร์อุณหภูมิความชื้น และความดัน BME280 ขั้วต่อ USB type C ช่วยให้อัปเดตรหัสใหม่ไปยังบอร์ดได้ง่าย และรวดเร็ว มาพร้อมกับปุ่ม RST ภายนอกเพื่อรีเซ็ตบอร์ดและไม่ต้องสัมผัสกับ GPIO

ข้อดีที่สุดของบอร์ดนี้ คือ มีรูปลักษณะโครงการที่เสร็จสมบูรณ์กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับบอร์ดอื่น ๆ ไม่มีส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ หรือสายไฟที่มองเห็นได้ และหากคุณต้องการเพิ่มเซ็นเซอร์ BME280

ใจโรสโคป หรือไมโครโฟนเพียงแค้ใช้ขั้วต่อ grove เท่านั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.15 M5-Camera Model A/B

(ที่มา <https://makeradvisor.com/esp32-camera-cam-boards-review-comparison/>)

7. M5-Stack Camera without PSRAM บอร์ด ESP32 อีกตัวที่มีกล่องจาก M5-Stack ESP32-Camera นี้ไม่มี PSRAM ในทางปฏิบัติหมายความว่ากล้องไม่สามารถจดจำใบหน้า ตรวจสอบได้ และไม่รองรับความละเอียดของภาพที่สูงกว่า SVGA (800 × 600) อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการสตรีมวิดีโอ โดยปกติเมื่อใช้บอร์ดชนิดนี้ควรมีฮีตซิงก์ด้วย เนื่องจากบอร์ดร้อนเร็วมาก เช่นเดียวกับบอร์ด M5-Stack อื่น ๆ มีตัวเชื่อมต่อแบบ grove ดังนั้นจึงง่ายต่อการเพิ่มส่วนขยาย M5-Stack เช่นไมโครโฟน มาตรการความเร่ง หรือเซ็นเซอร์ BME280 นอกจากนี้ยังมีขั้วต่อ USB-C ที่สามารถใช้เพื่ออพโหลดโค้ด หรือจ่ายไฟให้บอร์ด



รูปที่ 2.16 M5-Stack Camera without PSRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า (ที่มา <https://makeradvisor.com/esp32-camera-cam-boards-review-comparison/>)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.6.2 ESP32-CAM AI-Thinker

เป็นโมดูลกล้องขนาดเล็กมากพร้อมชิป ESP32-S นอกจากกล้อง OV2640 และ GPIO หลายตัว สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อพ่วงแล้วยังมีช่องเสียบการ์ด microSD ที่มีประโยชน์ในการจัดเก็บภาพที่ถ่าย ด้วยกล้อง หรือเพื่อจัดเก็บไฟล์เพื่อให้บริการแก่ลูกค้า

ESP32-CAM ไม่ได้มาพร้อมกับขั้วต่อ USB ดังนั้นต้องใช้ FTDI programmer เพื่ออัปโหลดโค้ด ผ่านพิน U0R และ U0T หรือ Serial pins

2.6.2.1 คุณสมบัติ (Features) ของบอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker

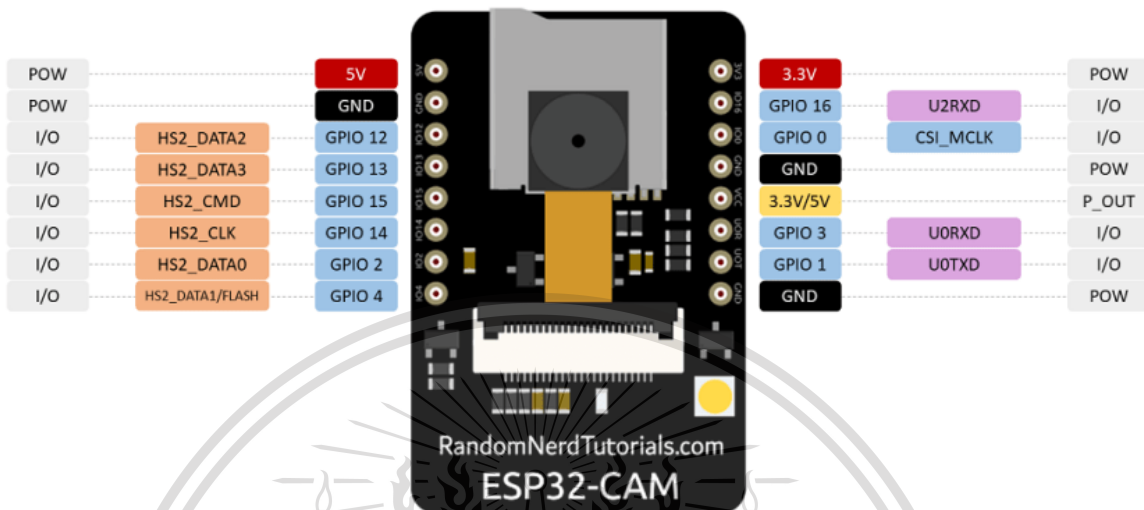
1. The smallest 802.11b/g/n Wi-Fi BT SoC module
2. Low power 32-bit CPU, can also serve the application processor
3. Up to 160MHz clock speed, summary computing power up to 600 DMIPS
4. Built-in 520 KB SRAM, external 4MPSRAM
5. Supports UART/SPI/PWM/ADC/DAC
6. Support OV2640 and OV7670 cameras, built-in flash lamp
7. Support image WiFi upload
8. Support TF card
9. Supports multiple sleep modes
10. Embedded Lwip and FreeRTOS
11. Supports STA/AP/STA+AP operation mode
12. Support Smart Config/AirKiss technology
13. Support for serial port local and remote firmware upgrades (FOTA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.6.2.2 Pinout ของบอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker



รูปที่ 2.17 Pinout Diagram

(ที่มา <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ai-thinker-pinout/>)

1. Power Pins ใน ESP32-CAM มีพินกราวด์ (GND) ทั้งหมด 3 พิน และพินพาวเวอร์ (Power) 2 พิน คือ 3.3V และ 5V ซึ่งสามารถใช้ไฟได้ทั้งพิน 3.3V และ 5V
2. Power output pin เป็นขาไฟเอาต์พุตที่สามารถจ่ายไฟ 3.3V หรือ 5V ให้กับอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มาเชื่อมต่อกับ ESP32-CAM และไม่ควรใช้พินนี้จ่ายไฟให้กับ ESP32-CAM
3. Serial Pins คือ GPIO 1 (U0T/TX) และ 3 (U0R/RX) เพราะ ESP32-CAM ไม่มีโปรแกรมเมอร์ในตัว มันเอง ต้องใช้พินเหล่านี้เพื่อสื่อสารกับบอร์ด และอัปโหลดโค้ด ซึ่งสามารถอัปโหลดโค้ดได้โดยใช้ Arduino UNO R3 หรือ FTDI programmer ซึ่งสามารถใช้ GPIO 1 และ 3 เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อพ่วง ๆ เช่น เอาต์พุต หรือเซนเซอร์หลังจากการอัปโหลดโค้ดได้ อย่างไรก็ตามจะไม่สามารถเปิดดู Serial Monitor ที่ Arduino IDE ได้
4. GPIO 0 กำหนดว่า ESP32-CAM อยู่ในโหมดแฟลช (Flash Mode) หรือไม่ ซึ่ง GPIO 0 ได้ทำการต่อตัวต้านแบบพูลอัพ (Pull-up Resistor) 10 กิโลโอห์มไว้ภายในตัวบอร์ดแล้ว เมื่อ GPIO 0 เชื่อมต่อกับ GND ของ ESP32 จะเข้าสู่โหมดแฟลช และจึงจะสามารถอัปโหลดโค้ดได้ ซึ่งหลังจากการอัปโหลดโค้ดต้องหยุดการเชื่อมต่อระหว่าง GPIO 0 กับ GND ถึงจะสามารถทำงานได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. MicroSD Card Connections พินต่อไปนี้จะใช้เชื่อมต่อเพื่อเปิดใช้งานร่วมกับ MicroSD Card ถ้าหากไม่ได้ใช้งาน MicroSD Card สามารถใช้พินเหล่านี้เป็นพินอินพุต หรือเอาต์พุตได้ตามปกติ GPIO ทั้งหมดนี้เป็น RTC และรองรับ ADC และแสดงการเชื่อมต่อพินเพื่อเปิดใช้งานร่วมกับ MicroSD Card ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การเชื่อมต่อพินเพื่อเปิดใช้งานร่วมกับ MicroSD Card

MicroSD Card	Pin
CLK	GPIO 14
CMD	GPIO 15
DATA0	GPIO 2
DATA1 / flashlight	GPIO 4
DATA2	GPIO 12
DATA3	GPIO 13

(ที่มา <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ai-thinker-pinout/>)

1. GPIO 4 – Flashlight ใน ESP32-CAM มี LED ในตัว ซึ่งสามารถทำงานเป็นแฟลชได้ขณะทำการถ่ายภาพ LED นั้นเชื่อมต่อภายในกับ GPIO 4 และใช้สำหรับการเชื่อมต่อเพื่อใช้งานกับ MicroSD Card ด้วยหากมีปัญหาขณะใช้งานไฟแฟลชจะสว่างขึ้นเพื่อแจ้งเตือนว่าเกิดปัญหาระหว่างการใช้งาน MicroSD Card
2. GPIO 33 – Built-in Red LED ถัดจากปุ่ม Reset จะมีไฟ LED สีแดงอยู่บนบอร์ดด้วย LED นั้นเชื่อมต่อภายในกับ GPIO 33 สามารถใช้ LED นี้เพื่อระบุว่ามีการบางอย่างเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่นหากเชื่อมต่อ Wi-Fi แล้ว LED จะเป็นสีแดง หรือกลับกัน ซึ่ง LED นั้นทำงานร่วมกับ Inverted logic จึงสามารถส่งสัญญาณ LOW เพื่อเปิดและสัญญาณ HIGH เพื่อปิด ซึ่งสามารถทำการทดลองโดยการอัปเดตโค้ดลงบนบอร์ด ESP32-CAM ดังนี้

```
void setup() {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

}

void loop() {

    digitalWrite(33, LOW);

}

```

3. Camera Connections การเชื่อมต่อกล้อง OV2640 ของ ESP32-CAM แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การเชื่อมต่อกล้อง OV2640 ของ ESP32-CAM AI-Thinker

OV2640 CAMERA	Pin	Variable name in code
D0	GPIO 5	Y2_GPIO_NUM
D1	GPIO 18	Y3_GPIO_NUM
D2	GPIO 19	Y4_GPIO_NUM
D3	GPIO 21	Y5_GPIO_NUM
D4	GPIO 36	Y6_GPIO_NUM
D5	GPIO 39	Y7_GPIO_NUM
D6	GPIO 34	Y8_GPIO_NUM
D7	GPIO 35	Y9_GPIO_NUM
XCLK	GPIO 0	XCLK_GPIO_NUM
PCLK	GPIO 22	PCLK_GPIO_NUM
VSYNC	GPIO 25	VSYNC_GPIO_NUM
HREF	GPIO 23	HREF_GPIO_NUM
SDA	GPIO 26	SIOD_GPIO_NUM
SCL	GPIO 27	SIOC_GPIO_NUM
POWER PIN	GPIO 32	PWDN_GPIO_NUM

(ที่มา <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ai-thinker-pinout>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นผู้ที่ได้รับอนุญาตเป็นอย่างยิ่ง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 0
#define SIOD_GPIO_NUM 26
#define SIOC_GPIO_NUM 27
#define Y9_GPIO_NUM 35
#define Y8_GPIO_NUM 34
#define Y7_GPIO_NUM 39
#define Y6_GPIO_NUM 36
#define Y5_GPIO_NUM 21
#define Y4_GPIO_NUM 19
#define Y3_GPIO_NUM 18
#define Y2_GPIO_NUM 5
#define VSYNC_GPIO_NUM 25
#define HREF_GPIO_NUM 23
#define PCLK_GPIO_NUM 22

```

2.6.1.3 การตั้งค่ากล้อง OV2640 ของบอร์ด ESP32-CAM

กล้อง OV2640 ของ ESP32-CAM สามารถทำการตั้งค่าต่าง ๆ ได้ เช่น ความคมชัด (Contrast) ความสว่าง (Brightness) ความละเอียด (Resolution) คุณภาพ (Quality) ความอิ่มตัวของภาพ (Saturation) เป็นต้น ซึ่งมีฟังก์ชันในการตั้งค่ากล้องดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ฟังก์ชันที่ใช้ในการตั้งค่ากล้อง OV2640

ฟังก์ชัน	ความหมาย	Values
set_brightness()	ตั้งค่าความสว่าง	-2 to 2
set_contrast()	ตั้งค่าความคมชัด	-2 to 2
set_saturation()	ตั้งค่าความอิ่มตัว	-2 to 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

set_special_effect()	ตั้งค่าเอฟเฟคพิเศษ	0 – No Effect 1 – Negative 2 – Grayscale 3 – Red Tint 4 – Green Tint 5 – Blue Tint 6 – Sepia
set_whitebal()	ตั้งค่าความสมดุลของแสงสว่าง (White balance)	0 – disable 1 – enable
set_awb_gain()	ตั้งค่าเกนความสมดุลของแสงสว่าง (White balance gain)	0 – disable 1 – enable
set_wb_mode()	ตั้งค่าโหมดความสมดุลของแสงสว่าง (White balance mode)	0 – Auto 1 – Sunny 2 – Cloudy 3 – Office 4 – Home
set_exposure_ctrl()	ตั้งค่าการควบคุมการเปิดรับแสง (Set exposure control)	0 – disable 1 – enable
set_aec2()		0 – disable 1 – enable
set_ae_level()		-2 to 2
set_aec_value()		0 to 1200
set_gain_ctrl()		0 – disable 1 – enable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

set_agc_gain()		0 to 30
set_gainceiling()		0 to 6
set_bpc()		0 – disable 1 – enable
set_wpc()		0 – disable 1 – enable
set_raw_gma()		0 – disable 1 – enable
set_lenc()	ตั้งค่า lens correction	0 – disable 1 – enable
set_hmirror()	กลับกล้องในแนวนอน	0 – disable 1 – enable
set_vflip()	หมุนกล้องในแนวตั้ง	0 – disable 1 – enable
set_dcw()		0 – disable 1 – enable
set_colorbar()	ตั้งค่า colorbar	0 – disable 1 – enable

(ที่มา <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ai-thinker-pinout/>)

2.7 โปรแกรม Arduino IDE

Arduino IDE คือ โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนางานสำหรับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU ในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด ซึ่งพัฒนาโดย Arduino.cc ขนาดของโปรแกรม Arduino IDE โดยปกติแล้วจะใหญ่กว่าโค้ด AVR ปกติเนื่องจากโค้ด AVR เป็นการเข้าถึงจากรีจิสเตอร์โดยตรง แต่โค้ด Arduino เข้าถึงฟังก์ชันเพื่อให้สามารถเขียนโค้ดได้ง่ายมากกว่าการเขียนโค้ดแบบ AVR หรือเวอร์ชันอื่น ๆ ของ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

IDE ย่อมาจาก Integrated Development Environment คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนา หรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็วถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น



Arduino

```
File Edit Sketch Tools Help
sketch_apr26a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

(ก) สัญลักษณ์

(ข) หน้าต่างโปรแกรม

รูปที่ 2.18 โปรแกรม Arduino IDE

2.7.1 โครงสร้างของโปรแกรม Arduino IDE

ในการเขียนโปรแกรมสำหรับบอร์ด Arduino จะต้องเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาของ Arduino (Arduino Programming Language) ซึ่งตัวภาษาของ Arduino ก็นำเอา Open Source โปรเจคชื่อ Wiring มาพัฒนาต่อภาษาของ Arduino แบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1. โครงสร้างภาษา (Structure) ตัวแปร และค่าคงที่
2. ฟังก์ชัน (Function)

ภาษาของ Arduino จะอ้างอิงตามภาษา C/C++ จึงอาจกล่าวได้ว่าการเขียนโปรแกรมสำหรับ Arduino (ซึ่งก็รวมถึงบอร์ด Arduino) ก็คือการเขียนโปรแกรมภาษา C โดยเรียกใช้ฟังก์ชัน และไลบรารีที่ทาง Arduino ได้เตรียมไว้ให้แล้ว ซึ่งสะดวก และทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างลึกซึ้งสามารถเขียนโปรแกรมสั่งงานได้ ในบทนี้จะอธิบายถึงโครงสร้างโปรแกรมของ Arduino แบ่งได้เป็นสองส่วน คือ void setup() และ void loop() โดยฟังก์ชัน setup() เมื่อโปรแกรมทำงานจะทำคำสั่งของฟังก์ชันนี้เพียงครั้งเดียว ใช้ในการกำหนดค่า เริ่มต้นของการทำงานส่วนฟังก์ชัน loop() เป็นส่วนทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ต่าง ๆ กำหนดการสื่อสารแบบอนุกรม ฯลฯ ส่วนของ loop() เป็นโค้ดโปรแกรมที่ทำงาน เช่น อ่านค่า อินพุต ประมวลผล ส่งงานเอาต์พุต ฯลฯ โดยส่วน กำหนดค่าเริ่มต้น เช่น ตัวแปรจะต้องเขียนที่ส่วนหัว ของโปรแกรมก่อนถึงตัวฟังก์ชัน นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงตัวพิมพ์เล็กใหญ่ของตัวแปร และชื่อฟังก์ชัน นั้นให้ถูกต้อง

2.7.1.1 ส่วนของฟังก์ชัน setup()

ฟังก์ชันนี้จะเขียนที่ส่วนต้นของโปรแกรม ทำงานเมื่อโปรแกรมเริ่มต้นเพียงครั้งเดียว ใช้เพื่อ กำหนดค่าของตัวแปรโหมดการทำงานของเขาต่างๆ เริ่มต้นเรียกใช้ไลบรารี ฯลฯ

2.7.1.2 ส่วนของฟังก์ชัน loop()

หลังจากที่เขียนฟังก์ชัน setup() ที่กำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรมแล้ว ส่วนถัดมา คือ ฟังก์ชัน loop() ซึ่งมีการทำงานตรงตามชื่อ คือ จะทำงานตามฟังก์ชันวนต่อเนื่องตลอดเวลาภายในฟังก์ชันจะมี โปรแกรมของผู้ใช้เพื่อรับค่าจากพอร์ต ประมวลผลแล้วส่งเอาต์พุตออกขาต่าง ๆ เพื่อควบคุมการทำงานของบอร์ด

โปรแกรมทำงานวนในฟังก์ชัน loop() ตลอดเวลา หลังจากทำงานในฟังก์ชัน setup() จึงสรุปได้ ว่าฟังก์ชัน setup() คือ ส่วนต้นของโปรแกรมที่ใช้ในการประกาศ หรือตั้งค่าการทำงานในตอนเริ่มต้น ทำงาน ในขณะที่ฟังก์ชัน loop() เป็นเสมือนส่วนของโปรแกรมหลักที่ต้องวนทำงานอย่างต่อเนื่อง ตลอดเวลา อย่างไรก็ตามในบางโปรแกรมอาจมีเฉพาะส่วนของฟังก์ชัน setup() และไม่มีฟังก์ชัน loop() ก็ได้ นั่นแสดงว่าโปรแกรมนั้น ๆ ต้องการตั้งค่าการทำงาน หรือกำหนดให้มีการทำงานเพียงครั้ง หรือรอบ เดียวแล้วจบการทำงานทันที

2.8 FTDI Programmer

โมดูลตัวแปลงอนุกรม FTDI USB เป็น TTL เป็นบอร์ด UART (ตัวรับส่งแบบอะซิงโครนัส) ที่ใช้ สำหรับการสื่อสารแบบอนุกรม TTL เป็นบอร์ดที่ใส่ชิป FTDI FT232R พร้อมอินเทอร์เฟซ USB สามารถ ใช้ 3.3 หรือ 5 V DC มีพอร์ต Tx หรือ Rx และพอร์ตอื่น ๆ

ชิป FT232R ตั้งเดิมเป็นหนึ่งในชิปรุ่นใหม่ที่ผลิตโดย FTDI (Future Technology Devices International) นอกเหนือจากการเป็น USB เป็น UART แบบอนุกรมแล้วยังมี EEPROM ในตัว ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

และเอาต์พุตตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเสริม ชิปยังรวมฟังก์ชัน FTDIChip-ID (ทำให้แต่ละชิปมีตัวระบุที่ไม่ซ้ำกันเพื่อความปลอดภัย) และตัวต้านทานการยกเลิก USB บอร์ดโคลน (ที่มีชิปโคลน) มีแนวโน้มที่จะยกเว้นฟังก์ชัน ID ที่ไม่ซ้ำกัน และไม่รวม EEPROM ซึ่งหมายความว่าสัญญาณจะไม่สามารถกลับด้านได้

Clock ภายใน (6MHz, 12MHz, 24MHz และ 48MHz) สามารถนำออกจากอุปกรณ์ และใช้เพื่อขับเคลื่อนไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือตรรกะภายนอกได้

โมดูลนี้มีพอร์ต mini-B USB ซึ่งใช้เชื่อมต่อกับพอร์ต USB ของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออยู่ (เช่นพีซี) อีกด้านหนึ่งโมดูลตัวแปลงอนุกรม FTDI USB เป็น TTL มีพินเบอร์เอาต์ (Tx, Rx, Vc และ GND) ที่เชื่อมต่อกับพินที่เกี่ยวข้องของไมโครคอนโทรลเลอร์ การสื่อสารเกิดขึ้นโดยใช้ TTL (ลอจิกทรานซิสเตอร์ - ทรานซิสเตอร์) มีจัมเปอร์ DC 3.3 หรือ 5V และจ่าย 500 mA ผ่านขา Vcc

2.8.1 คุณสมบัติ (Features) ของ FTDI Programmer

1. ใช้ชิพ FT232R (FTDI)
2. 6 pin headers and 18 through-hole connectors. DTR, RX, TX, VCC, CTS, GND and PWR, TEN, SLEEP, CTS, 3.3V, 5V, RXL, TXL, GND x 2, TXD, DTR, RTS, VCC, RXD, R1, RSD, DCD (all marked)
3. Working Voltage 5 V DC
4. Level output 3.3 – 5 V DC (jumper)
5. Interfaces Serial/UART
6. Operating current 500mA
7. Module size 36 x 18 mm
8. Pin size male, 5 x 2.54 mm
9. Ports Micro-B USB

2.8.2 Pinout ของ FTDI Programmer

โมดูลตัวแปลงอนุกรม FTDI USB เป็น TTL มีหมุดส่วนหัวหกตัวตัวผู้ 5 x 2.54 มม. และขั้วต่อ 18 รู พิน และมีการทำเครื่องหมายหมุด หรือขั้วต่อทั้งหมดไว้อย่างชัดเจน

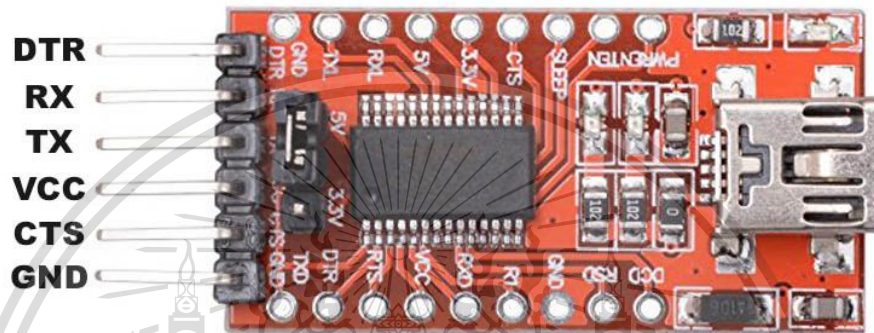
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

พินที่ใช้กันทั่วไป (RX, TX, VCC และ GND) จะเชื่อมต่อกับพินที่เกี่ยวข้องของไมโครคอนโทรลเลอร์ (RX -> TX และ TX -> RX)

พิน DTR เชื่อมต่อกับพินรีเซ็ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งจะทริกเกอร์สัญญาณรีเซ็ตอัตโนมัติหลังจากอัปเดตโค้ด



รูปที่ 3.17 FTDI Programmer

(ที่มา https://behind-the-scenes.net/ftdi-usb-uart-module/#FTDI_USB_to_TTL_serial_converter_module)

2.9 Blynk Platform

Blynk เป็น Open Source แพลตฟอร์มอย่างหนึ่ง ซึ่งออกแบบมาสำหรับงาน IoT ที่จะทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Arduino หรือ NodeMCU เชื่อมต่อเข้ากับระบบผ่านอินเทอร์เน็ตได้โดยง่าย สามารถควบคุมการทำงานอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์จากระยะไกลผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์ ในส่วนของค่าบริการ หากใช้งาน Blynk Server จะสามารถใช้งานฟรีสำหรับอุปกรณ์ Prototype และมีค่าบริการสำหรับเชิงธุรกิจ แต่ข้อดีของ Blynk Platform คือ ทางผู้ผลิตแจก Source Code สำหรับตั้ง Blynk Server ด้วยตนเองได้ และไม่ต้องพัฒนาโปรแกรมเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



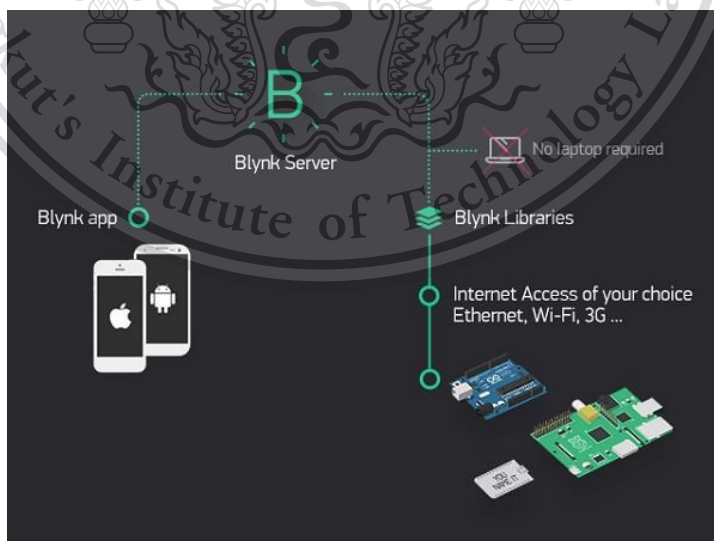
รูปที่ 2.19 Blynk Platform

(ที่มา <https://blynk.io/>)

ในแอปพลิเคชัน Blynk บนโทรศัพท์จะมี Blynk Energy ซึ่งเป็น Energy สำหรับแลกเปลี่ยนเพื่อสร้าง Widget Box ต่าง ๆ เช่น ปุ่มกด ปุ่มสไลด์ จอยสติ๊ก กราฟ แผนที่ เป็นต้น ซึ่งหากใช้งาน Blynk Server ของผู้ผลิตเมื่อสมัครใช้งานแล้วจะมี Energy ให้ทดลองใช้งานฟรี 2000 สำหรับแลกเปลี่ยนกับ Widget Box ต่างๆ แต่ถ้าไม่พอสามารถเสียเงินเพื่อซื้อเพิ่มได้ตั้ง

2.9.1 องค์ประกอบของ Blynk Platform

Blynk มีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ส่วนดังรูปที่ 2.20 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 2.20 แสดงการทำงานของ Blynk Platform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น (ที่มา <https://blog.thaieasyelec.com/getting-started-iot-with-blynk/>)

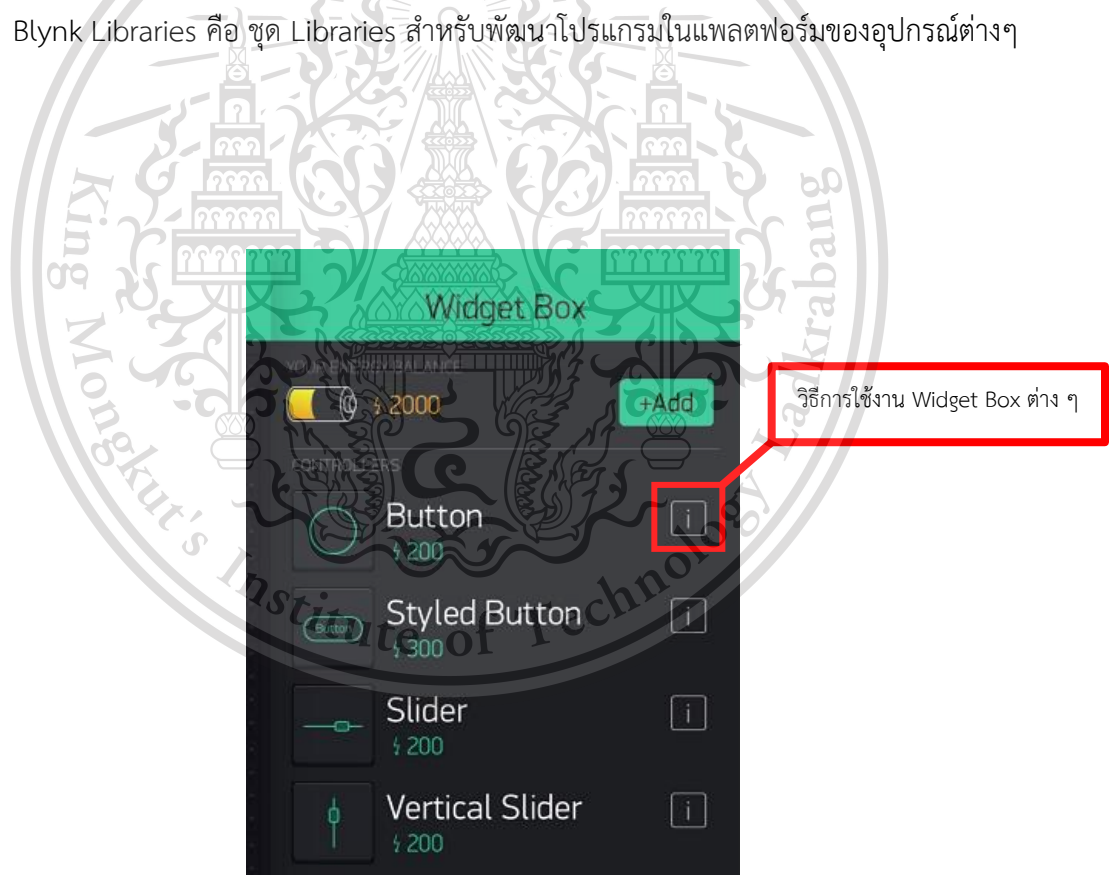
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. Blynk Application คือ แอปพลิเคชันในโทรศัพท์ที่มี Widgets Box ต่างๆ เช่น ปุ่มกด ปุ่มสไลด์ จอยสติ๊ก กราฟ แผนที่ เป็นต้น สำหรับการแสดงผล และการควบคุมอุปกรณ์ ซึ่งใน Widget Box จะมีวิธีการใช้งาน Widget Box ต่าง ๆ โดยยกตัวอย่างลักษณะดังรูปที่ 2.21

ในแอปพลิเคชัน Blynk บนโทรศัพท์จะมี Blynk Energy ซึ่งเป็น Energy สำหรับแลกเปลี่ยนเพื่อสร้าง Widget Box ต่าง ซึ่งหากใช้งาน Blynk Server ของผู้ผลิตเมื่อสมัครใช้งานแล้วจะมี Energy ให้ทดลองใช้งานฟรี 2000 สำหรับแลกเปลี่ยนกับ Widget Box ต่างๆ แต่ถ้าไม่พอสามารถเสียเงินเพื่อซื้อเพิ่มได้ดังรูปที่ 2.22

2. Blynk Server คือ ตัวกลางในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ทั้งหมด สามารถใช้ Blynk Cloud ของทาง Blynk platform หรือตั้ง Server เองผ่าน Single Board computer เช่น Raspberry Pi หรือบอร์ดอื่น ๆ ได้
3. Blynk Libraries คือ ชุด Libraries สำหรับพัฒนาโปรแกรมในแพลตฟอร์มของอุปกรณ์ต่างๆ

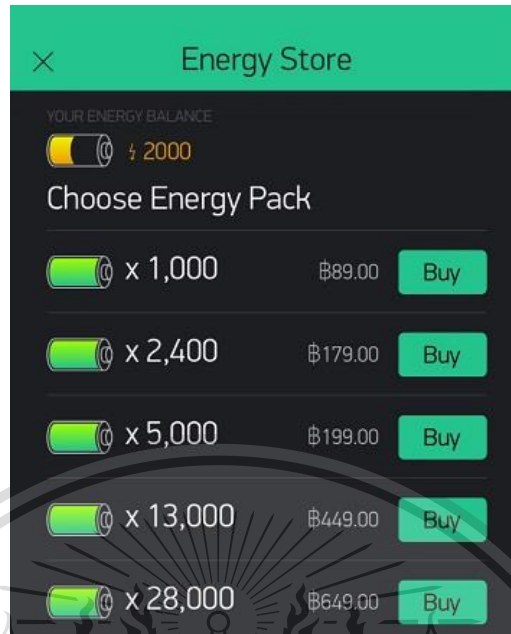


รูปที่ 2.21 Widget box ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.22 Energy Store

2.9.2 อุปกรณ์ที่ต้องใช้สำหรับเริ่มต้นใช้งาน Blynk

1. โทรศัพท์ (Smartphone)
 - ระบบปฏิบัติการ Android เวอร์ชัน 4.2 ขึ้นไป
 - iOS เวอร์ชัน 9 ขึ้นไป
 - สามารถเรียกใช้ Blynk บน Emulators ได้
 - Blynk ไม่ทำงานบนโทรศัพท์ Windows Blackberries และแพลตฟอร์มอื่น ๆ ที่ใช้งานไม่ได้แล้ว
2. IoT Hardware เช่น ESP8266 ESP32 Arduino Raspberry Pi เป็นต้น
3. การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Internet Connection) ในการเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์กับอินเทอร์เน็ตสามารถเลือกโมดูลได้เกือบทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นในตัว หรือซิลด์ภายนอก
 - Wi-Fi
 - Ethernet
 - Cellular (GSM, 2G, 3G, 4G, LTE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ● Serial
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- USB ผ่าน PC
- Bluetooth (BETA)

2.10 LCD Display

LCD ย่อมาจากคำว่า Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตัลเหลว ซึ่งมีหลักการ คือ ด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึกก็ทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้จะไม่สว่าง ผลึกมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตัล เช่น สีเขียว หรือสีฟ้า เป็นต้น ทำให้เมื่อมองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือแล้วพบกับพื้นหลังสีต่าง ๆ กันตามผลึกคริสตัล

จอ Liquid Crystal Display (LCD) เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่มีนิยมนำมาใช้งานกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย จอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักษรเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษร หรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้ว และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic LCD นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบ และรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือหน้าปัดวิทยุ เป็นต้น

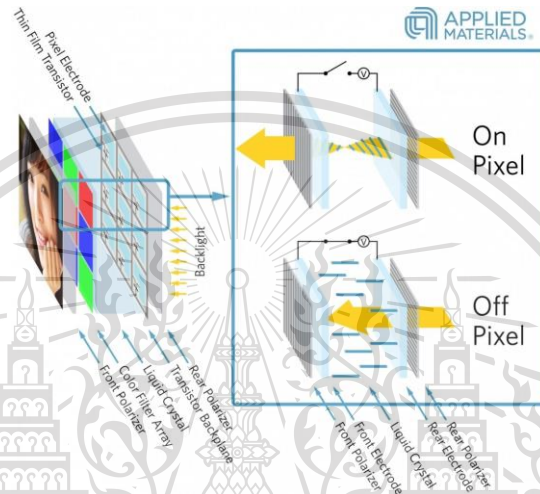
จอ LCD แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ๆตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

1. Character LCD เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอ LCD ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด
2. Graphic LCD เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอขึ้นแสง หรือปล่อยแสงออกไป ทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึง จอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด

หลักการทำงานอาศัยของเหลวพิเศษที่มีคุณสมบัติการบิดแกนโพลาไรซ์ของแสง ถ้าจ่าย

แรงดันไฟฟ้าเข้าไประหว่างสารเหลวนี้ โมเลกุลจะบิดตัว และทำให้แสงไม่สามารถผ่านกระจกออกมาได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ ถ้าไม่มีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าแสงจะทะลุผ่านออกมาได้ ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.23 อธิบายการทำงานเกิดจากกระแสจกโพลารไรซ์ 2 แผ่นที่มีแกนตั้งฉากกัน แสงจะไม่สามารถลอดผ่านออกมาได้ เปรียบเหมือนเอาแว่นตาโพลารไรซ์สองอันมาบิดทามุมตั้งฉากกัน แสงจะไม่สามารถผ่าน และมีการค้นพบว่ามิของเหลวชนิดหนึ่งที่ปกติแล้วจะสามารถ "บิดแกนโพลารไรซ์ของแสง" ได้ จึงเกิดความคิดเอามาทำจอ LCD



รูปที่ 2.23 โครงสร้างภายในจอ LCD

2.10.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของ LCD Display

โครงสร้างของ LCD ทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันอยู่ โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้ 6 ถึง 10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใสเพื่อใช้แสดงตัวอักษรตรงกลางระหว่างตัวนำไฟฟ้าแบบใสกับผลึกเหลว มีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบเรียกว่า Alignment Layer และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบ Magnetic โดย LCD สามารถแสดงผลให้เรามองเห็นได้ทั้งหมด 3 แบบด้วยกันดังนี้

1. แบบใช้การสะท้อนแสง (Reflective Mode) LCD แบบนี้ใช้สารประเภทโลหะเคลือบอยู่ที่แผ่นหลังของ LCD ซึ่ง LCD ประเภทนี้เหมาะกับการนำมาใช้งานในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ
2. แบบใช้การส่งผ่าน (Transitive Mode) LCD แบบนี้วางหลอดไฟไว้ด้านหลังจอ เพื่อให้การอ่านค่าที่แสดงผลทำได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. แบบส่งผ่านและสะท้อน (Translative Mode) LCD แบบนี้เป็นการนำเอาข้อดีของจอแสดงผล LCD ทั้ง 2 แบบมารวมกัน

ซึ่งในโครงงานนี้จะกล่าวถึงจอ LCD ที่แสดงผลเป็นอักขระ หรือตัวอักษรตามท้องตลาดทั่วไปจะมีหลายแบบด้วยกัน มีทั้ง 16 ตัวอักษร 20 ตัวอักษร หรือมากกว่า และจำนวนบรรทัดจะมีตั้งแต่ 1 บรรทัด 2 บรรทัด 4 บรรทัด หรือมากกว่าตามแต่ความต้องการ และลักษณะของงานที่ใช้ หรืออาจจะมีแบบสั่งทำเฉพาะงานก็เป็นได้

จอ LCD Character ที่นิยมนำมาใช้งานจะมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือ LCD แบบปกติที่เชื่อมต่อแบบขนาน (Parallel) และ LCD แบบที่เชื่อมต่ออนุกรม (Serial) แบบ I2C โดยทั้ง 2 แบบตัวจอลักษณะเดียวกันเพียงแต่แบบ I2C จะมีบอร์ดเสริมทำให้สื่อสารแบบ I2C ได้เชื่อมต่อได้สะดวกขึ้น



รูปที่ 2.24 จอ LCD 16x2 Character (Parallel)
(ที่มา www.Thaeasyelec.com)



รูปที่ 2.25 จอ LCD 16x2 Character (I2C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
(ที่มา www.Thaeasyelec.com)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.10.2 Pinout ของจอ LCD Character

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงจอ 16x2 หรือ 16x4 LCD Character ซึ่งมีพินเอาต์พุดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 พินเอาต์พุดของจอ LCD Character

Pin	Name Pin	Description
1	VSS	กราวด์
2	VDD	ไฟเลี้ยงที่จ่ายให้ LCD (5V)
3	V0	ใช้ปรับความเข้มของตัวอักษร
4	RS	Register Select เป็นขาอินพุตสำหรับเลือกเขียน หรืออ่านข้อมูลในรีจิสเตอร์
5	R/W	Read/Write เป็นขาอินพุตสำหรับเลือกโหมดเขียน หรืออ่านข้อมูล
6	E	Enable เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณพัลส์ เมื่อต้องการเขียน หรืออ่านข้อมูล
7	DB0	Data Pin
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	
15	EDA	(LED+) เป็นขา VCC สำหรับ LED Backlight (5V)
16	EDK	(LED-) เป็นขา GND สำหรับ LED Backlight (GND)

(ที่มา www.loxhop.com)

วิธีการสั่งงานจะแตกต่างกันไปโดย LCD Controller สามารถรับรหัสคำสั่งจากบอร์ดต่าง ๆ ได้ จากสัญญาณ RS R/W และ DB0-DB7 ในขณะที่สัญญาณ E มีค่า Logic เป็น “1” ซึ่งสัญญาณเหล่านี้จะ ใช้ร่วมกันเพื่อกำหนดเป็นรหัสคำสั่งสำหรับสั่งงาน LCD โดยหน้าที่ของแต่ละสัญญาณสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สามารถใช้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1. E เป็นสัญญาณ Enable เมื่อมีค่าเป็น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

E = “1” เป็นการบอกให้ LCD ทราบว่าอุปกรณ์ภายนอกต้องการติดต่ออ่าน หรือเขียนข้อมูล

E = “0” ให้ LCD ไม่สนใจสัญญาณ RS R/W และ DB7-DB0

2. RS เป็นสัญญาณสำหรับกำหนดให้ LCD ทราบว่าอุปกรณ์ภายนอกต้องการติดต่อกับ LCD ในขณะนั้นเป็นรหัสคำสั่ง หรือข้อมูลโดยถ้า

RS = “0” หมายถึง คำสั่ง

RS = “1” หมายถึง ข้อมูล

3. R/W เป็นสัญญาณสำหรับบอกให้ LCD ทราบว่าอุปกรณ์ภายนอกต้องการอ่าน หรือเขียนกับ LCD โดยถ้า

R/W = “0” หมายถึง เขียน

R/W = “1” หมายถึง อ่าน

4. DB0-DB7 เป็นสัญญาณแบบ 2 ทิศทาง โดยจะสัมพันธ์กับสัญญาณ R/W ใช้สำหรับรับคำสั่ง และ ข้อมูลระหว่าง LCD กับอุปกรณ์ภายนอก โดยถ้า R/W = “0” สัญญาณ DB7-DB0 จะส่งจาก อุปกรณ์ภายนอกมาที่ LCD แต่ถ้า R/W = “1” สัญญาณ DB7-DB0 จะส่งจาก LCD ไปยัง อุปกรณ์ภายนอก

2.10.3 การเชื่อมต่อจอ LCD Character กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU

การเชื่อมต่อ LCD Character สามารถทำได้ 2 รูปแบบ

1. การเชื่อมต่อแบบขนาน

เป็นการเชื่อมต่อจอ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino โดยตรง โดยจะแบ่งเป็นเชื่อมต่อแบบ 4 บิต และการเชื่อมต่อแบบ 8 บิต ใน Arduino จะนิยมเชื่อมต่อแบบ 4 บิต เพื่อเป็นการประหยัดขาในการต่อใช้งานไปไว้ต่อกับอุปกรณ์อื่น เช่น Arduino UNO R3 นั้นมีขาให้ใช้งานค่อนข้างน้อย ซึ่งการต่อแบบขนานไม่ค่อยเป็นที่นิยมเนื่องจากต้องใช้เวลาในการต่อเป็นจำนวนมาก

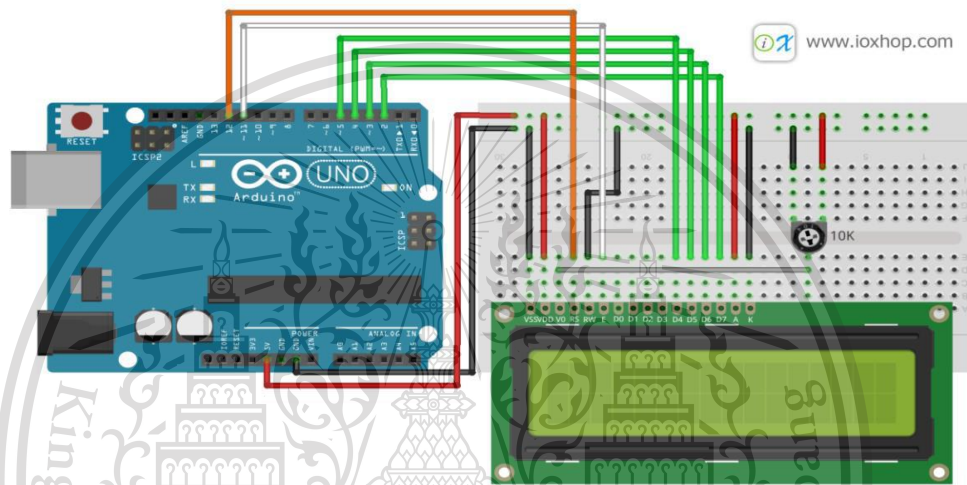
การเชื่อมต่อแบบ 8 บิต (DB0-DB7) และการเชื่อมต่อแบบ 4 บิต (DB4-DB7) ทั้งสองแบบ แตกต่างกันเพียงจำนวนขาที่ใช้ คือ 8 หรือ 4 ขา และยังสามารถทำงานได้เหมือนกัน อย่างที่แน่นอนใน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การส่งข้อมูลแบบ 4 ขา จะส่งข้อมูลได้ช้ากว่า 8 ขา แต่ไม่ได้ช้ามากจนสังเกตเห็นได้ด้วยสายตา

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 2.26 เป็นตัวอย่างแสดงการเชื่อมต่อ 16x2 LCD Character กับบอร์ด Arduino UNO R3 โดยใช้วิธีเชื่อมต่อแบบขนาน 4 บิต และตารางที่ 2.7 เป็นการเชื่อมต่อขาระหว่าง LCD Character กับบอร์ด Arduino ซึ่งได้มีการต่อตัวต้านทานปรับค่าได้ 10 กิโลโอห์มเพิ่มเพื่อใช้ในการปรับความเข้มของตัวอักษรที่จอ LCD Character และเมื่อต่อเสร็จแล้วให้ต่อสาย USB เข้ากับบอร์ด Arduino เพื่อทำการอัปโหลดโค้ดจากโปรแกรม Arduino IDE



รูปที่ 2.26 การเชื่อมต่อจอ LCD Character กับบอร์ด Arduino UNO R3 แบบขนาน (ที่มา www.ioxhop.com)

ตารางที่ 2.7 การเชื่อมต่อขาระหว่างจอ LCD กับบอร์ด Arduino UNO R3 และตัวต้านทาน 10 k Ω

ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10 กิโลโอห์ม	16x2 LCD Character	Arduino UNO R3
GND	VSS	GND
VDD	VDD	5V
-	V0	-
-	RS	Digital Pin 12
-	RW	GND (ต้องการเขียนข้อมูล)
-	E	Digital Pin 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

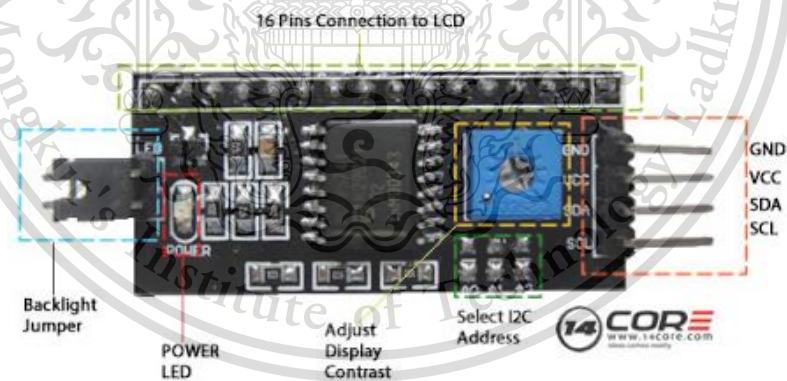
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

-	DB4	Digital Pin 4
-	DB5	Digital Pin 5
-	DB6	Digital Pin 6
-	DB7	Digital Pin 7
-	EDA	5V
-	EDK	GND

(ที่มา www.Thaeasyelec.com)

2. การเชื่อมต่อแบบอนุกรม

เป็นการเชื่อมต่อกับจอ LCD ผ่านโมดูลแปลงรูปแบบการเชื่อมต่อกับจอ LCD จากแบบขนานมาเป็นการเชื่อมต่อแบบอื่นที่ใช้สายน้อยกว่า เช่น การใช้โมดูล I2C Serial Interface จะเป็นการนำโมดูลเชื่อมเข้ากับตัวจอ LCD แล้วใช้บอร์ด Arduino เชื่อมต่อกับบอร์ดโมดูลผ่านโปรโตคอล I2C ทำให้ใช้สายเพียง 4 เส้นก็สามารถทำให้หน้าจอแสดงผลข้อความต่าง ๆ ออกมาได้



รูปที่ 3.18 I2C Serial Interface ของจอ LCD

จอ LCD ที่มีการเชื่อมแบบ I2C หรือเรียกอีกอย่างว่าการเชื่อมต่อแบบอนุกรม ซึ่งเป็นจอ LCD ธรรมดาทั่วไปที่มาพร้อมกับบอร์ด I2C Bus สามารถตัวด้านทานปรับค่าได้สำหรับปรับความเข้มของจอ เอกสารนี้เป็นและมีจัมเปอร์สำหรับเปิด หรือปิดแสง Backlight ของจอ LCD ในการเชื่อมแบบ I2C ใช้ขาในการเชื่อมต่ออาร์ค้ำ ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

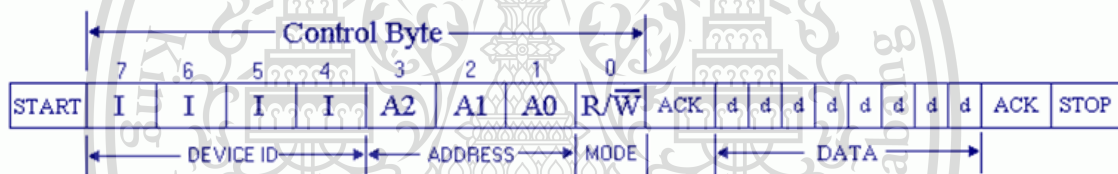
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU เพียง 4 ขา (แบบขานานใช้ 16 ขา) ซึ่งทำให้ใช้งานได้ง่าย และสะดวกมากยิ่งขึ้น

2.1. การรับ หรือส่งข้อมูลแบบ I2C BUS ลำดับขั้นตอนการรับ หรือส่งข้อมูลแบบ I2C BUS มีดังนี้

1. MCU จะทำการส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) เพื่อแสดงการขอใช้บัส
2. แล้วตามด้วยรหัสควบคุม (Control Byte) ซึ่งประกอบด้วยรหัสประจำตัวอุปกรณ์ Device ID, Device Address และ Mode ในการเขียน หรืออ่านข้อมูล
3. เมื่ออุปกรณ์รับทราบว่า MCU ต้องการจะติดต่อด้วย ก็ต้องส่งสถานะรับรู้ (Acknowledge) หรือแจ้งให้ MCU รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง
4. เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) เพื่อบอกกับอุปกรณ์ว่า สิ้นสุดการใช้บัส



รูปที่ 2.27 การรับ หรือส่งข้อมูลแบบ I2C BUS

2.2. การเชื่อมต่อจอ LCD Display กับ I2C สามารถเชื่อมต่อขาแต่ละขาของ LCD Display กับ I2C ได้เลยดังตารางที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 2.8 การเชื่อมต่อขาระหว่าง LCD Character กับ I2C Serial Interface

Name Pin LCD Display	Name Pin I2C Serial Interface
VSS	VSS
VDD	VDD
V0	V0
RS	RS
R/W	R/W
E	E
DB0	DB0
DB1	DB1
DB2	DB2
DB3	DB3
DB4	DB4
DB5	DB5
DB6	DB6
DB7	DB7
EDA	EDA
EDK	EDK

2.3. การเชื่อมต่อแบบอนุกรมกับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU ทำการเชื่อมต่อขาของจอ LCD Display กับ I2C ดังตารางที่ 2.8 และทำการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU กับจอ LCD ดังตารางที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 2.9 การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU กับจอ LCD

บอร์ด Arduino หรือ NodeMCU	I2C Interface
5V	VCC (Pin 2)
GND	GND (Pin 1)
SDA	SDA (Pin 3)
SDL	SDL (Pin 4)

2.10.4 คำสั่งการใช้จอ LCD Character กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU

2.10.4.1 คำสั่งการใช้จอ LCD Character ในการเชื่อมต่อแบบขนาน

คำสั่งในการควบคุมจอ LCD ของบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU นั้น ทางโปรแกรม Arduino IDE ได้เขียนเป็น Library มาให้เพื่อสะดวกในการนำไปใช้งาน หลังจากต่อสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนแรกในการเริ่มเขียนโปรแกรมคือการเรียกใช้ Library ของจอ LCD จากไฟล์ชื่อ LiquidCrystal.h

1. `#include <LiquidCrystal.h>` การเรียกใช้ไลบรารีของจอ LCD
2. `LiquidCrystal();` ใช้ประกาศขาที่ต้องการส่งข้อมูลไปยังจอ LCD รูปแบบในการสั่งงานดังต่อไปนี้
 - 2.1. ในกรณีใช้งานแบบ 4 บิต `LiquidCrystal lcd(rs, enable, d4, d5, d6, d7)`
 - 2.2. ในกรณีใช้งานแบบ 8 บิต `LiquidCrystal lcd(rs, enable, d0, d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7)`
3. `begin(ขนาดตัวอักษร, จำนวนบรรทัด);` ใช้กำหนดขนาดของตัวอักษร และจำนวนบรรทัดของจอที่ใช้ เช่น ใช้ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด จึงประกาศเป็น `lcd.begin(16, 2);` ซึ่งต้องประกาศทุกครั้งที่ใช้งานจอ LCD ไม่อย่างนั้นเมื่อทำการใช้งานแล้วจอ LCD จะขึ้นอักขรมั่ว ๆ
4. `setCursor();` ใช้กำหนดตำแหน่งและบรรทัดของ Cursor เช่น `lcd.setCursor(0, 1);` คือ ให้เคอร์เซอร์ไปที่ตำแหน่งที่ 0 บรรทัดที่ 1 การนับตำแหน่งเริ่มจาก 0 ดังนั้น LCD 16x2 มีตำแหน่ง 0 ถึง 15 บรรทัด คือ 0 กับ 1
5. `print();` ใช้กำหนดข้อความที่ต้องการแสดง เช่น `lcd.print("TEST");` คือให้แสดงข้อความ "TEST" ออกทางหน้าจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.10.4.2 คำสั่งการใช้จอ LCD Character ในการเชื่อมต่อแบบอนุกรม

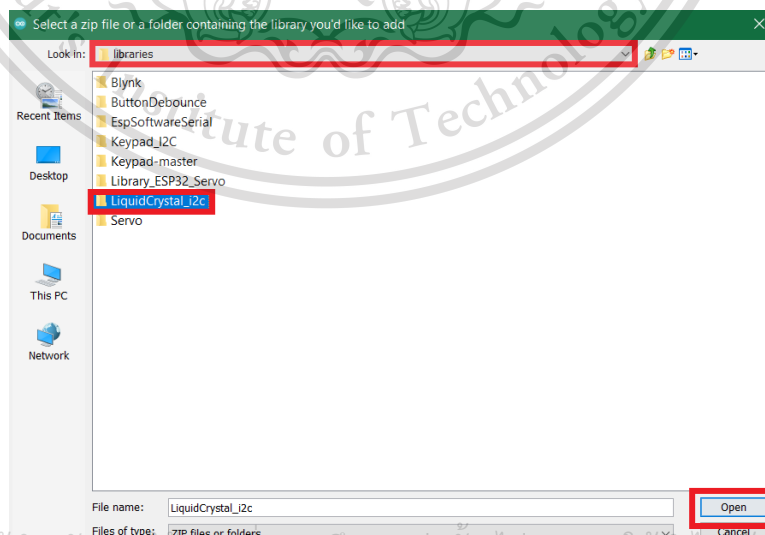
2.10.4.2.1 ขั้นตอนการติดตั้งไลบรารีจอแสดงผล LCD โดยใช้ I2C

1. ทำการดาวน์โหลดไลบรารีของ LiquidCrystal_I2C จาก <https://drive.google.com/file/d/0B4Ig-CbpU0IPU1NRb21YdENBVkk/view>
2. เปิดโปรแกรม Arduino IDE แล้วกด Sketch > Include Library > Add .ZIP Library...



รูปที่ 2.28 กด Sketch เพื่อ Include Library

3. จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 2.29 ทำการเลือกไฟล์ LiquidCrystal_I2C ที่ทำการดาวน์โหลดไว้ และกด Open



รูปที่ 2.29 หน้าต่างใส่ ZIP Library

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลง เนื้อหา และต้องยกย่องเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.10.4.2.2 คำสั่งการใช้จอ LCD Character ในการเชื่อมต่อแบบอนุกรม

1. #include <LiquidCrystal_I2C.h> การเรียกใช้ไลบรารีของจอ LCD ที่ใช้ I2C Interface
2. LiquidCrystal_I2C lcd(Address, ขนาดตัวอักษร, จำนวนบรรทัด); Address ของ I2C ใช้กำหนดขนาดของตัวอักษร และจำนวนบรรทัดของจอที่ใช้
3. begin(ขนาดตัวอักษร, จำนวนบรรทัด); ใช้กำหนดขนาดของตัวอักษร และจำนวนบรรทัดของจอที่ใช้ ซึ่งต้องประกาศทุกครั้งที่ใช้งานจอ LCD ไม่อย่างนั้นเมื่อทำการใช้งานแล้วจอ LCD จะขึ้นอักษรมั่ว ๆ
4. lcd.clear(); ใช้ล้างหน้าจอ เมื่อมีตัวอักษรใดๆอยู่บนหน้าจอ จะถูกล้างออกทั้งหมด
5. lcd.home(); ใช้ปรับให้เคเซอร์กลับไปอยู่ที่ตำแหน่งแรกด้านซ้าย เมื่อใช้คำสั่ง lcd.print(); จะไปเริ่มแสดงผล ทางด้านบนซ้าย
6. lcd.setCursor(ลำดับตัวอักษรนับจากทางซ้าย, บรรทัด); ใช้ตั้งค่าเคเซอร์ เช่น lcd.setCursor(2, 0); หมายถึงเซตเคเซอร์ไปตัวอักษรที่ 2 นับจากทางซ้าย และอยู่บรรทัดแรก เมื่อใช้คำสั่ง lcd.print() ตัวอักษรตัวแรกจะอยู่ลำดับที่ 3 นับจากทางซ้าย
7. lcd.write(ข้อมูลที่ต้องการเขียนออกไป); ใช้สำหรับเขียนข้อมูลออกไปทีละตัวอักษร
8. lcd.print(ข้อมูลที่ต้องการให้เขียนออกไป, รูปแบบข้อมูล) ใช้เขียนข้อมูลออกไปทั้งข้อความ และตัวเลข
9. lcd.cursor(); ใช้สั่งให้แสดงเคเซอร์บนหน้าจอ
10. lcd.noCursor(); ใช้สั่งให้ไม่แสดงเคเซอร์บนหน้าจอ
11. lcd.display(); แสดงตัวอักษรบนหน้าจอ
12. lcd.noDisplay(); ปิดการแสดงตัวอักษรในหน้าจอ
13. lcd.scrollDisplayLeft(); เลื่อนตัวอักษรไปทางซ้าย 1 ตัว
14. lcd.scrollDisplayRight(); เลื่อนตัวอักษรไปทางขวา 1 ตัว
15. lcd.autoscroll(); เลื่อนตัวอักษรไปทางขวาอัตโนมัติหากใช้คำสั่ง lcd.print(); หรือ lcd.write(); เมื่อตัวอักษรเต็มหน้าจอ
16. lcd.noAutoscroll(); ปิดการเลื่อนตัวอักษรอัตโนมัติ
17. lcd.leftToRight(); เมื่อใช้คำสั่ง lcd.print(); หรือ lcd.write(); ตัวอักษรจะเขียนจากซ้ายไปขวา
18. lcd.rightToLeft(); เมื่อใช้คำสั่ง lcd.print() หรือ lcd.write() ตัวอักษรจะเขียนจากขวาไปซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.11 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

เซอร์โว (Servo) เป็นคำศัพท์ที่ใช้กันทั่วไปในระบบควบคุมอัตโนมัติ มาจากภาษาละตินคำว่า Servus หมายถึง “ทาส” (Slave) ในเชิงความหมายของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ก็คือมอเตอร์ที่เราสามารถสั่งงาน หรือตั้งค่า แล้วตัวมอเตอร์จะหมุนไปยังตำแหน่งองศาที่สั่งได้เองอย่างถูกต้อง โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์ที่นิยมใช้ คือ RC Servo Motor นำมาในเครื่องเล่นที่บังคับด้วยคลื่นวิทยุ (RC = Radio - Controlled) เช่น เรือบังคับวิทยุ รถบังคับวิทยุ เฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุ เป็นต้น



รูปที่ 2.30 ลักษณะโดยทั่วไปของเซอร์โวมอเตอร์

(ที่มา www.Pyroelectro.com/)

Feedback Control คือ ระบบควบคุมที่มีการนำค่าเอาต์พุตของระบบนำมาเปรียบเทียบกับค่าอินพุต เพื่อควบคุม และปรับแต่งให้ค่าเอาต์พุตของระบบให้มีค่าเท่ากับ หรือใกล้เคียงกับค่าอินพุต

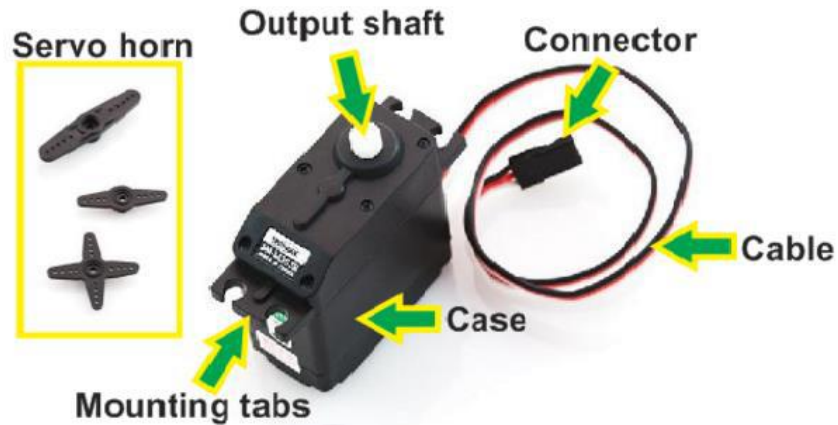
2.12.1 ส่วนประกอบภายนอกของ RC Servo Motor

ส่วนประกอบภายนอกของอาร์ซีเซอร์โวมอเตอร์จะประกอบไปด้วยดังรูปที่ 2.31 และอธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.31 ส่วนประกอบภายนอกของ RC Servo Motor

(ที่มา www.Arduino.cc/en/reference/servo)

1. Case ตัวถัง หรือ กรอบของตัวเซอร์โวมอเตอร์
2. Mounting Tab ส่วนจับยึดตัวเซอร์โวกับชิ้นงาน
3. Output Shaft เพลาส่งกำลัง
4. Servo Horns ส่วนเชื่อมต่อกับ Output shaft เพื่อสร้างกลไก
5. Cable สายเชื่อมต่อเพื่อจ่ายไฟฟ้า และควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะประกอบด้วยสายไฟ 3 เส้น และในอาร์ซีเซอร์โวมอเตอร์จะมีสีของสายแตกต่างกันไปดังนี้
 - 5.1 สายสีแดง คือ ไฟเลี้ยง (Vcc) สามารถจ่ายไฟได้ตั้งแต่ 4.8 ถึง 6V
 - 5.2 สายสีดำ หรือน้ำตาล คือ กราวด์ (GND)
 - 5.3 สายสีเหลือง (ส้ม ขาว หรือฟ้า) คือ สายส่งสัญญาณพัลส์ควบคุม (3 หรือ 5V)
6. Connector จุดเชื่อมต่อสายไฟ

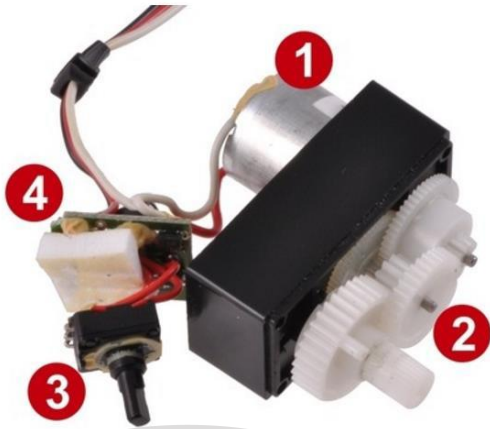
2.12.1 ส่วนประกอบภายนอกของ RC Servo Motor

ส่วนประกอบภายในของอาร์ซีเซอร์โวมอเตอร์จะประกอบไปด้วยดังรูปที่ 2.32 และอธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ตามหมายเลขดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

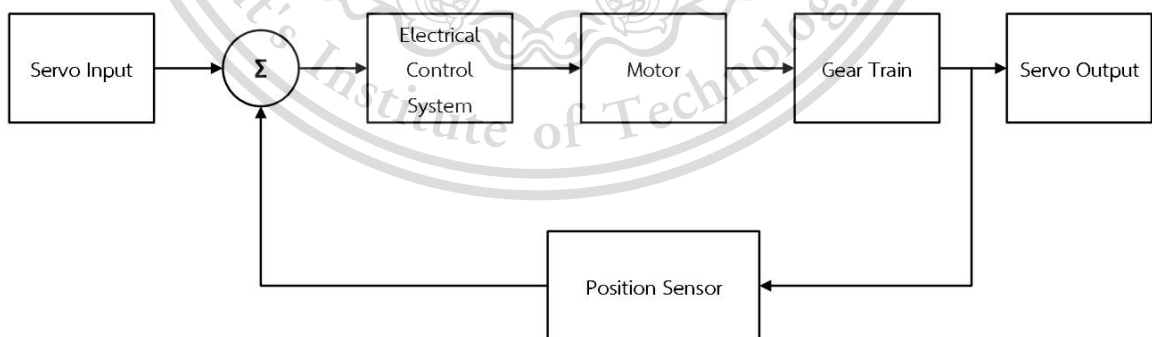


รูปที่ 2.32 ส่วนประกอบภายใน RC Servo Motor

(ที่มา www.Pololu.com)

1. ดีซีมอเตอร์ (DC Motor)
2. ชุดเฟืองเกียร์ทดแรงมอเตอร์
3. ชุดควบคุม และปรับแต่งให้ค่าเอาต์พุตมีค่าเท่ากับ หรือใกล้เคียงกับค่าอินพุต
4. ส่วนที่ควบคุม และประมวลผล

2.12.3 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ของเซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 2.33 Block Diagram Servo Motor

(ที่มา www.Ebldc.com/?p=48)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

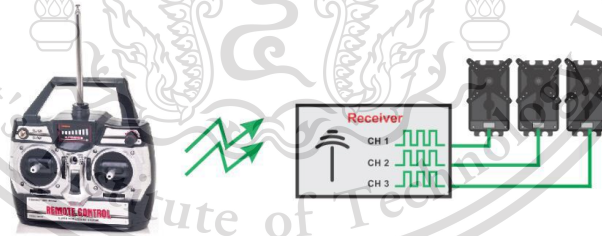
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Motor เป็นส่วนของตัวมอเตอร์
- Gear Train หรือ Gearbox เป็นชุดเกียร์ทดแรง
- Position Sensor เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งเพื่อหาค่าองศาในการหมุน
- Electronic Control System เป็นส่วนที่ควบคุม และประมวลผล

2.12.4 หลักการทำงานของ RC Servo Motor

จากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2.33 เมื่อจ่ายสัญญาณพัลส์เข้ามายัง RC Servo Motor ส่วนวงจรควบคุม (Electronic Control System) ภายในเซอร์โวมอเตอร์จะทำการอ่าน และประมวลผลค่าความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งเข้ามาเพื่อแปลค่าเป็นตำแหน่งองศาที่ต้องการให้มอเตอร์หมุน หรือเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนั้น แล้วส่งคำสั่งไปทำการควบคุมให้มอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยมี Position Sensor เป็นตัวเซ็นเซอร์คอยวัดค่ามุมที่มอเตอร์กำลังหมุนเป็น Feedback กลับมาให้วงจรควบคุมเปรียบเทียบกับค่าอินพุตเพื่อควบคุมให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการอย่างถูกต้องแม่นยำ

RC Servo Motor ออกแบบมาใช้สำหรับรับคำสั่งจาก Remote Control ที่ใช้ควบคุมของเล่นด้วยสัญญาณวิทยุต่างๆ เช่น เครื่องบินบังคับ รถบังคับ เรือบังคับ เป็นต้น ซึ่งรีโมตจำพวกนี้ที่ภาครับจะแปลงความถี่วิทยุออกมาในรูปแบบสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation)



รูปที่ 2.34 Remote Control RC Servo Motor

(ที่มา www.Learn.parallax.com/KickStart/900-00008)

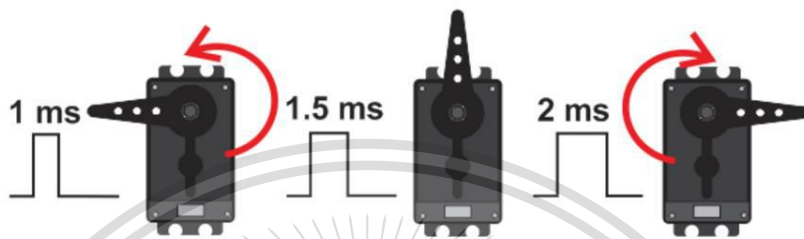
มุม หรือองศาจะขึ้นอยู่กับความกว้างของสัญญาณพัลส์ ซึ่งโดยส่วนมากความกว้างของพัลส์ที่ใช้

ใน RC Servo Motor จะอยู่ในช่วง 1.2 ms, 0.5 หรือ 2.5 ms ตัวอย่างเช่นหากกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1 ms หรือ 1000 us เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปทางซ้ายสุด ในทางกลับกันหาก

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 2 ms หรือ 2000 us เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปยังตำแหน่งขวาสุด แต่หากกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1.5 ms หรือ 1500 us เซอร์โวมอเตอร์ก็จะหมุนมาอยู่ที่ตำแหน่งตรงกลางพอดีดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 มุม หรือองศาหมุนขึ้นอยู่กับความกว้างของสัญญาณพัลส์

(ที่มา www.Learn.parallax.com/KickStart/900-00008)

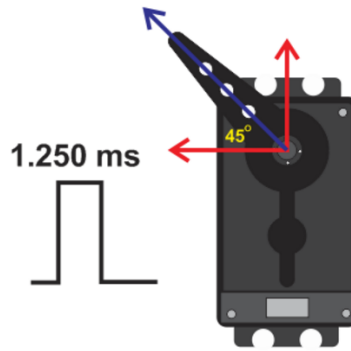
ดังนั้นสามารถกำหนดองศาการหมุนของ RC Servo Motor ได้โดยการเทียบค่า เช่น RC Servo Motor สามารถหมุนได้ 180 องศา โดยที่ 0 องศาใช้ความกว้างพัลส์เท่ากับ 1 ms หรือ 1000 us ที่ 180 องศาความกว้างพัลส์เท่ากับ 2 ms หรือ 2000 us เพราะฉะนั้นค่าที่เปลี่ยนไป 1 องศาจะใช้ความกว้างพัลส์ต่างกัน $(2000 - 1000)/180$ เท่ากับ 5.55 us

จากการหาค่าความกว้างพัลส์ที่มุม 1 องศาข้างต้น หากต้องกำหนดให้ RC Servo Motor หมุนไปที่มุม 45 องศาจะหาค่าพัลส์ที่ต้องการได้จาก 5.55×45 เท่ากับ 249.75 us แต่ที่มุม 0 องศาเราเริ่มที่ความกว้างพัลส์ 1ms หรือ 1000 us เพราะฉะนั้นความกว้างพัลส์ที่ใช้กำหนดให้ RC Servo Motor หมุนไปที่ 45 องศา คือ $1000 + 249.75$ เท่ากับประมาณ 1250 us

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.36 RC Servo Motor หมุนไปที่ 45 องศา

(ที่มา www.Learn.parallax.com/KickStart/900-00008)

2.12.5 คำสั่งการใช้ RC Servo Motor กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU

Arduino มีไลบรารีสำหรับสั่งงาน RC Servo Motor มาให้ใช้งานอยู่แล้ว เป็นฟังก์ชันสำเร็จรูป และใช้งานได้ง่าย ในหน้าเว็บไซต์ <http://arduino.cc/en/reference/servo> ได้ให้ข้อมูลไว้ว่า Servo Library ของโปรแกรม Arduino IDE สามารถสั่งงาน RC Servo Motor ได้ทั้งแบบหมุนไปกลับได้ 0 ถึง 180 องศา (ที่กล่าวถึงตามตัวอย่างข้างต้นในหัวข้อที่ 2.11.4) และแบบต่อเนื่องที่หมุนครบรอบได้เรียกว่า เป็น Continuous Rotation Servo โดยสามารถรองรับการเชื่อมต่อ RC Servo Motor ได้ถึง 12 ตัวกับ บอร์ด Arduino UNO รองรับสูงสุดถึง 48 ตัวหากใช้บอร์ด Arduino Mega หรือบอร์ด NodeMCU เป็นต้น

ในไลบรารีของเซอร์โวมอเตอร์มีฟังก์ชันภายในดังนี้

1. attach() คือ ฟังก์ชันที่ใช้ในการกำหนดขาสัญญาณที่เซอร์โวต่อกับบอร์ดต่าง ๆ และกำหนด ความกว้างของพัลส์ที่ 0 องศา และ 180 องศา ซึ่งมีฟังก์ชันในการใช้งานดังนี้

```
Servo.attach(pin);
```

```
Servo.attach(pin,min,max);
```

Pin คือ ขาสัญญาณของบอร์ดต่าง ๆ ที่ใช้เชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์

Min คือ ความกว้างของพัลส์ที่ 0 องศาของเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้ในหน่วยไมโครวินาที (us) โดยปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แล้วหากไม่มีการตั้งค่าโปรแกรมจะกำหนดค่าไว้ที่ 544 us
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Max คือ ความกว้างของพัลส์ที่ 180 องศาของเซอร์โวล์ที่ใช้ในหน่วยไมโครวินาที (us) โดยปกติแล้วหากไม่มีการตั้งค่าโปรแกรมจะกำหนดค่าไว้ที่ 2400 us

2. write() คือ ฟังก์ชันที่ใช้ควบคุมตำแหน่งที่ต้องการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปยังองศาที่กำหนด สามารถกำหนดเป็นค่าองศาได้ คือ 0 ถึง 180 องศา แต่ในเซอร์โวมอเตอร์ที่เป็น Full Rotation คำสั่ง write จะเป็นการกำหนดความเร็วในการหมุน โดยค่าเท่ากับ 90 คือ คำสั่งเซอร์โวมอเตอร์หยุดหมุน ค่าเท่ากับ 0 คือ การหมุนด้วยความเร็วสูงสุดในทิศทางหนึ่ง และค่าเท่ากับ 180 คือ การหมุนด้วยความเร็วสูงสุดในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งมีฟังก์ชันในการใช้งานดังนี้

```
servo.write(angle);
```

Angle คือ มุมที่ต้องการให้ RC Servo Motor แบบ 0 ถึง 180 องศาหมุนไป แต่หากเป็น RC Servo Motor แบบ Full Rotation ค่า Angle คือ การกำหนดความเร็ว และทิศทางในการหมุน

3. writeMicroseconds(); คือ ฟังก์ชันที่ใช้ควบคุมตำแหน่งที่ให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งองศาที่กำหนด โดยกำหนดเป็นค่าความกว้างของพัลส์ในหน่วย us ปกติแล้ว RC Servo Motor จะใช้ความกว้างของพัลส์อยู่ที่ 1000 ถึง 2000 us แต่ RC Servo Motor บางรุ่น หรือบางยี่ห้อ ไม่ได้ใช้ช่วงความกว้างของพัลส์ตามที่ได้กล่าวเอาไว้ อาจจะใช้ช่วง 700 ถึง 2300 us แทนก็สามารถใช้ฟังก์ชัน writeMicroseconds นี้เพื่อกำหนดความกว้างพัลส์ได้เอง

การใช้ฟังก์ชัน writeMicroseconds สามารถกำหนดค่าได้อิสระ แต่ต้องระวังในการใช้งาน หากสั่งงาน RC Servo Motor (แบบ 0 ถึง 180 องศา) จนหมุนไปเกินจุดสิ้นสุด คือ เกินทั้งฝั่ง 0 หรือ 180 องศา จะทำให้เกิดเสียงครางดังจากการหมุนไปต่อไม่ได้ และมอเตอร์จะกินกระแสสูงขึ้นด้วยในเวลาเดียวกันนั้น ซึ่งอาจทำให้ RC Servo Motor เกิดความเสียหายได้ ซึ่งมีฟังก์ชันในการใช้งานดังนี้

```
servo.writeMicroseconds(us);
```

us คือ ค่าความกว้างของพัลส์ที่ต้องการกำหนดในหน่วยไมโครวินาที (โดยตัวแปร int)

4. read() คือ ฟังก์ชันอ่านค่าองศาที่สั่งเข้าไปด้วยฟังก์ชัน write() เพื่อให้รู้ว่าตำแหน่งองศาสุดท้ายที่สั่งเข้าไปนั้นมีค่าเท่าไร ซึ่งค่าที่อ่านออกมานั้นจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 180 องศา ซึ่งมีฟังก์ชันในการใช้งาน คือ servo.read(); ซึ่งถ้าหากไม่มีค่าจะ Return ค่า 0 ถึง 180 องศา
5. attached() คือฟังก์ชันตรวจสอบว่าเซอร์โวล์ที่ต้องการใช้กำลังต่ออยู่กับขาสัญญาณของบอร์ดต่าง ๆ หรือไม่ ซึ่งมีฟังก์ชันในการใช้งาน คือ servo.attached(); ซึ่งไม่มีค่าจะ Return ค่า True

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ออกมาหากเซอร์โวมอเตอร์เชื่อมต่ออยู่กับบอร์ดต่าง ๆ แต่ถ้าหาก Return ออกมาเป็นค่าอื่นถือว่าไม่เชื่อมต่อ

- detach() คือ ฟังก์ชันคืนสถานะของขาที่เรากำหนดให้เป็นขาควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยคำสั่ง attached() ให้กลับคืนสู่การใช้งานปกติ ซึ่งมีฟังก์ชันในการใช้งาน คือ servo.detach();



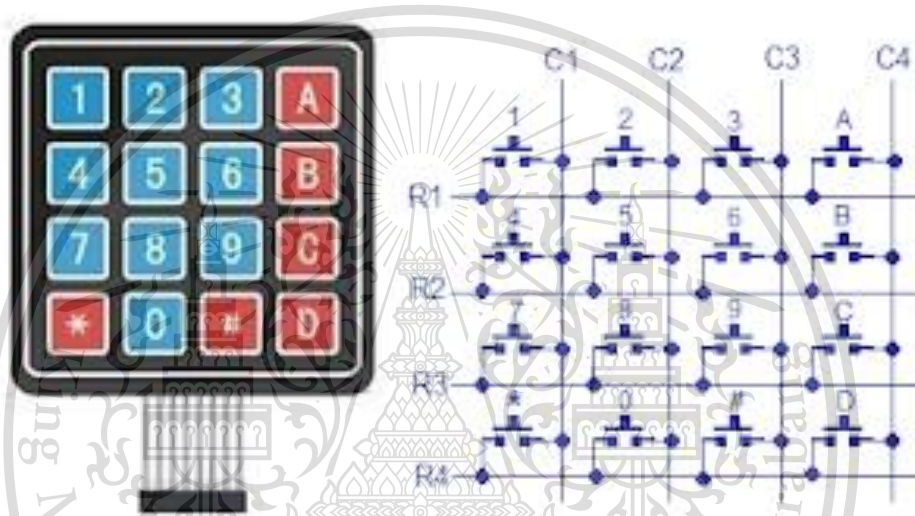
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.12 Keypad 4x4

Keypad 4x4 เป็นการจัดสวิตช์กดติดปล่อยดับจำนวน 16 ปุ่มในรูปแบบเมตริก 4 X 4 โดยปกติจะเป็นปุ่มสำหรับหมายเลข 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และตัวอักษร A, B, C, D, *,# Keypad 4x4 จะมี 8 การเชื่อมต่อสายสัญญาณ คือ R1, R2, R3, R4 และ C1, C2, C3, C4 เป็นตัวแทนของแถว และคอลัมน์ตามลำดับแผนภาพ และปุ่มกดแสดงดังในรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.37 Keypad

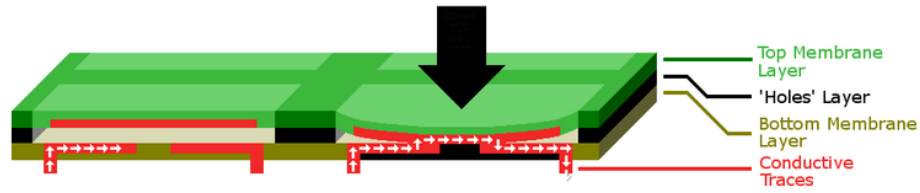
(ที่มา <http://elec2web.blogspot.com/2016/04/arduino-uno-keypad-4x4.html>)

เมื่อกดปุ่มจะทำให้หน้าสัมผัสที่เป็นชั้นสีแดงในรูปด้านล่าง ไปแตะกันทำให้เป็นการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าไปอีกด้านหนึ่งของสวิตช์ดังรูปที่ 2.38 ซึ่งในการตรวจสอบว่าผู้ใช้กำลังกดปุ่มอะไรอยู่นั้นก็ใช้วิธีการ สแกนไปที่ละคอลัมน์จนครบทุกคอลัมน์แล้วนำมาตีความว่ามีการตอบสนองออกมาเป็นแบบใดบ้าง เช่น ถ้ามีการกดเลข 1 อยู่ ในขณะที่เราจ่ายแรงดัน 5 โวลต์ไปที่ Column ที่ 1 จะมีเพียงแถวแรกเท่านั้นที่จะอ่านค่า แรงดันได้ High นอกนั้นจะเป็น Low หรือถ้ามีการกดปุ่ม # อยู่ ขณะที่สแกนไปที่ละคอลัมน์นั้นจะไม่เจอแรงดัน High ที่แถวใดเลย จนกว่าจะสแกนไปถึงคอลัมน์ที่ 3 ซึ่งจะพบว่ามีการตอบสนองกลับมาจากแถวที่ 4 นั่นเอง ดังนั้นเมื่อพบว่า เป็นคอลัมน์ที่ 3 และมีแถว 4 ตอบสนองก็คือปุ่ม '#' นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

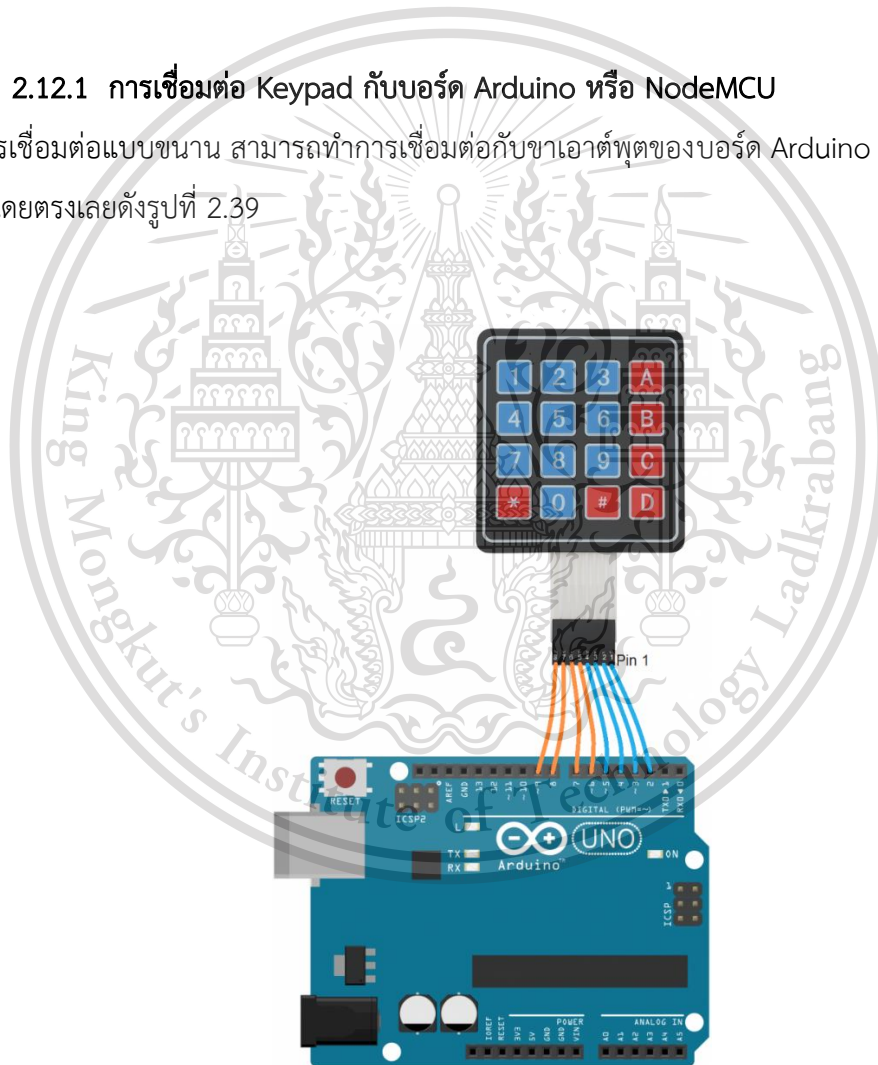


รูปที่ 2.38 ภาพตัดขวางของ Keypad

(ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Membrane_keyboard#How_it_works)

2.12.1 การเชื่อมต่อ Keypad กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU

1. การเชื่อมต่อแบบขนาน สามารถทำการเชื่อมต่อกับขาเอาต์พุตของบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU ได้โดยตรงเลยดังรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.39 การเชื่อมต่อ Keypad กับบอร์ด Arduino UNO R3 แบบขนาน

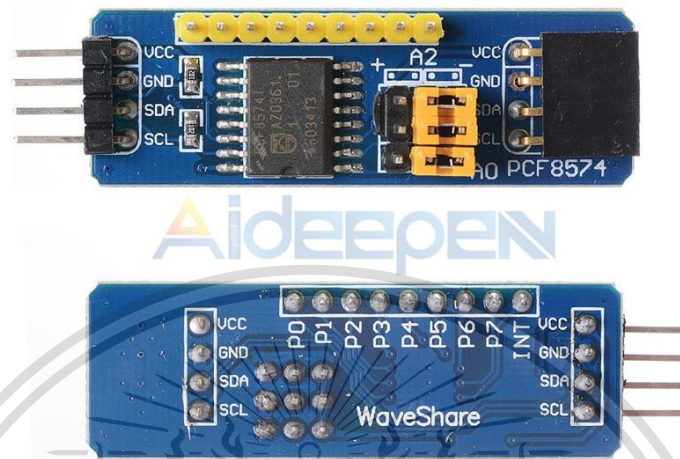
(ที่มา <https://www.myarduino.net>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. การเชื่อมต่อแบบอนุกรม โดยมีการต่อ I2C Serial Interface เข้ากับ Keypad ดังตารางที่ 2.10



รูปที่ 2.40 I2C Interface ของ Keypad

(ที่มา <https://vi.aliexpress.com/i/33005729850.html>)

ตารางที่ 2.10 การเชื่อมต่อขาระหว่าง Keypad กับ I2C Serial Interface

Pin Keypad	Pin I2C Serial Interface
P0	P0
P1	P1
P2	P2
P3	P3
P4	P4
P5	P5
P6	P6
P7	P7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.12.2 คำสั่งการใช้อ์จอ Keypad กับบอร์ด Arduino หรือ NodeMCU

2.12.2.1 คำสั่งการใช้ Keypad ในการเชื่อมต่อแบบขนาน

2.12.2.1.1 ขั้นตอนการติดตั้งไลบรารี Keypad

1. ทำการดาวน์โหลดไลบรารีของ Keypad จาก <https://playground.arduino.cc/Code/Keypad/>
2. แล้วทำตามเหมือนหัวข้อ 2.10.4.2.1

2.12.2.1.2 คำสั่งการใช้ Keypad ในการเชื่อมต่อแบบขนาน

```
1. #include <Keypad.h> ทำการเรียกไลบรารี Keypad
2. #include <Wire.h>
3. Wire.begin(); ประกาศใน void setup()
4. Keypad(makeKeymap(userKeymap), row[], col[], rows, cols);

const byte rows = 4; //four rows
const byte cols = 4; //three columns
char keys[rows][cols] = {
    {'1','2','3','A'},
    {'4','5','6','B'},
    {'7','8','9','C'},
    {'#','0','*','D'}
};

byte rowPins[rows] = {0, 1, 2, 3}; //connect to the row pinouts of the keypad

byte colPins[cols] = {4, 5, 6, 7}; //connect to the column pinouts of the keypad

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, rows, cols );
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สร้างปุ่มกดที่ใช้พิน 0, 1, 2, 3 เป็นพินแฉว และ 4, 5, 6, 7 เป็นพินคอลัมน์ ปุ่มกดนี้มี 4 แฉวและ 4 คอลัมน์ทำให้มี 16 ปุ่ม และสามารถดูโค้ดเพิ่มเติมได้จากโค้ดตัวอย่าง File > Examples > Keypad > Examples > CustomKeypad

5. char waitForKey(); ฟังก์ชันนี้จะรอตลอดไปจนกว่าจะมีคนกดปุ่ม (บล็อกรหัสอื่น ๆ ทั้งหมดจนกว่าจะกดปุ่ม นั่นหมายถึงไฟ LED ไม่กะพริบไม่มีการอัปเดตหน้าจอ LCD ไม่มีอะไรเลยยกเว้นการ interrupt)
6. char getKey(); ส่งคืนคีย์ที่กดถ้ามี ฟังก์ชันนี้ไม่ปิดกั้น
7. KeyState getState(); ส่งคืนสถานะปัจจุบันของคีย์ใด ๆ มี 4 สถานะ ได้แก่ วาง กด ปล่อย และคงค่า
8. boolean keyStateChanged(); แจ้งให้ทราบเมื่อคีย์เปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่ง ตัวอย่างเช่น แทนที่จะทดสอบเฉพาะคีย์ที่ถูกต้องสามารถทดสอบได้ว่าการกดคีย์เมื่อใด
9. setHoldTime(unsigned int time); กำหนดจำนวนมิลลิวินาทีที่ผู้ใช้จะต้องกดปุ่มค้างไว้จนกว่าสถานะ HOLD จะถูกทริกเกอร์
10. setDebounceTime(unsigned int time); กำหนดจำนวนมิลลิวินาทีที่ปุ่มกดจะรอจนกว่าจะยอมรับการกดแป้นใหม่ หรือ keyEvent คือ วิธีการดีบั๊กแบบ "หน่วงเวลา"
11. addEventListener(keypadEvent); ทริกเกอร์เหตุการณ์หากใช้ปุ่มกด

2.12.2.2 คำสั่งการใช้ Keypad ในการเชื่อมต่อแบบอนุกรม

2.12.2.2.1 ขั้นตอนการติดตั้งไลบรารี Keypad โดยใช้ I2C

1. ทำการดาวน์โหลดไลบรารีของ Keypad_I2C จาก http://www.mediafire.com/file/wcdmj9bo27glp35/Keypad_I2C.zip/file
2. แล้วทำตามเหมือนหัวข้อ 2.10.4.2.1

2.12.2.2.2 คำสั่งการใช้ Keypad ในการเชื่อมต่อแบบอนุกรม

คำสั่งที่ใช้คล้ายกับคำสั่งการใช้ Keypad ในการเชื่อมต่อแบบขนาน

1. #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2. LiquidCrystal_I2C lcd(Address I2C, ขนาดตัวอักษร, จำนวนบรรทัด);
3. Keypad_I2C(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS, I2CADDR, PCF8574);

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

ในการศึกษาโครงการระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติ โดยควบคุมผ่านทางโทรศัพท์ด้วยเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้ศึกษาจะนำเสนอรายละเอียดขั้นตอนการออกแบบระบบ ซึ่งได้นำทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 มาประยุกต์ใช้งานโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือโปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

1. ESP32-CAM AI-Thinker
2. FTDI programmer
3. ESP32
4. Tower Pro Micro Servo SG90
5. โปรแกรม Arduino IDE
6. แอปพลิเคชัน Blynk
7. ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
8. โน้ตบุ๊ก
9. 16x4 LCD Display
10. Matrix 4x4 Keypad
11. I2C Interface
12. สาย Mini USB to USB และ Micro USB to USB
13. สวิตช์กดติดปล่อยดับ
14. ตัวต้านทาน 1 กิโลโอห์ม
15. สายจัมเปอร์
16. Mini Breadboard 400 hole
17. แหล่งจ่ายไฟ 5V ผ่าน USB และ Li-Battery 18650 3.7V ขนาด 1200 mAh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
18. ไม่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

1. ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบ IoT ที่เกี่ยวกับ Smart door lock
2. วางจุดประสงค์ และขอบเขตของโครงการ
3. ทำการศึกษาโปรแกรม และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการ และทำการจัดซื้ออุปกรณ์
4. ออกแบบบล็อกไดอะแกรม ผังงาน และวงจรของโครงการ
5. ออกแบบการทดลอง
6. ทำการทดลอง ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
7. ทำการแก้ไข และปรับปรุงโครงการ
8. ทำการออกแบบประตูบ้านจำลอง และทำการประกอบประตูบ้าน รวมทั้งวงจร
9. จัดทำรายงาน และวิดีโอการใช้งานของโครงการ

3.3 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ผังงาน (Flowchart) และวงจร (Schematic) ของโครงการ

ในโครงการนี้แบ่งบล็อกไดอะแกรม ผังงาน และวงจรเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านทางโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk และส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk

3.3.1 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram)

จากรูปที่ 3.19 และรูปที่ 3.20 แสดงให้เห็นบล็อกไดอะแกรมส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านทางโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk และบล็อกไดอะแกรมส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk ขณะที่ยังไม่มีคนมาดกริง ESP32 และ ESP32-CAM จะอยู่ในโหมด Deep Sleep (อุปกรณ์จะไม่ทำงาน และจะไม่จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่มาต่อพ่วง) เมื่อมีคนมาดกริงที่ประตูบ้าน ESP32 และ ESP32-CAM จะถูกปลุกขึ้น และจะทำการแจ้งเตือนไปที่โทรศัพท์ของผู้ใช้งาน หรือเจ้าของบ้านผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk ว่ามีคนมาที่บ้าน ในขณะที่นั้น ESP32-CAM ก็จะเริ่มทำงานไปด้วยเพื่อถ่ายทอดวิดีโอผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk ให้เห็นว่าคนมาที่มากดกริงเป็นใคร

หลังจากนั้น LCD Display จะแสดงข้อความเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเจ้าของบ้านกับคนที่มาดกริง โดยให้คนที่มาดกริงกดเบอร์โทรศัพท์บน Keypad และเบอร์โทรศัพท์จะไปแสดงอยู่บนหน้าจอของเจ้าของบ้าน ไม่ว่าจะกรณิดอกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

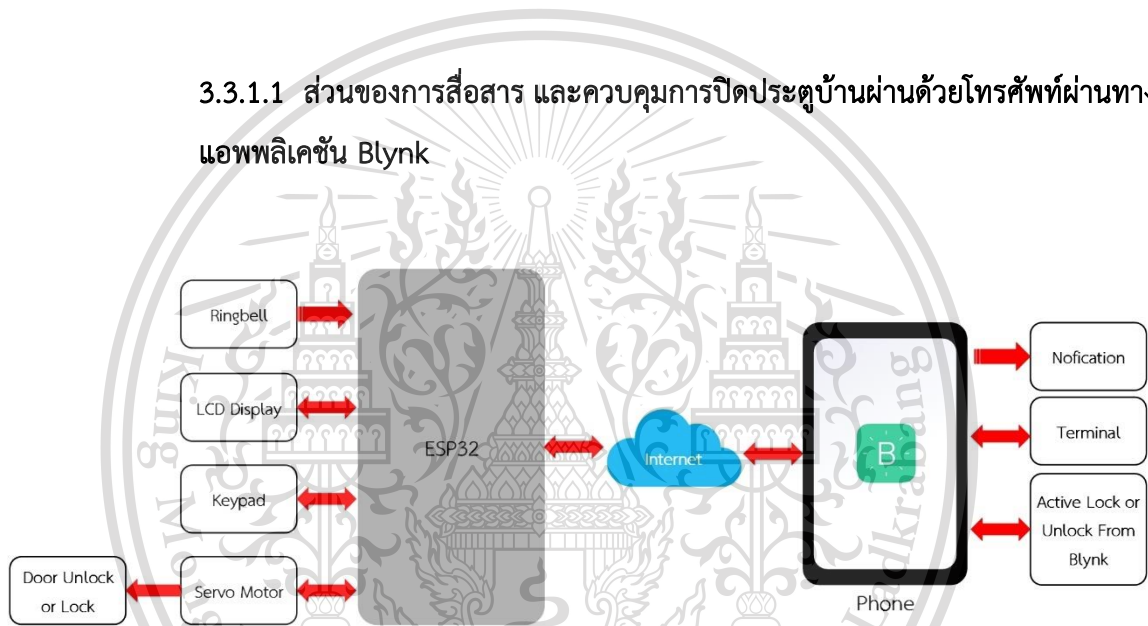
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โทรศัพท์เพื่อให้เจ้าของบ้านโทรหาคนที่มาดกริ่งเพื่อติดต่อสื่อสารกัน หลังจากที่ติดต่อสื่อสารกันแล้ว เจ้าของบ้านสามารถกดเปิดประตูบ้านได้ผ่านทางโทรศัพท์ โดยเซอร์โวมอเตอร์จะทำงาน และหมุนเพื่อเปิดกลอนประตูบ้าน และสามารถกดปิดประตูบ้านผ่านทางโทรศัพท์ได้เช่นกัน

เจ้าของบ้านสามารถสั่งปิดการทำงานของ ESP32 ผ่านทางโทรศัพท์ได้ เมื่อต้องการให้อยู่ในโหมด Deep Sleep และ ESP32-CAM เมื่อทำงานครบ 10 นาทีแล้วจะอยู่ในโหมด Deep Sleep โดยอัตโนมัติ

3.3.1.1 ส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านทางโทรศัพท์ผ่านทาง แอปพลิเคชัน Blynk



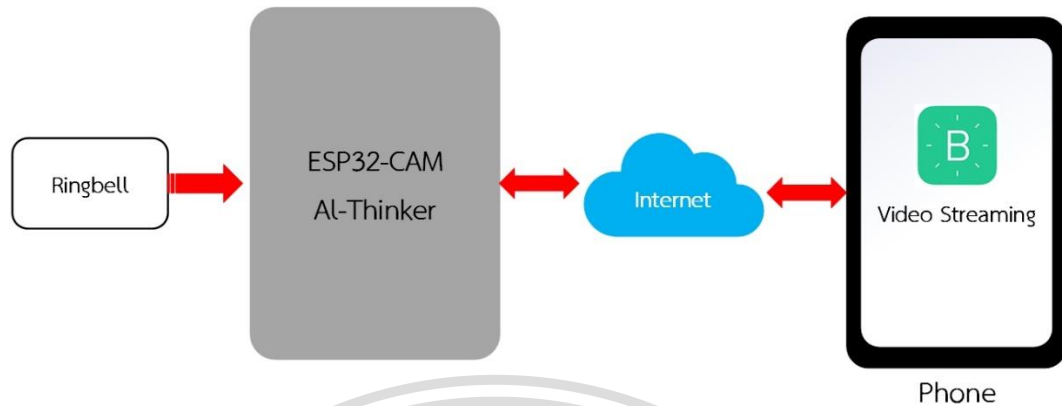
รูปที่ 3.19 บล็อกไดอะแกรมส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านทางโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.1.2 ส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk



รูปที่ 3.20 บล็อกไดอะแกรมส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk

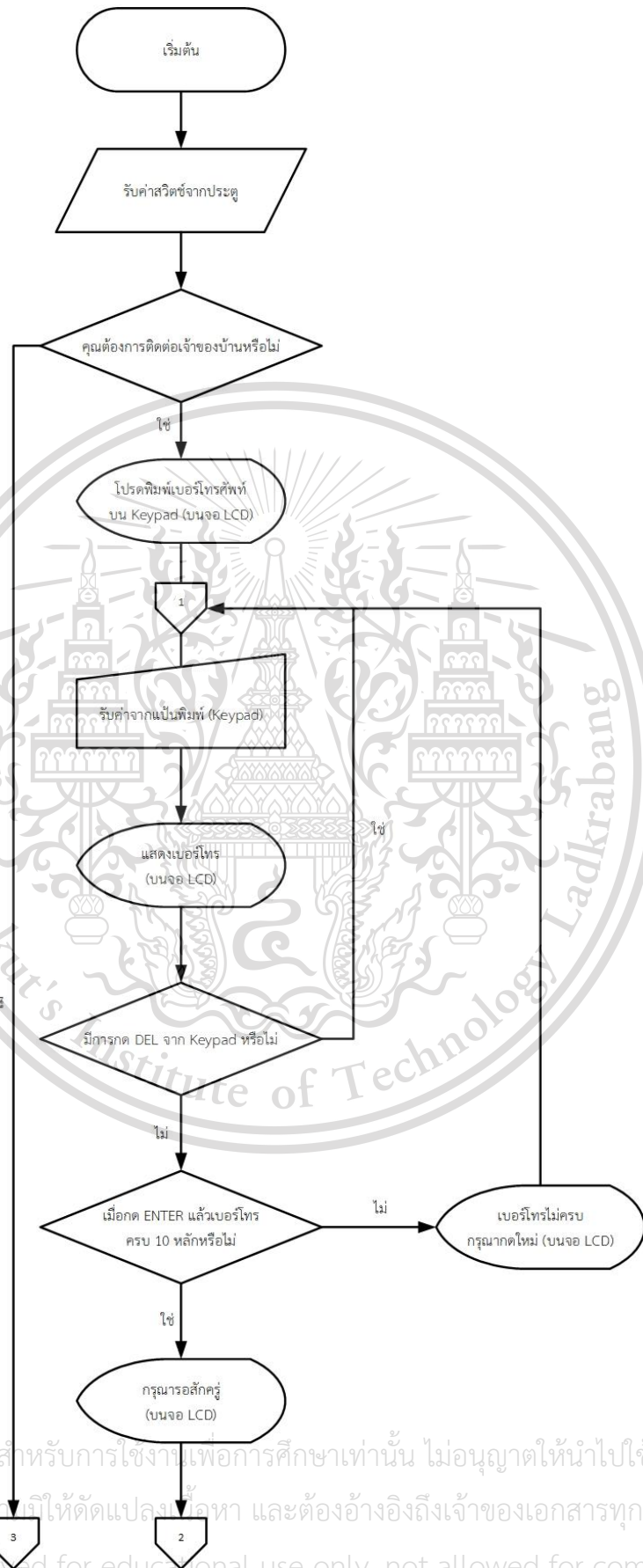
3.3.2 แผนผัง (Flowchart)

3.3.2.1 ส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านด้วยโทรศัพท์ผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

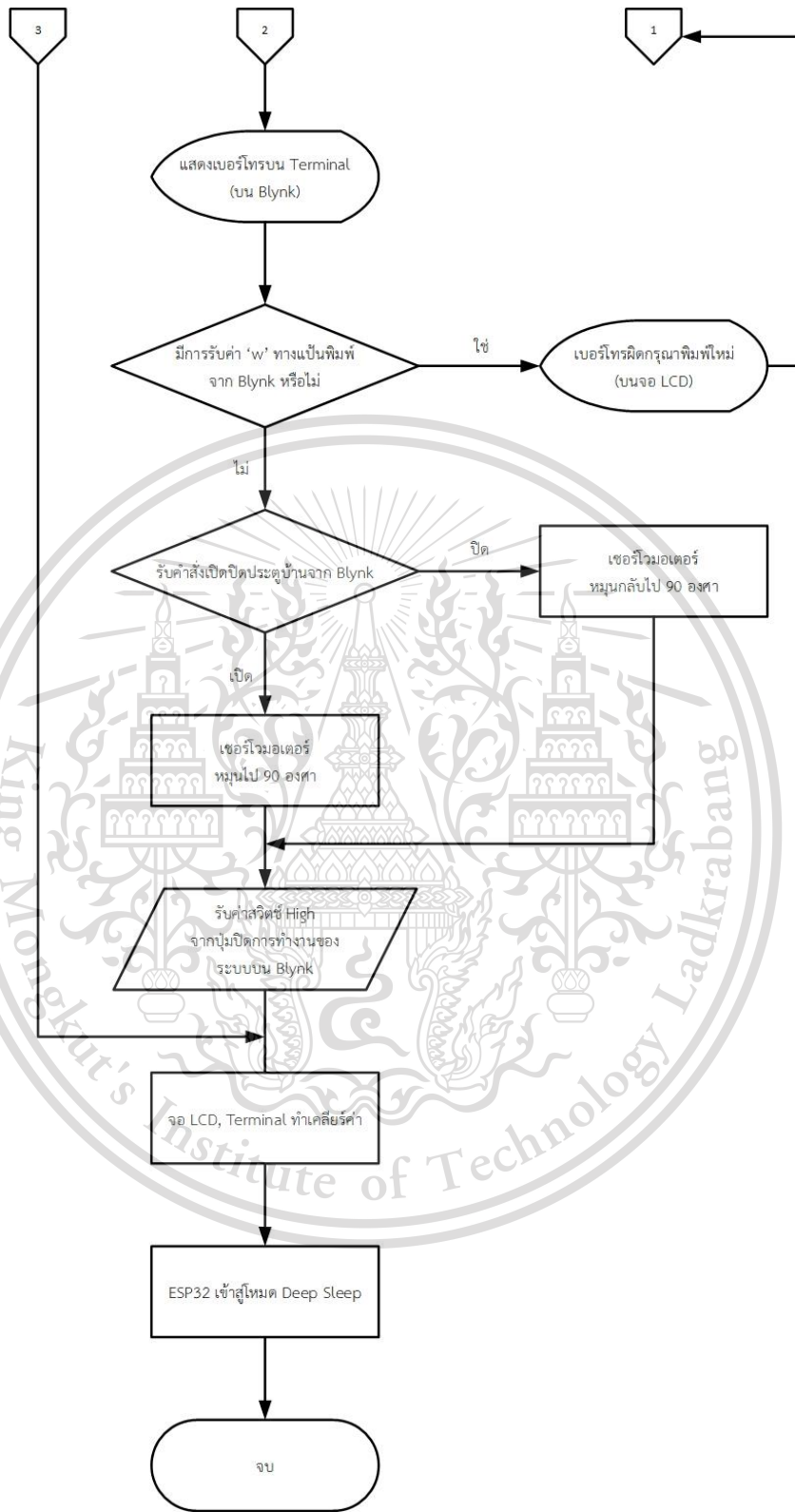
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังอาจให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

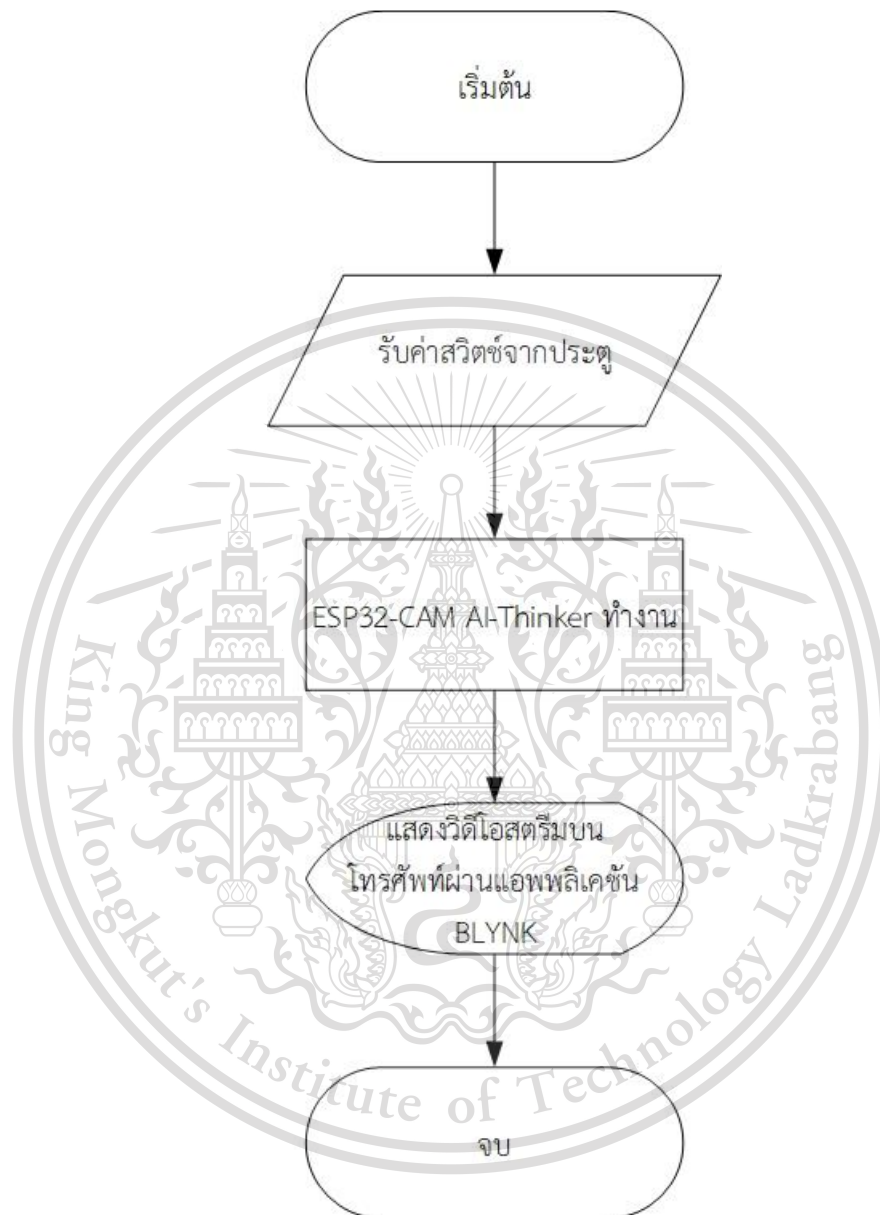


รูปที่ 3.21 ผังงานส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านทางโทรศัพท์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.2.2 ส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk



รูปที่ 3.22 ผังงานส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk

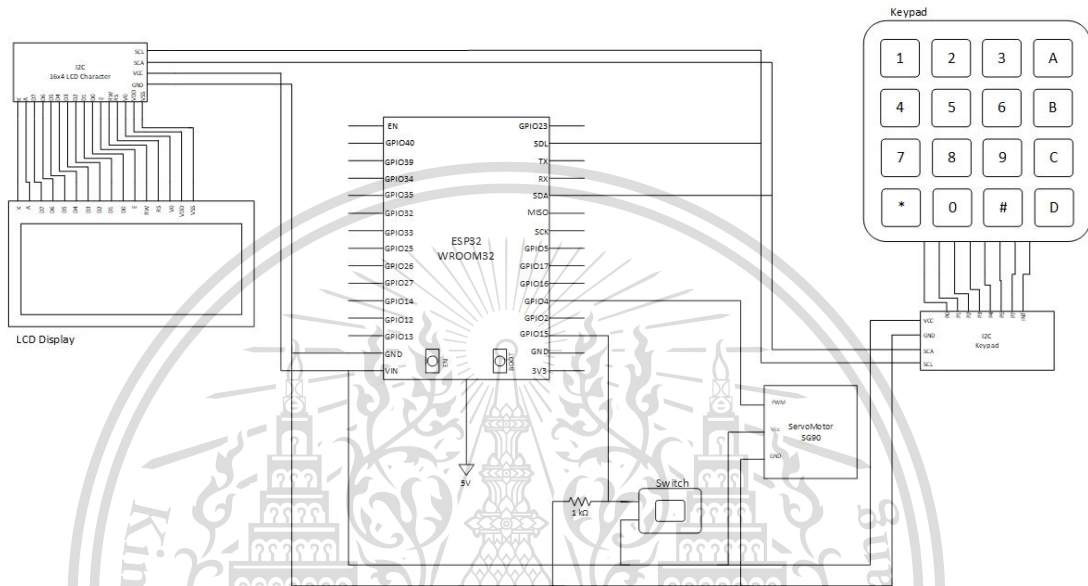
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

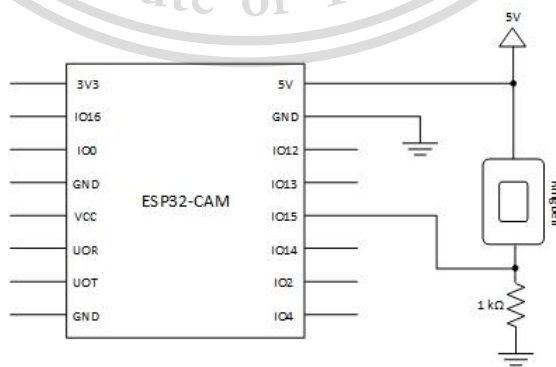
3.3.3 วงจร (Schematic)

3.3.3.1 ส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านด้วยโทรศัพท์ผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk



รูปที่ 3.23 วงจรส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านทางโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk

3.3.3.2 ส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk

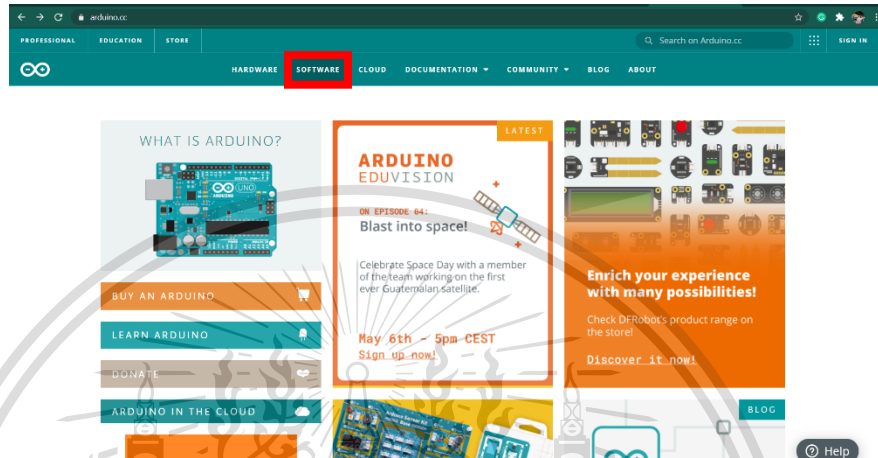


รูปที่ 3.24 วงจรส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่งบนแอปพลิเคชัน Blynk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ส่วนตัวเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

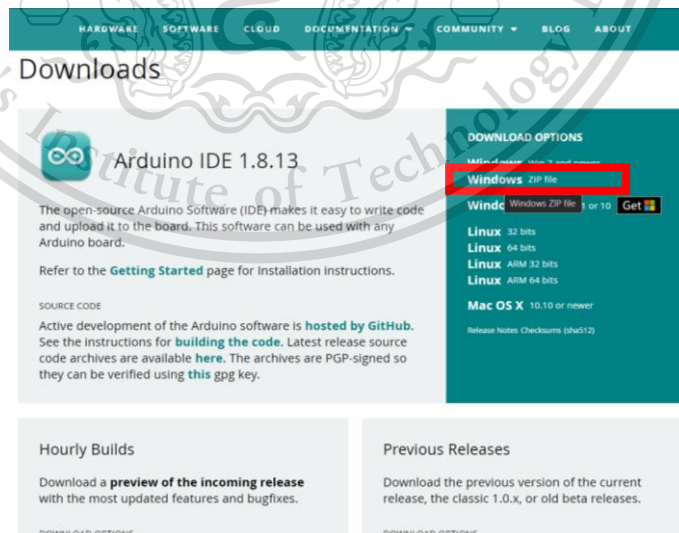
3.4 การติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

1. ดาวน์โหลด Arduino IDE โดยไปที่ <https://www.arduino.cc> และกดที่ SOFTWARE ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 หน้าเว็บของ Arduino.cc

2. เมื่อกด SOFTWARE จะปรากฏหน้าเว็บดาวน์โหลด (สามารถเลือกดาวน์โหลดได้ทั้ง Windows Linux และ Mac OS X) และให้กดดาวน์โหลด Windows ZIP file ดังรูปที่ 3.26



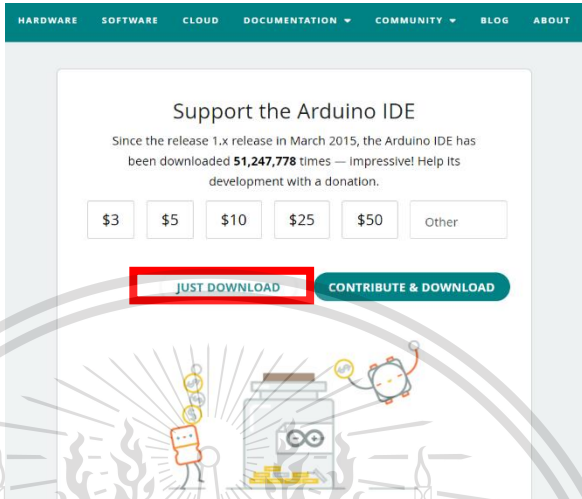
รูปที่ 3.26 หน้าเว็บให้เลือกดดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

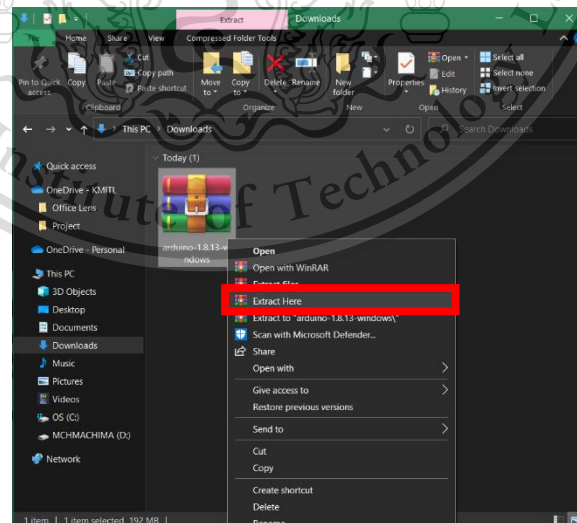
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. กด JUST DOWNLOAD ดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 หน้าเว็บกดดาวน์โหลด Arduino IDE

4. เมื่อกด JUST DOWNLOAD จะขึ้นให้บันทึกไฟล์ หลังจากเลือกที่จะบันทึกให้กด Save
5. ไฟล์ที่ได้จะเป็นไฟล์ ZIP ให้ทำการแตกไฟล์ดังรูปที่ 3.28



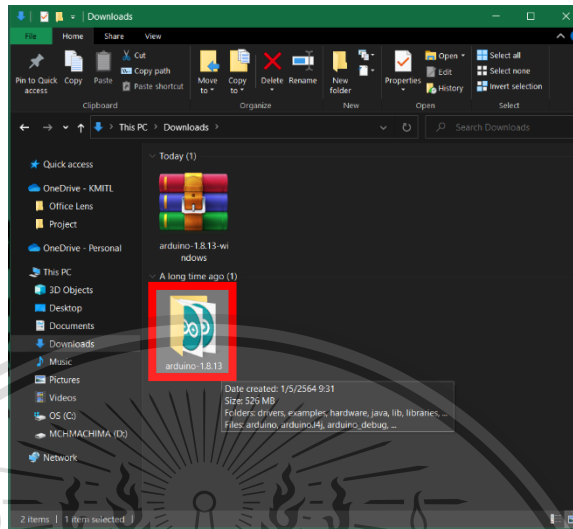
รูปที่ 3.28 ไฟล์ ZIP arduino-1.8.13-windows

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

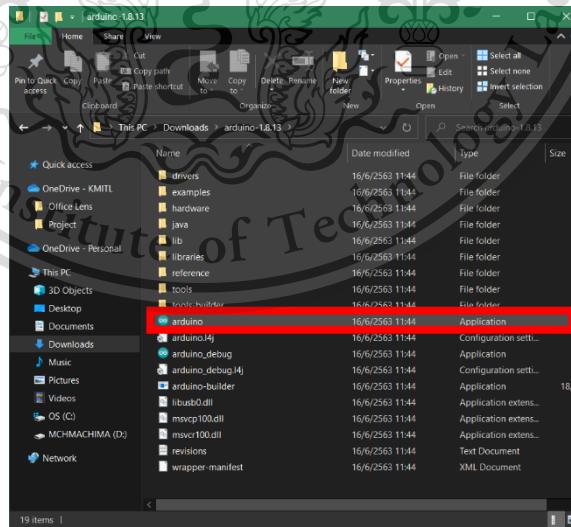
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6. เมื่อได้ไฟล์ที่แตกมาแล้วให้ดับเบิลคลิกเข้าไปในโฟลเดอร์ดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 โฟลเดอร์ที่แตกได้จากไฟล์ ZIP arduino-1.8.13-windows

7. ให้กดดับเบิลคลิกที่ Arduino.exe เพื่อติดตั้งโปรแกรมดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 ไฟล์ในโฟลเดอร์ arduino 1.8.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

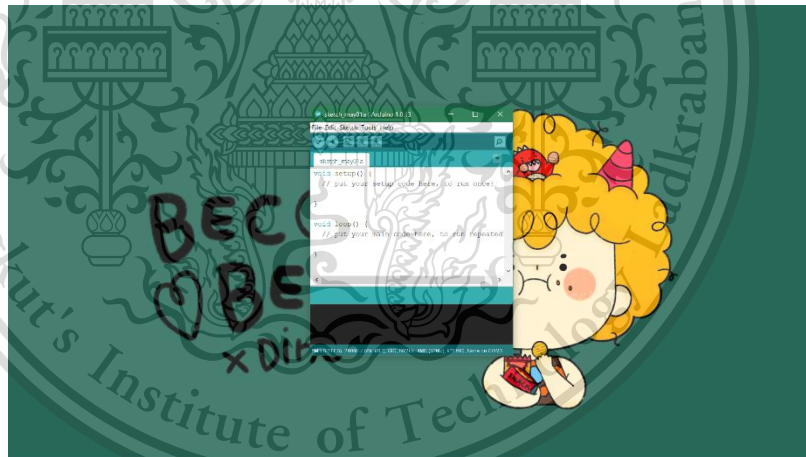
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

8. หลังจากนั้นจะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ 3.31 ซึ่งรูปที่ 3.32 เป็นหน้าต่างของโปรแกรม



รูปที่ 3.31 หน้าต่างเปิดโปรแกรม Arduino IDE



รูปที่ 3.32 หน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE

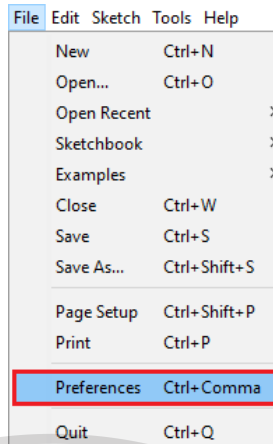
3.5 การติดตั้งบอร์ด ESP32 บนโปรแกรม Arduino IDE

1. ทำการติดตั้ง ESP32 บนโปรแกรม Arduino IDE โดยกดที่ File แล้วกด Preferences (Ctrl+Comma) ดังรูปที่ 3.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

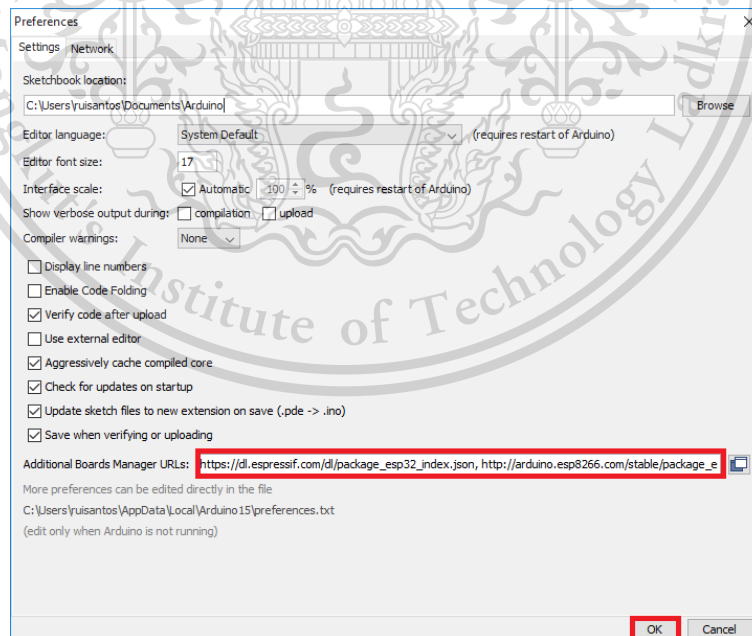
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.33 หน้าต่าง File

- หลังจากนั้นจะขึ้นหน้าต่าง References ให้ใส่ https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json ใน Additional Board Manager URLs ดัง แล้วกด OK ดังรูปที่ 3.34



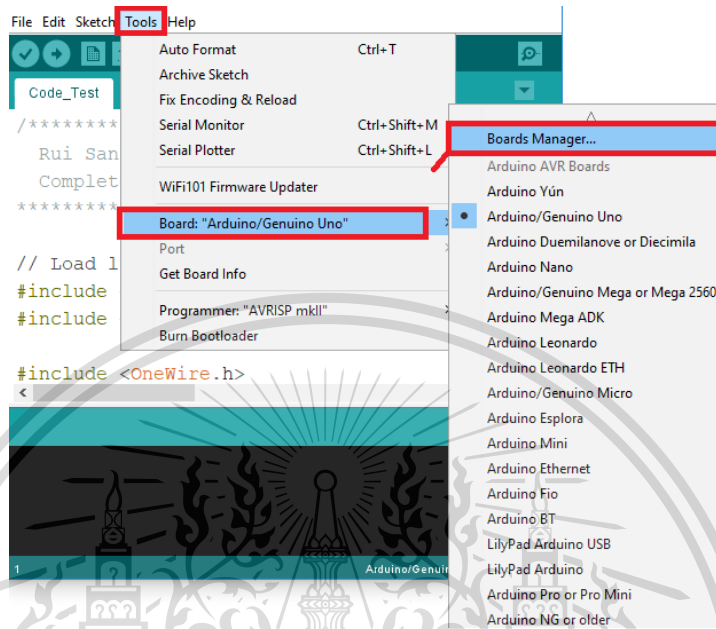
รูปที่ 3.34 หน้าต่าง Preferences

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

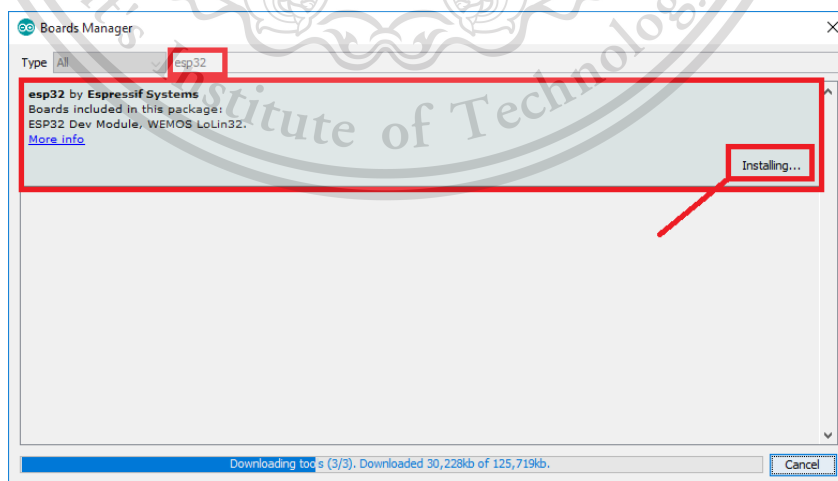
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. กดที่ Tools > Board > Boards Manager... ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 เปิดหน้าต่าง Tools เพื่อกด Board Manager...

4. ค้นหา ESP32 และกดปุ่มติดตั้ง ESP32 by Espressif Systems ดังรูปที่ 3.36



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการรูปที่ 3.36 หน้าต่าง Boards Manager... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.6 การอัปโหลดโค้ดลงบนบอร์ด ESP32

1. ทำการติดตั้ง ESP32 ลงบนโปรแกรม Arduino IDE ดังหัวข้อที่ 3.6
2. ทำการเขียนโค้ดลงบนโปรแกรม Arduino IDE ดังรูปที่ 3.37

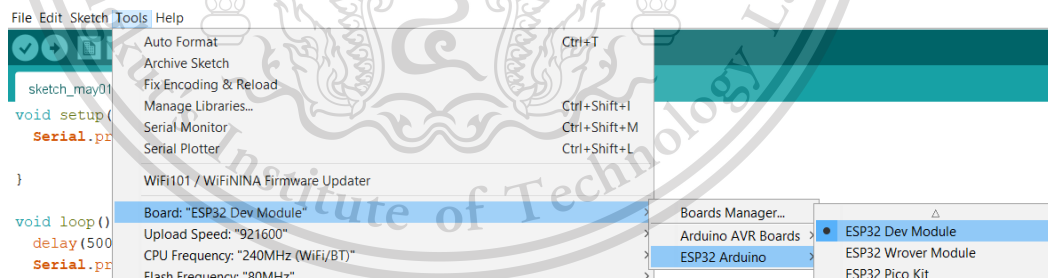


```
File Edit Sketch Tools Help
sketch_may01a$
void setup() {
  Serial.println("Start");
}

void loop() {
  delay(5000);
  Serial.println("ESP32");
}
```

รูปที่ 3.37 การเขียนโค้ดลงบนโปรแกรม Arduino IDE

3. กด Tools > Board > ESP32 Arduino > ESP32 Dev Module ดังรูปที่ 3.38



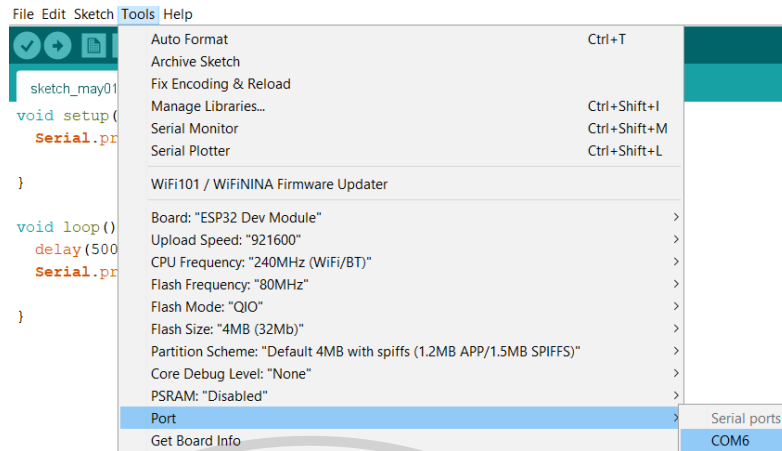
รูปที่ 3.38 หน้าต่าง Tools เพื่อคัดเลือก Board ของ ESP32

4. กด Tools > Port เลือก Port ที่ต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ด ESP32 ดังรูปที่ 3.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



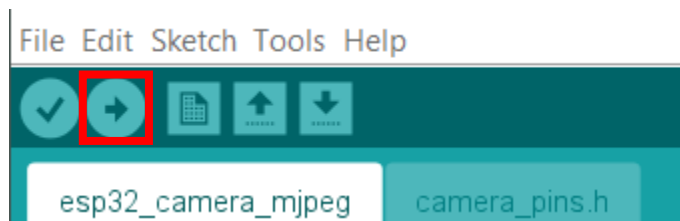
รูปที่ 3.39 หน้าต่าง Tools เพื่อคัดเลือก Port

- หลังจากนั้นกดตรวจสอบโค้ดว่าถูกต้องหรือไม่ โดยกดสัญลักษณ์ในกรอบสีแดงดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 สัญลักษณ์ในการกดตรวจสอบโค้ด

- กดอัปโหลดโค้ด โดยกดสัญลักษณ์ในกรอบสีแดงดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 สัญลักษณ์ในการอัปโหลดโค้ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

7. เมื่อขึ้น Connecting..._____... ให้กดปุ่ม BOOT บนบอร์ด (ดังรูปที่ 3.42) ค้างไว้ประมาณ 2 วินาทีแล้วปล่อย ก็จะทำการอัปโหลดโค้ดเสร็จจะขึ้น Done uploading และไฟสถานะที่ขา GPIO2 ก็จะติดกะพริบขึ้น



รูปที่ 3.42 ปุ่ม BOOT บนบอร์ด ESP32

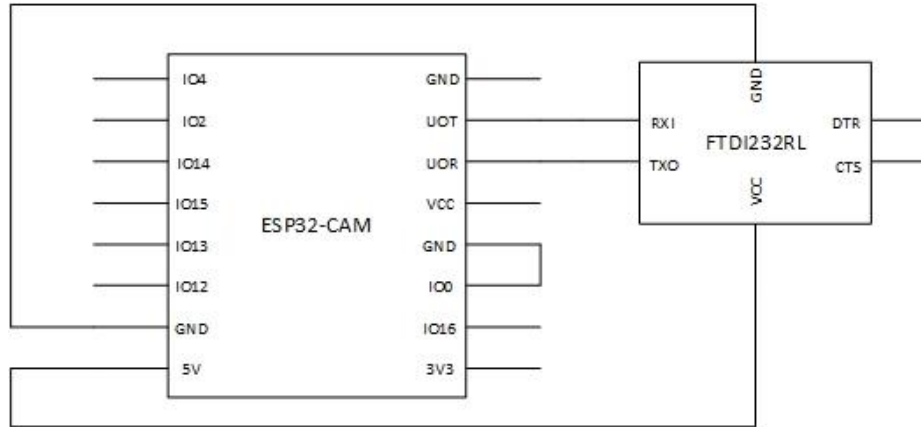
3.7 การอัปโหลดโค้ดลงบนบอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker

1. ทำการติดตั้ง ESP32 ลงบนโปรแกรม Arduino IDE ดังหัวข้อที่ 3.6
2. ทำการต่อบอร์ด ESP32-CAM กับคอมพิวเตอร์ด้วย FTDI Programmer ดังรูปที่ 3.43 หรือดังตารางที่ 3.1 การเชื่อมต่อพินระหว่างบอร์ด ESP32-CAM กับ FTDI Programmer ซึ่งบอร์ด FTDI Programmer สามารถเลือกที่จะจ่ายไฟให้บอร์ด 3.3 โวลต์ หรือ 5 โวลต์ได้โดยการสลับจัมเปอร์บนบอร์ด ซึ่งในที่นี้จะเลือกจ่ายไฟ 5 โวลต์ให้บอร์ด และต่อบอร์ด FTDI Programmer กับสาย Mini USB to USB เพื่อต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่ออัปโหลดโค้ดลงบนบอร์ด ESP32-CAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.43 การเชื่อมต่อพินระหว่างบอร์ด ESP32-CAM กับ FTDI Programmer

ตารางที่ 3.1 การเชื่อมต่อพินระหว่างบอร์ด ESP32-CAM กับ FTDI Programmer

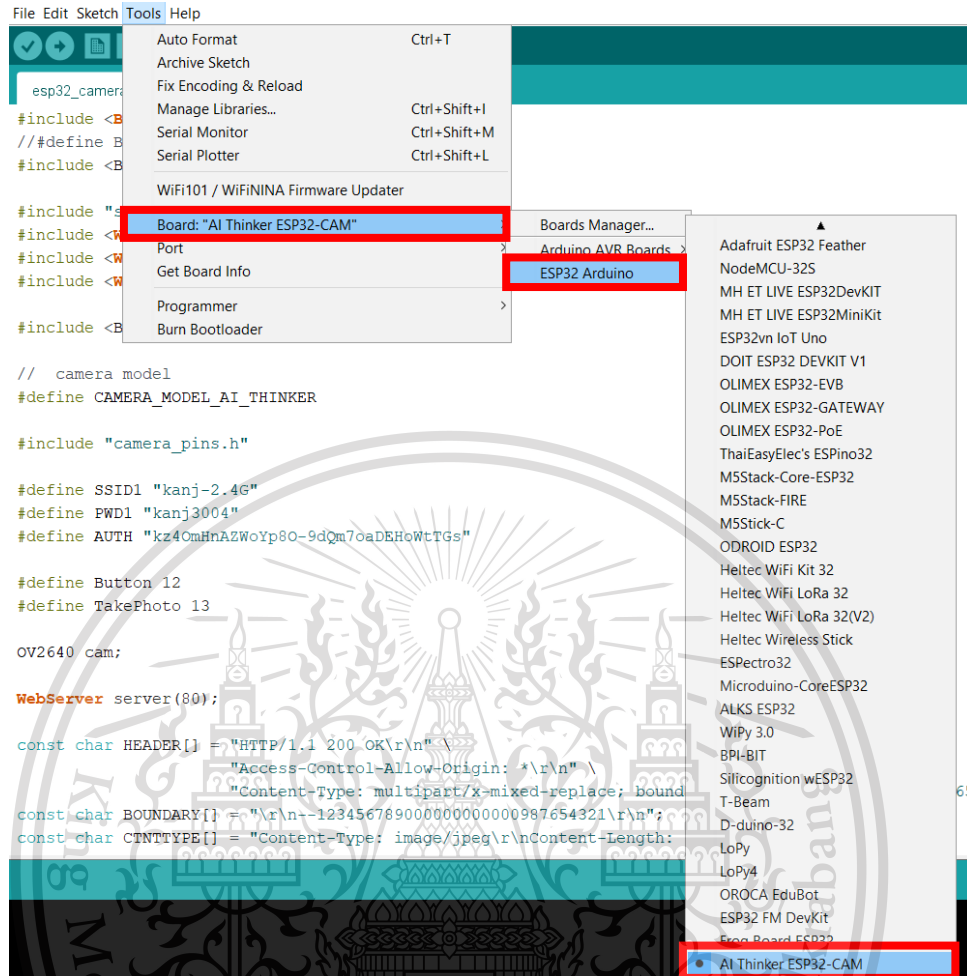
Pin ESP32-CAM	Pin FTDI Programmer
5V	VCC
GND	GND
UOT	RXI
UOR	TXO

- กด Tools > Board > ESP32 Arduino > AI Thinker ESP32-CAM ดังรูปที่ 3.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



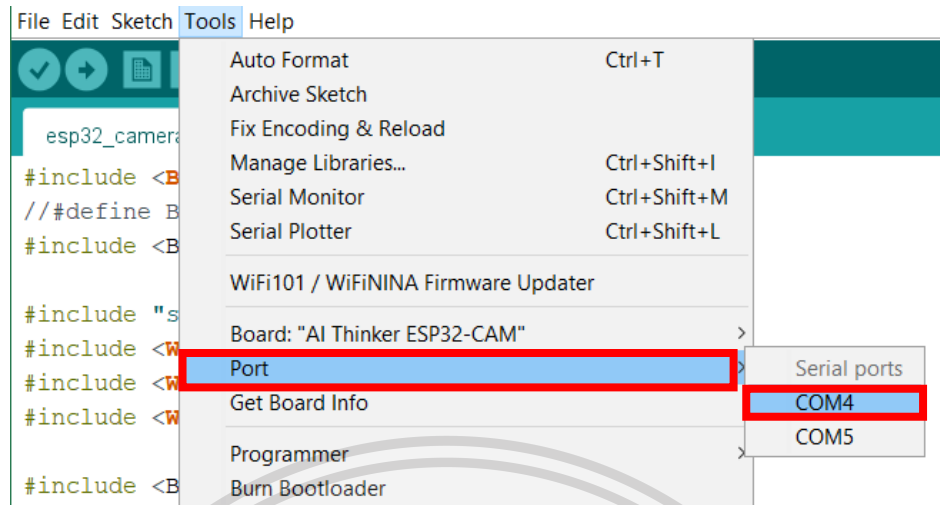
รูปที่ 3.44 หน้าต่าง Tools เพื่อคัดเลือก Board ของ ESP32-CAM

- กด Tools > Port เลือก Port ที่ต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ด ESP32-CAM ดังรูปที่ 3.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.45 หน้าต่าง Tools เพื่อคัดเลือก Port

5. หลังจากนั้นกดตรวจสอบโค้ดว่าถูกต้องหรือไม่ โดยกดสัญลักษณ์ในกรอบสีแดงดังรูปที่ 3.40
6. ก่อนที่จะทำการอัปโหลดโค้ดทุกครั้ง ESP32-CAM ต้องกดปุ่ม Reset (ด้านหลังบอร์ด) ก่อนเสมอ
7. กดอัปโหลดโค้ด โดยกดสัญลักษณ์ในกรอบสีแดงดังรูปที่ 3.41
8. เมื่ออัปโหลดโค้ดเสร็จ จะขึ้นว่า Done uploading

3.8 การติดตั้ง และการใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk

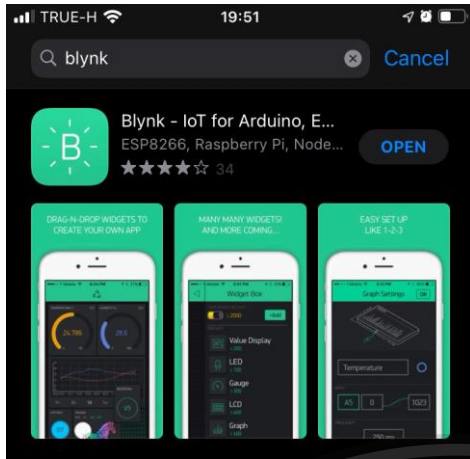
3.8.1 การติดตั้งแอปพลิเคชัน Blynk

1. ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Blynk ได้บน Apple Store สำหรับ iOS หรือบน Google Play สำหรับ Android

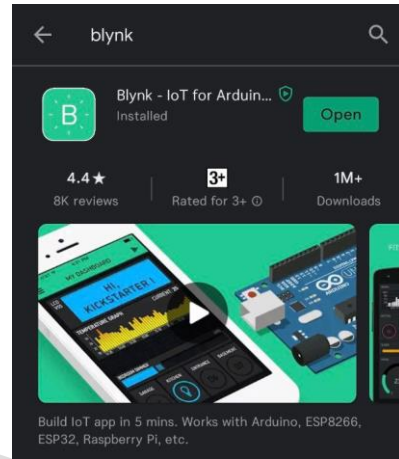
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



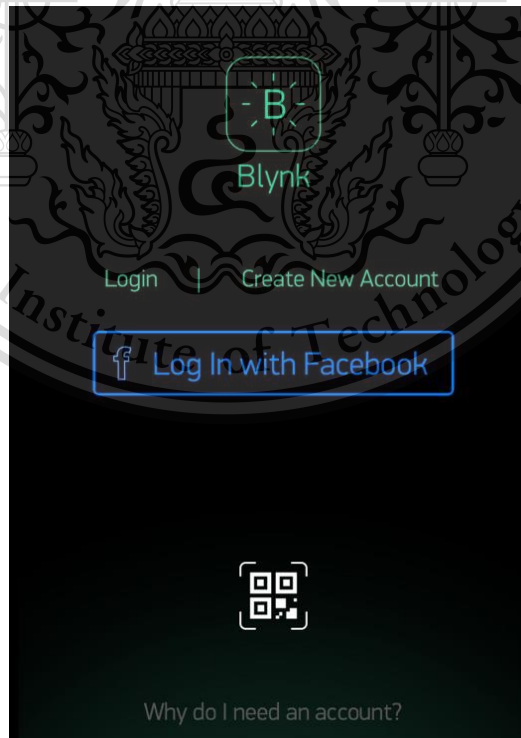
(ก) iOS



(ข) Android

รูปที่ 3.46 แอปพลิเคชัน Blynk บนระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์

- เปิดแอปขึ้นมาจะปรากฏหน้าจอแอปตั้ง ให้ทำการสมัคร หรือล็อกอินเพื่อเข้าใช้งาน ดังรูปที่ 3.47



รูปที่ 3.47 หน้าล็อกอินของแอปพลิเคชัน Blynk

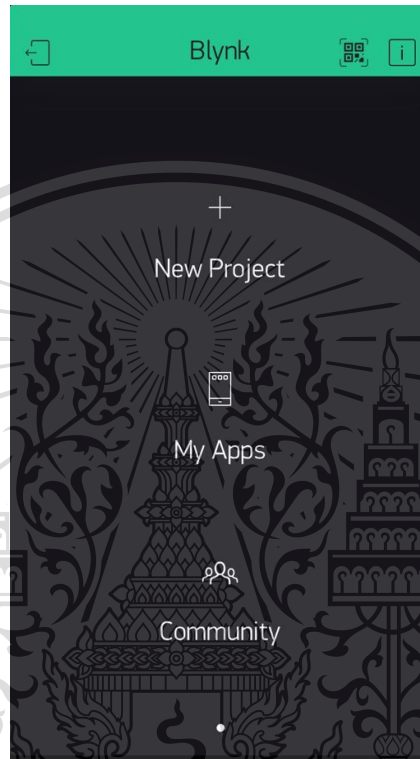
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.8.2 การสร้างโปรเจกบนแอปพลิเคชัน Blynk

1. เมื่อเข้ามาในแอปพลิเคชัน Blynk จะเจอหน้าต่างดังรูปที่ 3.48 กด New Project เพื่อสร้างโปรเจกใหม่



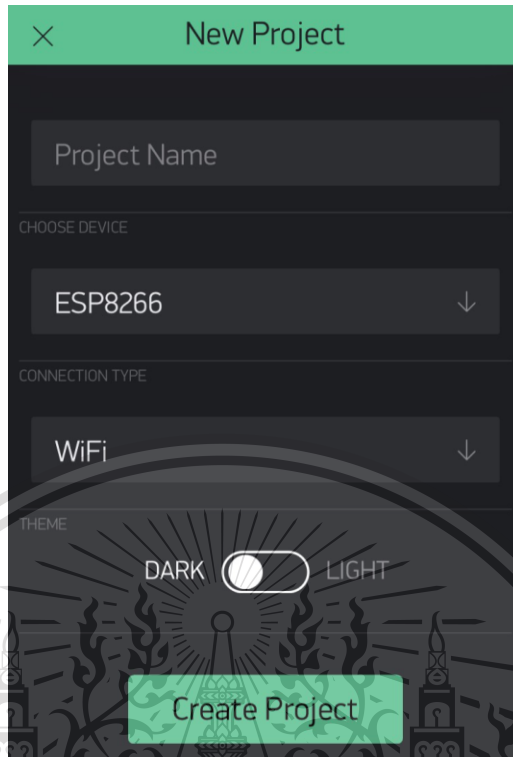
รูปที่ 3.48 หน้าต่างสร้างโปรเจกในแอปพลิเคชัน Blynk

2. จะปรากฏหน้าต่าง New Project สามารถใส่ชื่อของโปรเจก ประเภทของ IoT Hardware และประเภทของการเชื่อมต่อได้ดังรูปที่ 3.49 เมื่อทำการตั้งค่าต่าง ๆ เสร็จแล้วให้กด Create Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



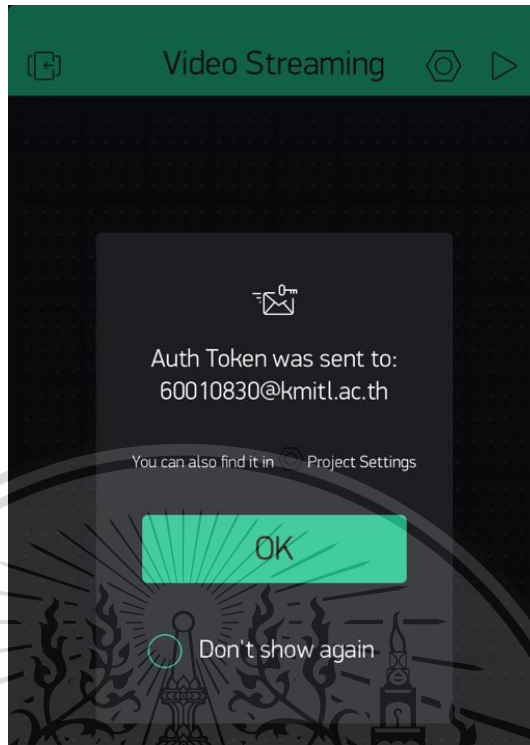
รูปที่ 3.49 หน้าต่าง New Project

- เมื่อกด Create Project จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.50 และจะส่ง Auth Token ไปยังอีเมลที่สมัคร หรือล็อกอินไว้ในแอปพลิเคชัน Blynk ดังรูปที่ 3.51 เพื่อนำเอา Auth Token ไปใช้ในโปรแกรม Arduino IDE ในการใช้ควบคุม IoT Hardware

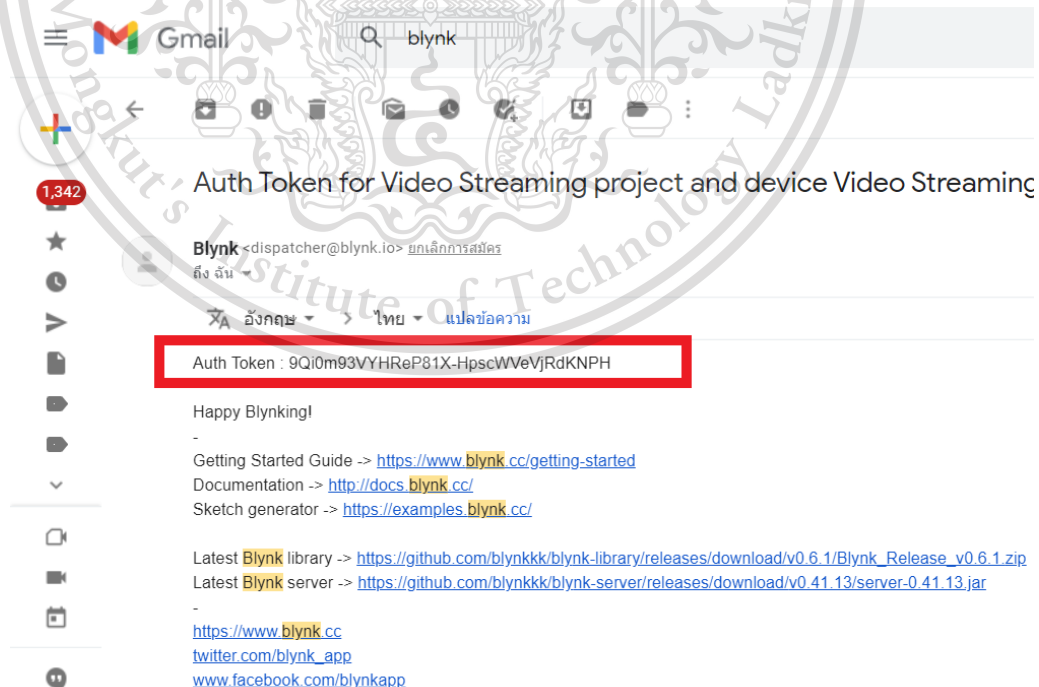
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.50 หน้าต่าง Auth Token

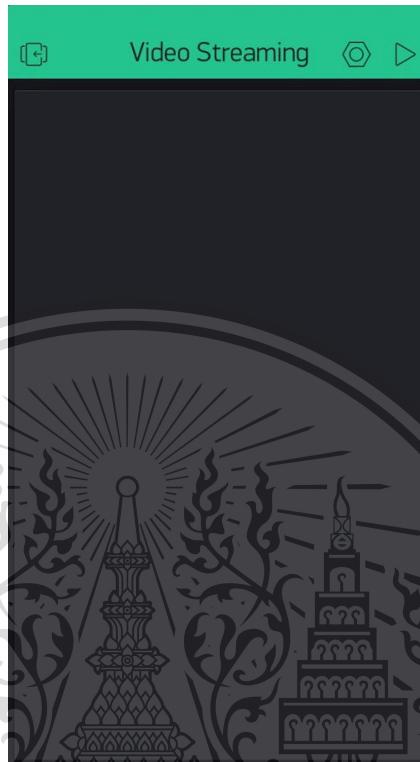


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.51 Auth Token ที่ส่งไปในอีเมลที่ทำการสมัคร หรือล็อกอินไว้ในแอปพลิเคชัน Blynk
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

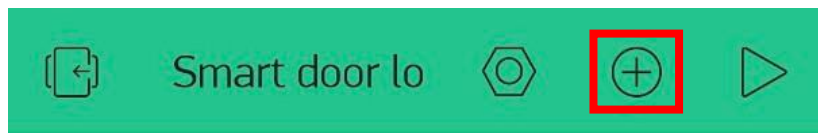
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. หลังจากนั้นให้กด OK ก็จะปรากฏหน้าต่างของโปรเจค เพื่อทำการสร้าง Widget Box ต่าง ๆ



รูปที่ 3.52 หน้าต่างโปรเจคที่สร้าง

5. ทำการสร้าง Widget Box ต่าง ๆ ของโปรเจค ในระบบปฏิบัติการ iOS สามารถเปิด Widget Box โดยสไลด์ด้านขวาของหน้าต่างโปรเจค แต่ในระบบปฏิบัติการ Android จะมีสัญลักษณ์บวก ดังรูปที่ 3.53 ในการเปิด Widget Box

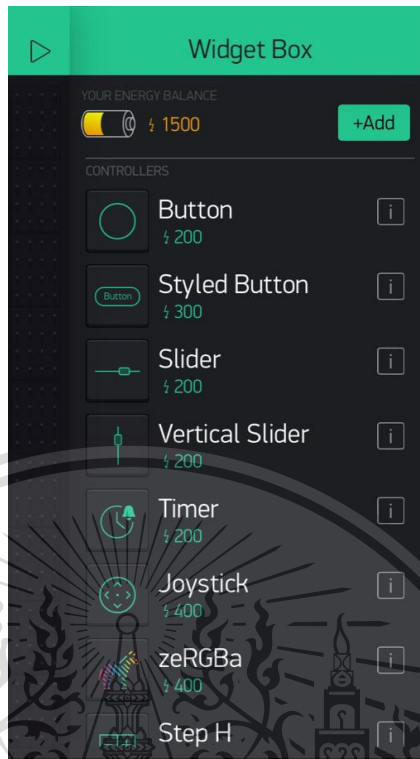


รูปที่ 3.53 การเปิด Widget Box ในระบบปฏิบัติการ Android

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

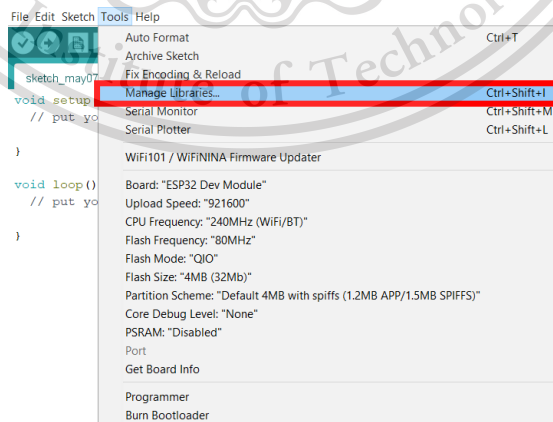
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.54 หน้าต่าง Widget Box

3.8.3 การติดตั้ง Blynk Library บนโปรแกรม Arduino IDE

1. เปิดโปรแกรม Arduino IDE
2. กด Tools > Manage Libraries ดังรูปที่ 3.55



รูปที่ 3.55 หน้าต่าง Tool เพื่อกดเลือก Manage Libraries

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. กดค้นหา Blynk กดเวอร์ชัน และ Install ดังรูปที่ 3.56



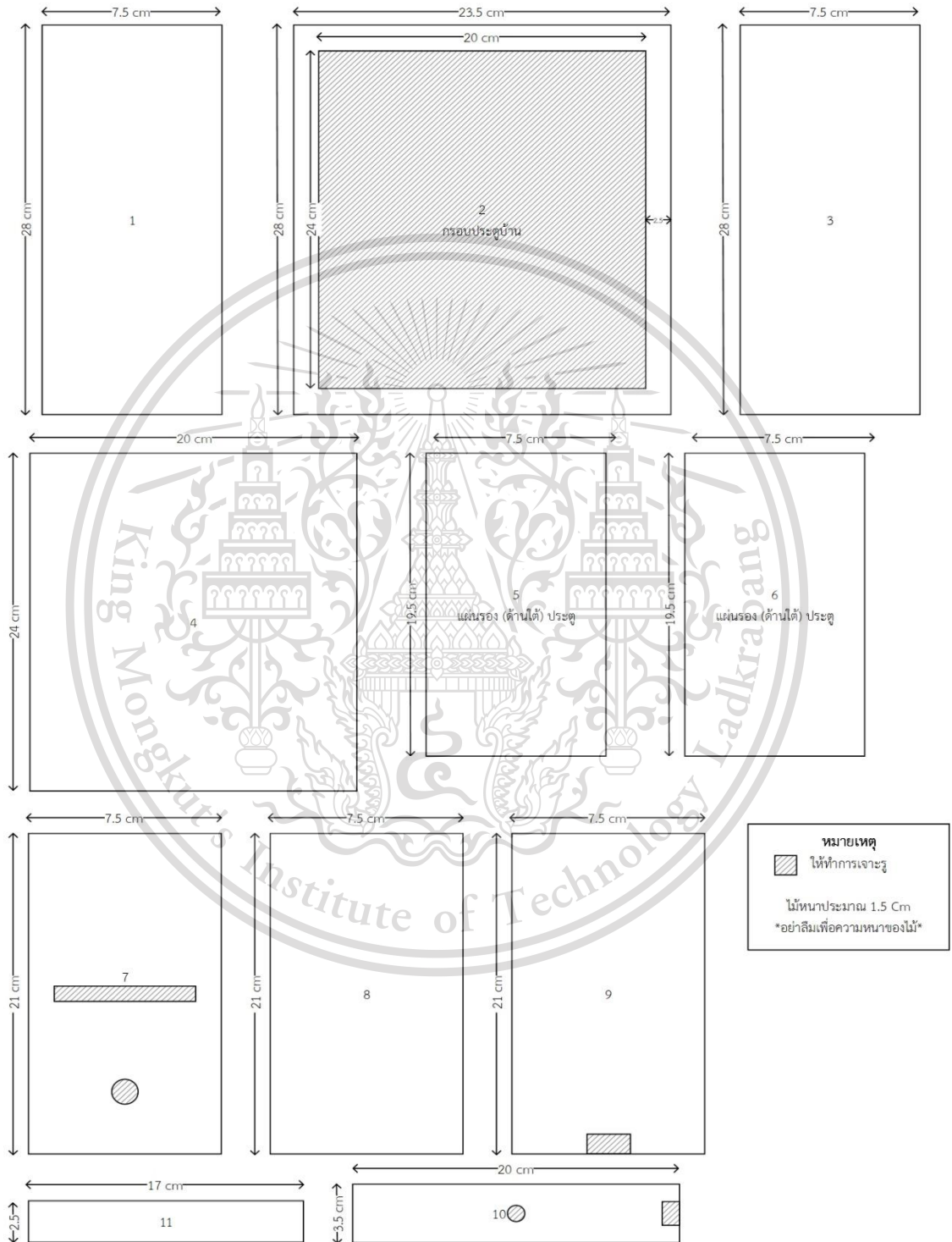
รูปที่ 3.56 หน้าต่าง Library Manager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

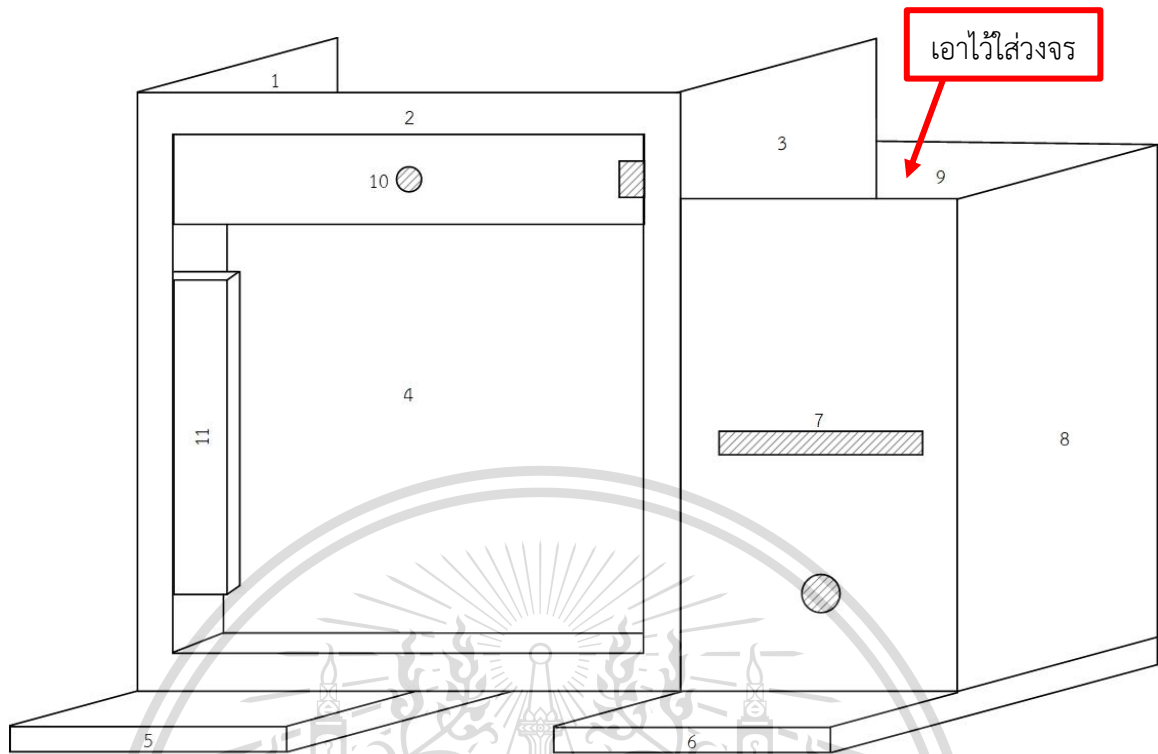
3.9 การออกแบบประตูบ้านจำลอง



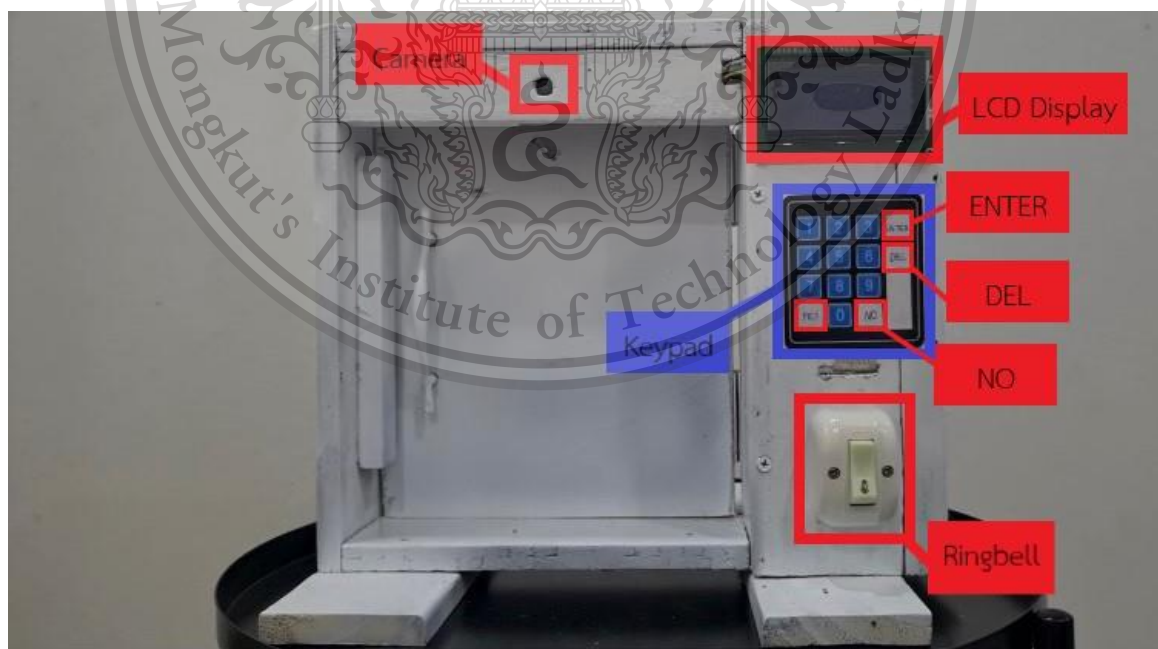
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.57 ส่วนประกอบของประตูบ้านจำลอง
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.58 ประตูบ้านจำลองบนโปรแกรม Visio

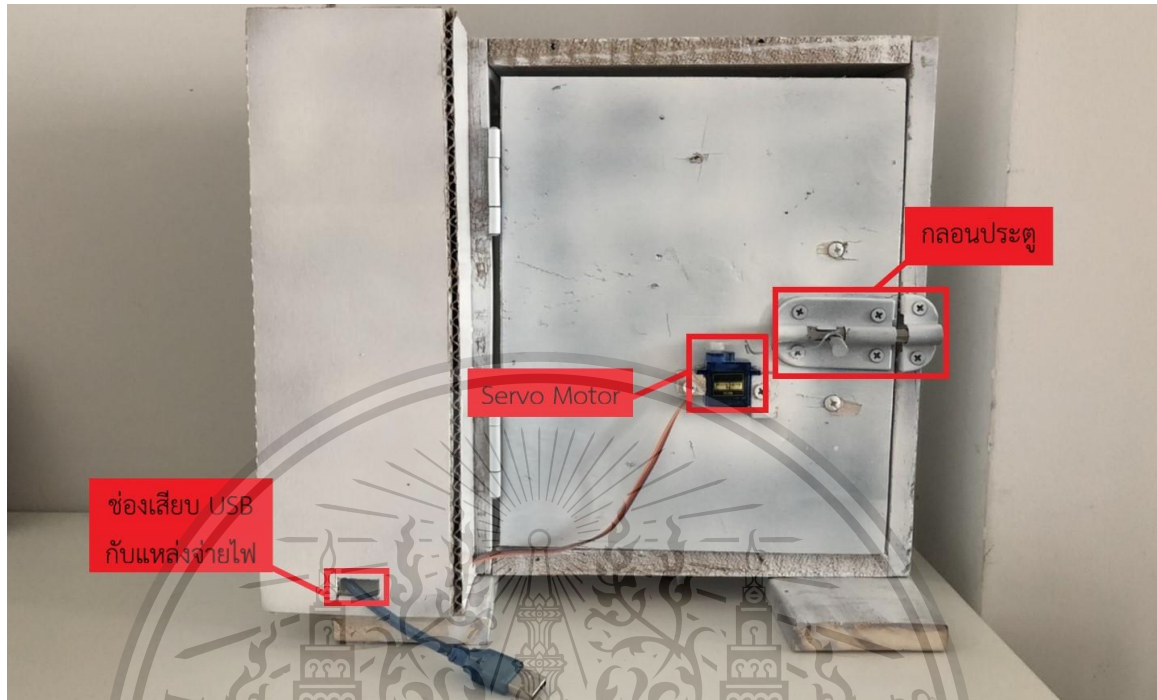


รูปที่ 3.59 ด้านหน้าของประตูบ้านจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.60 ด้านหลังของประตูบ้านจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

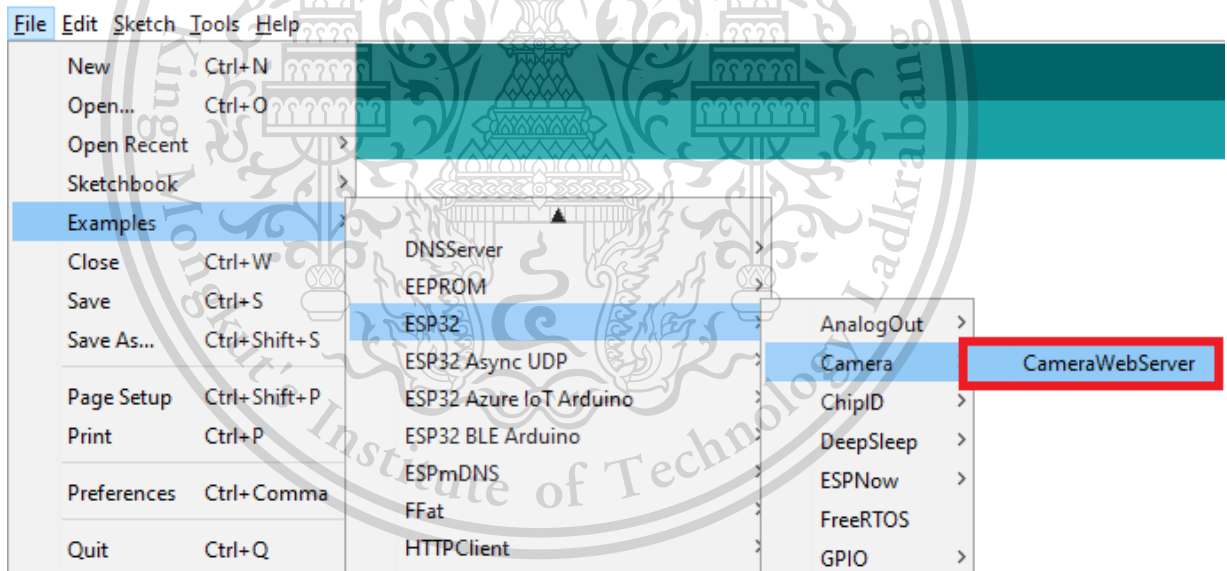
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 การทดลองวิดีโอสตรีมมิ่ง (Video Streaming) ของ ESP32-CAM AI-Thinker บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)

1. ติดตั้งบอร์ด ESP32 ใน Arduino IDE ดังในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.5
2. การติดตั้ง ESP32 ใน Arduino IDE จะมีโค้ดตัวอย่างของการวิดีโอสตรีมมิ่งของ ESP32-CAM บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ให้ ซึ่งสามารถกด File > Examples > ESP32 > Camera > CameraWebServer ดังรูปที่ 4.1



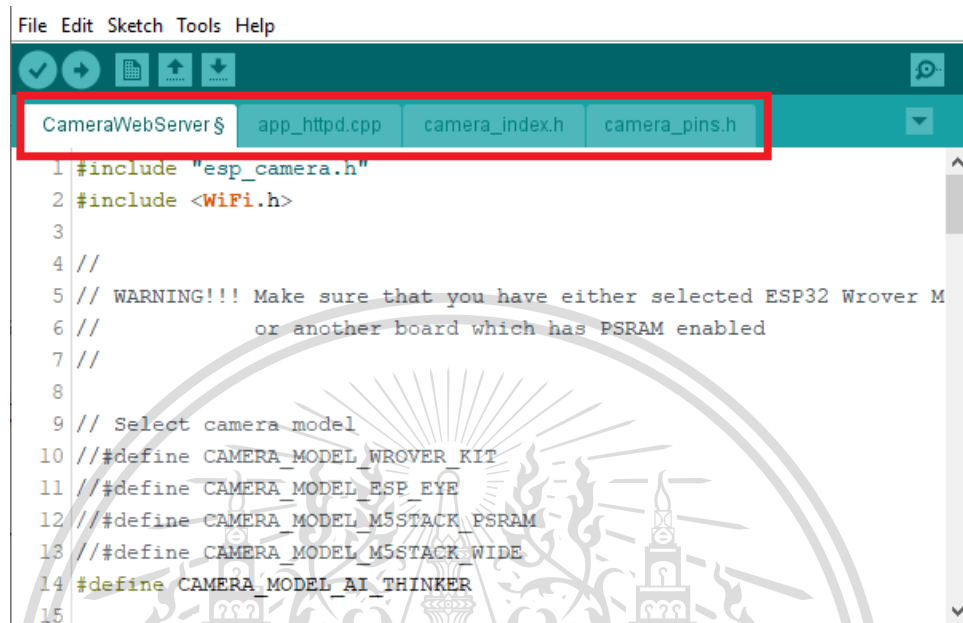
รูปที่ 4.1 การเรียกโค้ดตัวอย่างของการสตรีมวิดีโอของ ESP32-CAM บนเว็บเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. หลังจากนั้นจะปรากฏโค้ดที่เราทำการเรียกมาจาก Example ขึ้น



```
File Edit Sketch Tools Help
CameraWebServer $ app_httpd.cpp camera_index.h camera_pins.h
1 #include "esp_camera.h"
2 #include <WiFi.h>
3
4 //
5 // WARNING!!! Make sure that you have either selected ESP32 Wrover M
6 // or another board which has PSRAM enabled
7 //
8
9 // Select camera model
10 //#define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT
11 //#define CAMERA_MODEL_ESP_EYE
12 //#define CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM
13 //#define CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE
14 #define CAMERA_MODEL_AI_THINKER
15
```

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างโค้ดของการสตรึมวิดีโอของ ESP32-CAM บนเว็บเซฟเวอร์

4. ก่อนที่จะทำการอัปโหลดโค้ดจะต้องเลือกโมเดลของ ESP32-CAM ที่ใช้ก่อน เพื่อที่จะกำหนดการใช้งานของพินในบอร์ดที่ใช้ (หากสิ่งเหล่านี้ไม่ตรงกับกล่องที่ใช้โครงการต้องทำการกำหนดพินสำหรับบอร์ดเฉพาะเองในแท็บ camera_pins.h ซึ่งในที่นี้เราใช้ คือ ESP32-CAM AI-Thinker ก็จะเลือก #define CAMERA_MODEL_AI_THINKER และทำการคอมเมนต์โมเดลอื่น ๆ ดังรูปที่ 4.3

Error! Reference source not found.

```
// Select camera model
//#define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT
//#define CAMERA_MODEL_ESP_EYE
//#define CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM
//#define CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ของบุคคลที่ลงทะเบียนไปอย่างถูกต้องให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.3 การเลือกโมเดลของ ESP32-CAM
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. ก่อนที่จะทำการอัปโหลดโค้ดจะต้องทำการใส่ชื่อ และรหัสของเครือข่ายระบบอินเทอร์เน็ตให้กับ ESP32-CAM ก่อน

```
const char* ssid = "REPLACE_WITH_YOUR_SSID";  
const char* password = "REPLACE_WITH_YOUR_PASSWORD";
```

รูปที่ 4.4 การใส่ชื่อ และรหัสของเครือข่ายระบบอินเทอร์เน็ตให้กับ ESP32-CAM

6. ทำการต่อวงจรดังรูปที่ 3.43 และอัปโหลดโค้ดลง ESP32-CAM AI-Thinker โดยใช้ Arduino IDE ดังในบทที่ 3 หัวข้อ 3.8
7. หลังจากทำการอัปโหลดโค้ดให้ถอดสายจัมที่ต่อ GPIO 0 กับ GND ออก
8. เปิด Serial Monitor ที่ Arduino IDE ตรงกรอบสีแดงดังรูปที่ 4.5



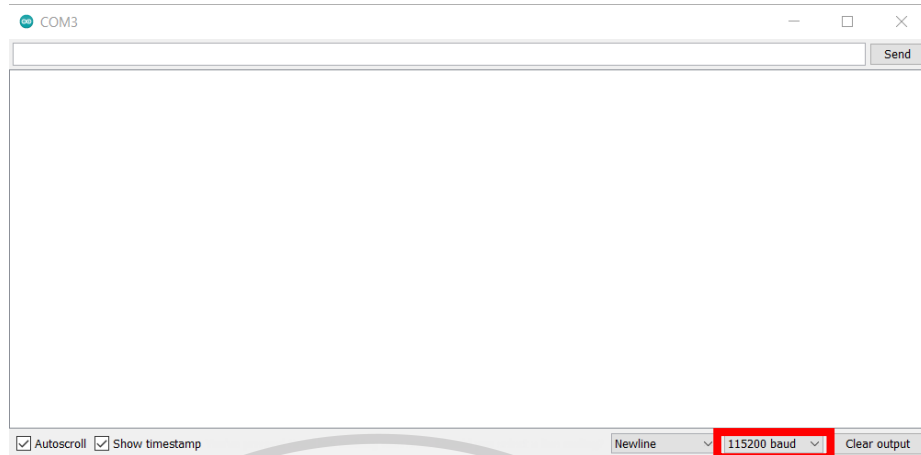
รูปที่ 4.5 กด Serial Monitor ที่ Arduino IDE

9. หลังจากนั้นจะมีหน้าต่างของ Serial Monitor ปรากฏขึ้นมา เลือก Baud Rate 115200 ตรงกรอบสีแดงดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.6 หน้าต่างของ Serial Monitor

10. ทำการกดปุ่ม Reset ที่บอร์ด ESP32-CAM อีกครั้ง และดูที่หน้าต่างของ Serial Monitor จะมี IP Address ของวิดีโอสตรีมมิ่งผ่านกล้อง OV2640 ของ ESP32-CAM ดังรูปที่ 4.7



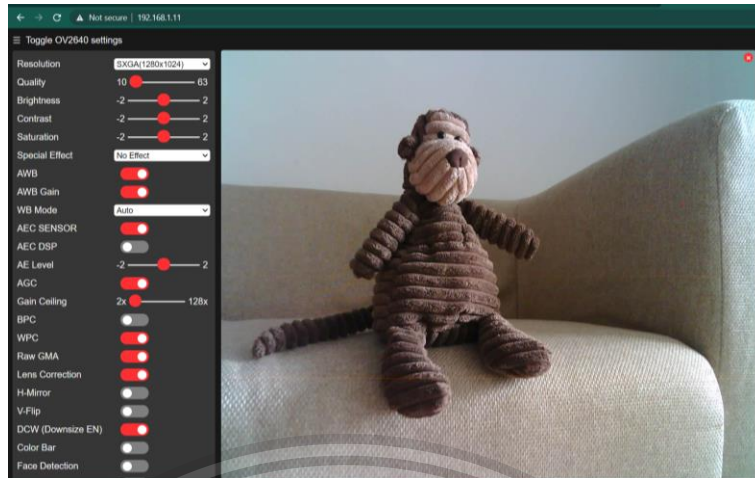
รูปที่ 4.7 หน้าต่างของ Serial Monitor จะมี IP Address ของการสตรีมวิดีโอของ ESP32-CAM

11. นำ IP Address ที่ได้หน้าต่างของ Serial Monitor ไปใส่ในเว็บเบราว์เซอร์ แล้วจะปรากฏดังรูปที่ 4.8 กด Start Stream ก็ จะปรากฏวิดีโอสตรีมมิ่งของ ESP32-CAM แบบ Real time ซึ่งสามารถปรับค่าต่าง ๆ ของกล้องผ่านทางแถบด้านซ้ายที่ปรากฏขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

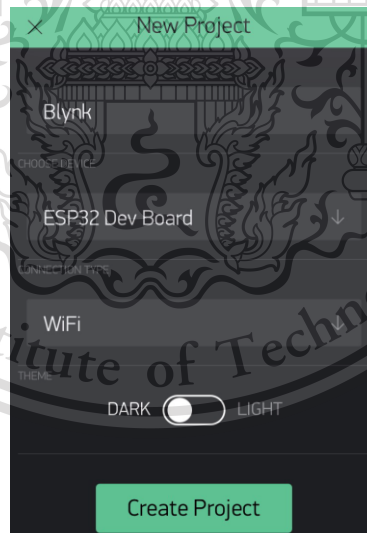
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.8 วิดีโอสตรีมมิ่งของ ESP32-CAM แบบ Real time

4.2 การทดลองติดต่อกับการใช้งานแอปพลิเคชัน Blynk กับ IoT Hardware (ESP32)

1. ทำการสร้างโปรเจกต์บนแอปพลิเคชัน Blynk ตั้งในบทที่ 3 หัวข้อ 3.8 หัวข้อย่อยที่ 3.8.2 แล้วทำการตั้งชื่อโปรเจกต์ และตั้งค่าต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.9



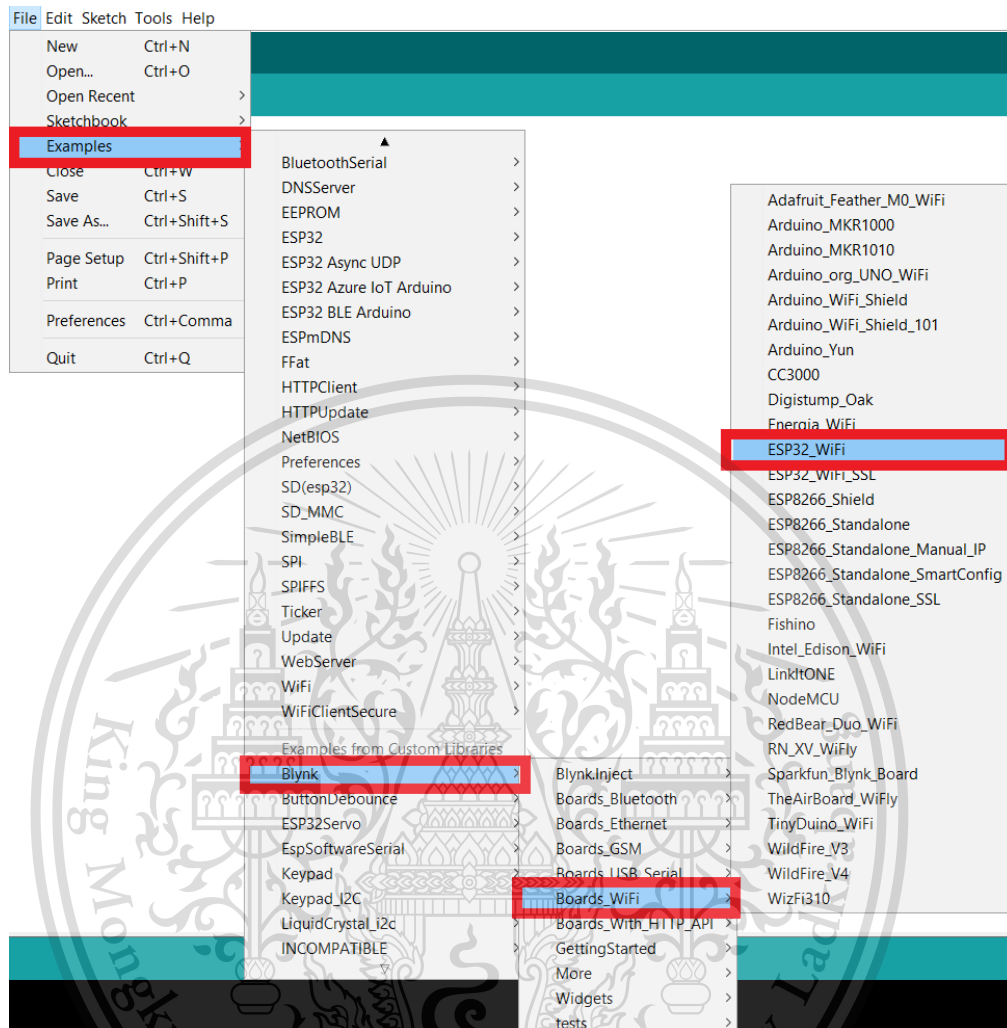
รูปที่ 4.9 การสร้างโปรเจกต์ Blynk กับ ESP32

2. เปิดโปรแกรม Arduino IDE และกด File > Examples > Blynk > Board_WiFi > ESP32_WiFi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์โดยไม่ได้รับอนุญาต
 เพื่อทำการเรียกโค้ดตัวอย่างที่ได้มาจากการติดตั้ง Library ของ Blynk
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.10 การเรียกโค้ดตัวอย่างของ Blynk

3. จะปรากฏที่ทำการเรียกออกมาดังรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

ESP32_WiFi
in the 'tools -> Board menu'

Change WiFi ssid, pass, and Blynk auth token to run :)
Feel free to apply it to any other example. It's simple!
*****/

/* Comment this out to disable prints and save space */
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

// You should get Auth Token in the Blynk App.
// Go to the Project Settings (nut icon).
char auth[] = "YourAuthToken";

// Your WiFi credentials.
// Set password to "" for open networks.
char ssid[] = "YourNetworkName";
char pass[] = "YourPassword";

void setup()
{
  // Debug console
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
}

void loop()
{
  Blynk.run();
}

```

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างโค้ดของเชื่อมต่อแอปพลิเคชัน Blynk กับ ESP32

4. เข้าอีเมลที่ทำการล็อกอินแอปพลิเคชัน Blynk เพื่อนำเอา Auth Token ดัง ไปใส่ในโค้ดที่ทำการเรียกออกมา และทำการใส่ชื่อ และรหัสของ Wi-Fi เพื่อทำการเชื่อมต่อ

```

// You should get Auth Token in the Blynk App.
// Go to the Project Settings (nut icon).
char auth[] = "YourAuthToken";

// Your WiFi credentials.
// Set password to "" for open networks.
char ssid[] = "YourNetworkName";
char pass[] = "YourPassword";

```

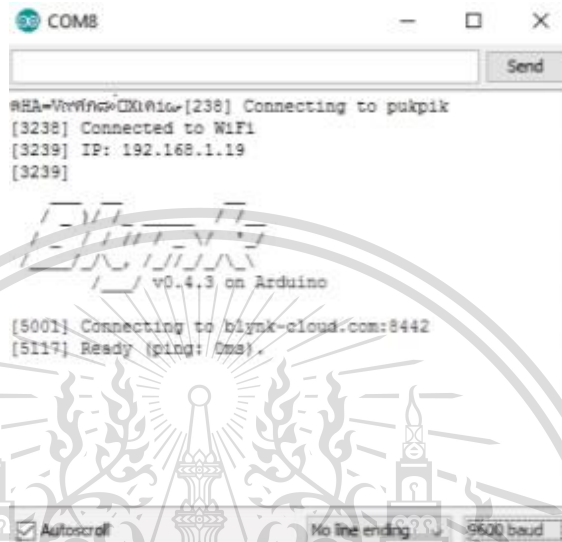
รูปที่ 4.12 การใส่ Auth Token ชื่อ และรหัสของ Wi-Fi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. หลังจากนั้นให้ทำการอัปเดตโค้ดลง ESP32 ดังในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.6
6. ทำการเปิด Serial Monitor จะพบว่า Blynk ทำงานดังรูปที่ 4.13



```
COM8
RHA-WiFiKit-DK1016 [238] Connecting to pukpik
[3238] Connected to WiFi
[3239] IP: 192.168.1.19
[3239]
v0.4.3 on Arduino
[5001] Connecting to blynk-cloud.com:8442
[5117] Ready (ping: 0ms)
```

รูปที่ 4.13 หน้าต่าง Serial Monitor เพื่อดูการทำงานของ Blynk

4.3 การทดลองส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่ง (Video Streaming) บนแอปพลิเคชัน Blynk

1. เปิดโปรแกรม Arduino IDE แล้วทำการเขียนโค้ดลงไป (โค้ดอยู่ในภาคผนวก)
2. ทำการเลือกโมดูลของบอร์ด ESP32-CAM ซึ่งในการทดลองนี้ใช้บอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker และใส่ชื่อ และรหัสของ Wi-Fi เพื่อทำการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
File Edit Sketch Tools Help
esp32_camera_mjpeg $ camera_pins.h
#include "src/OV2640.h"
#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>
#include <WiFiClient.h>

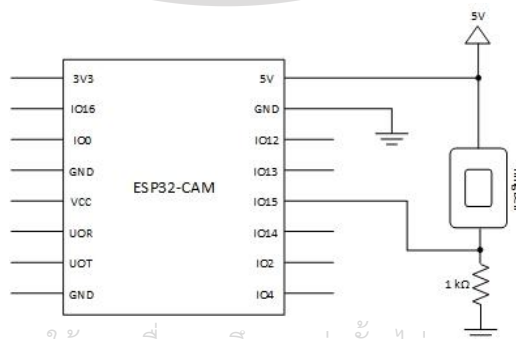
// Select camera model
// #define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT
// #define CAMERA_MODEL_ESP_EYE
// #define CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM
// #define CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER

#include "camera_pins.h"

#define SSID1 "kanj-2.4G"
#define PWD1 "kanj3004"
```

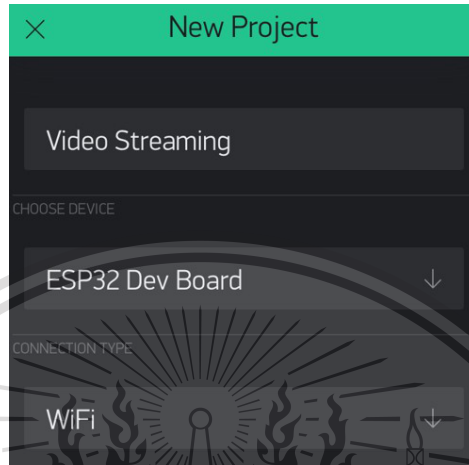
รูปที่ 4.14 การเลือกโมดูลของบอร์ด ESP32-CAM และการใส่ชื่อ และรหัสของ Wi-Fi

3. หลังจากนั้นทำการอัปโหลดโค้ดลงบนบอร์ด ESP32-CAM ตั้งในบที่ 3 หัวข้อที่ 3.7
4. หลังจากทำการอัปโหลดโค้ดให้ถอดสายจัมที่ต่อ GPIO 0 กับ GND ออก
5. เปิด Serial Monitor ที่ Arduino IDE ตรงกรอบสีแดงดังรูปที่ 4.5
6. หลังจากนั้นจะมีหน้าต่างของ Serial Monitor ปรากฏขึ้นมา เลือก Baud Rate 115200 ตรงกรอบสีแดงดังรูปที่ 4.6
7. ทำการกดปุ่ม Reset ที่บอร์ด ESP32-CAM อีกครั้ง และดูที่หน้าต่างของ Serial Monitor จะมี IP Address (<http://192.168.1.11/mjpeg/1>) ของวิดีโอสตรีมมิ่งผ่านกล้อง OV2640 ของ ESP32-CAM
8. ต่อวงจรส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่ง (Video Streaming) ดังรูปที่ 4.15



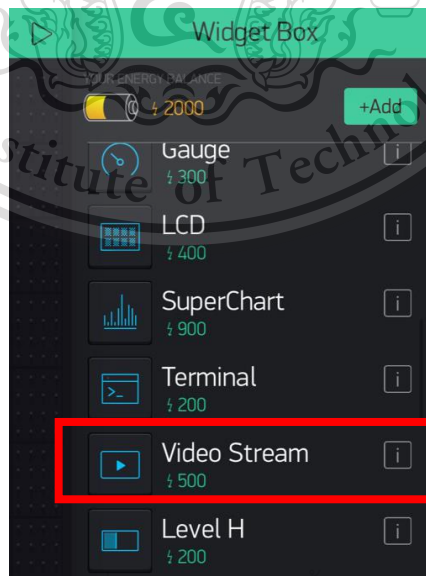
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.15 วงจรของการทดลองส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่ง (Video Streaming) ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องยกย่องเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เปิดแอปพลิเคชัน Blynk บนโทรศัพท์ แล้วทำการสร้างโปรเจกบนแอปพลิเคชัน Blynk ดังในบทที่ 3 หัวข้อ 3.8 หัวข้อย่อยที่ 3.8.2 ทำการตั้งชื่อโปรเจก และตั้งค่าต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 การชื่อ และตั้งค่าโปรเจกของการทดลองส่วนของวิดีโอสตรีมมิงบนแอปพลิเคชัน Blynk

10. กดสร้าง Widget Box > Video Stream เมื่อกดสร้างแล้วสามารถจัดวางรูปแบบ และขยายขนาดของ Widget Box ที่สร้างบนโปรเจกได้

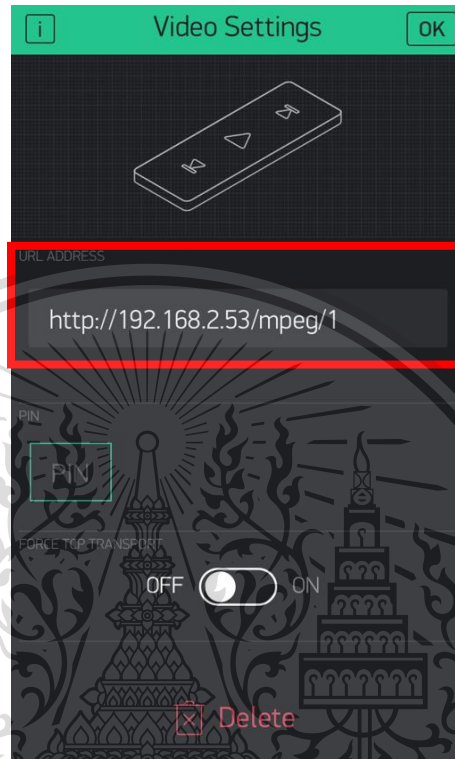


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.17 หน้าต่าง Widget Box เพื่อกดสร้าง Video Stream
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

11. ให้กดเข้าไปที่ Video Stream เพื่อใส่ IP Address ที่ได้จาก Serial Monitor ลงไปใน ADDRESS และกด OK



รูปที่ 4.18 ใส่ IP Address ใน URL ADDRESS

12. กดเครื่องหมายบนสุดขวามือเพื่อเริ่มการทำงานซึ่งแสดงในกรอบสีแดงดังรูปที่ 4.19



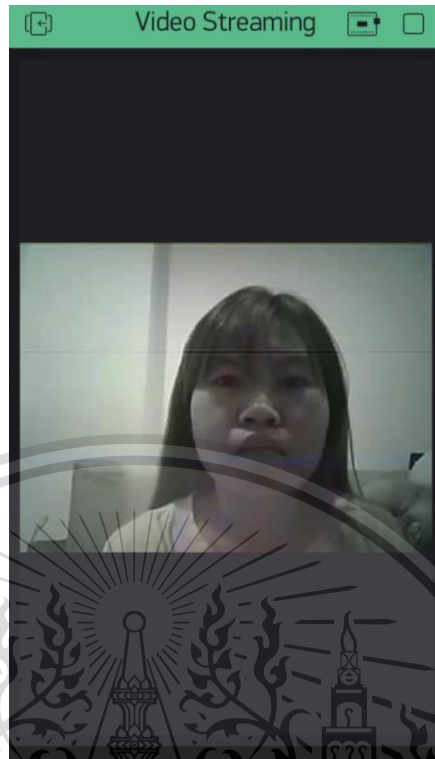
รูปที่ 4.19 หน้าต่างโปรเจค Video Stream

13. เมื่อมีคนมากริ่ง ESP32-CAM จะเริ่มทำงานโดยปรากฏวิดีโอสตรีมมิ่งของ ESP32-CAM บนแอปพลิเคชัน Blynk แบบ Real Time และเมื่อทำงานครบ 10 นาที ESP32-CAM จะเข้าสู่โหมด Deep Sleep หรือไม่ทำงานจนกว่ามีคนมากริ่งอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.20 วิดีโอสตรีมมิงบนแอปพลิเคชัน Blynk

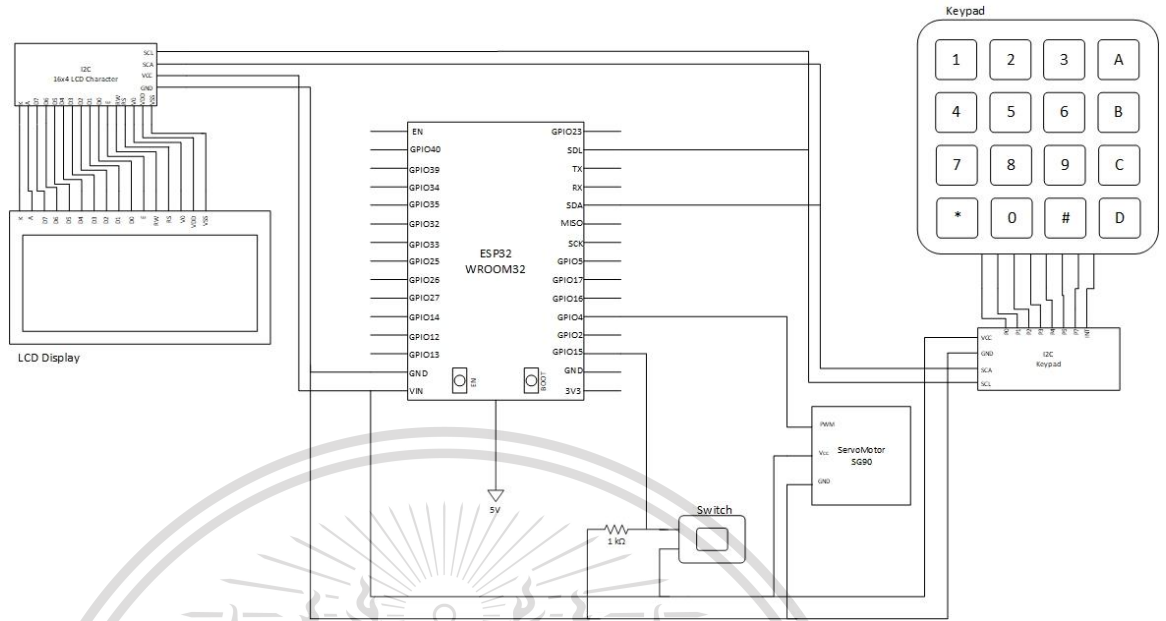
4.4 การทดลองส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านด้วยโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

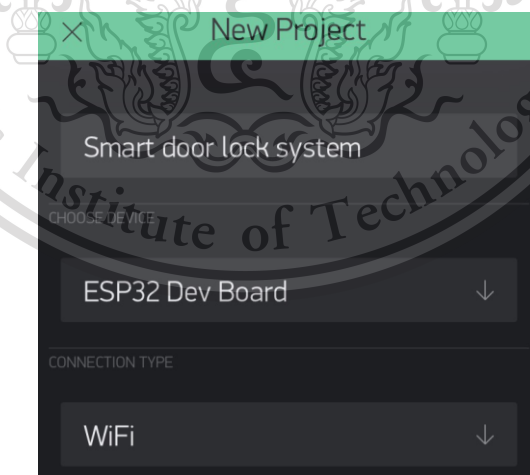
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.21 วงจรของการทดลองส่วนของการสื่อสาร

- เปิดแอปพลิเคชัน Blynk บนโทรศัพท์ แล้วทำการสร้างโปรเจกบนแอปพลิเคชัน Blynk ดังในบทที่ 3 หัวข้อ 3.8 หัวข้อย่อยที่ 3.8.2 ทำการตั้งชื่อโปรเจค และตั้งค่าต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 การชื่อ และตั้งค่าโปรเจคของการทดลองส่วนของการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

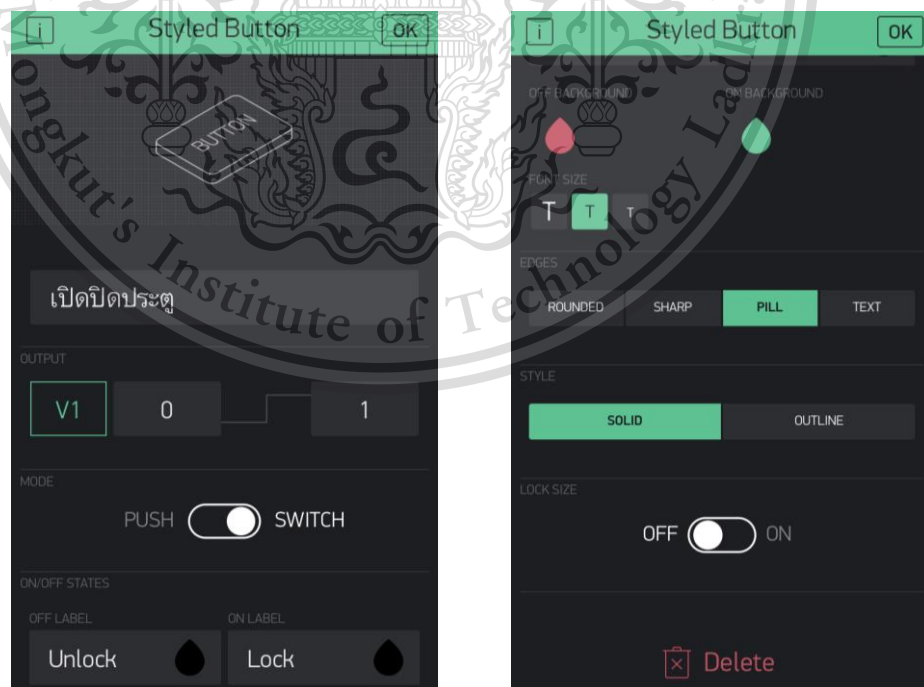
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. กัดสร้าง Widget Box > Terminal แล้วกดเข้าไปที่ Terminal ทำการเลือก INPUT เป็น V0



รูปที่ 4.23 การตั้งค่า Terminal

4. สร้างปุ่มเปิดปิดประตูบ้านโดยกัดสร้าง Widget Box > Styled Button แล้วกดเข้าไปที่ Styled Button ทำการเลือก OUTPUT เป็น Virtual V1 และทำการตั้งค่าต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.24

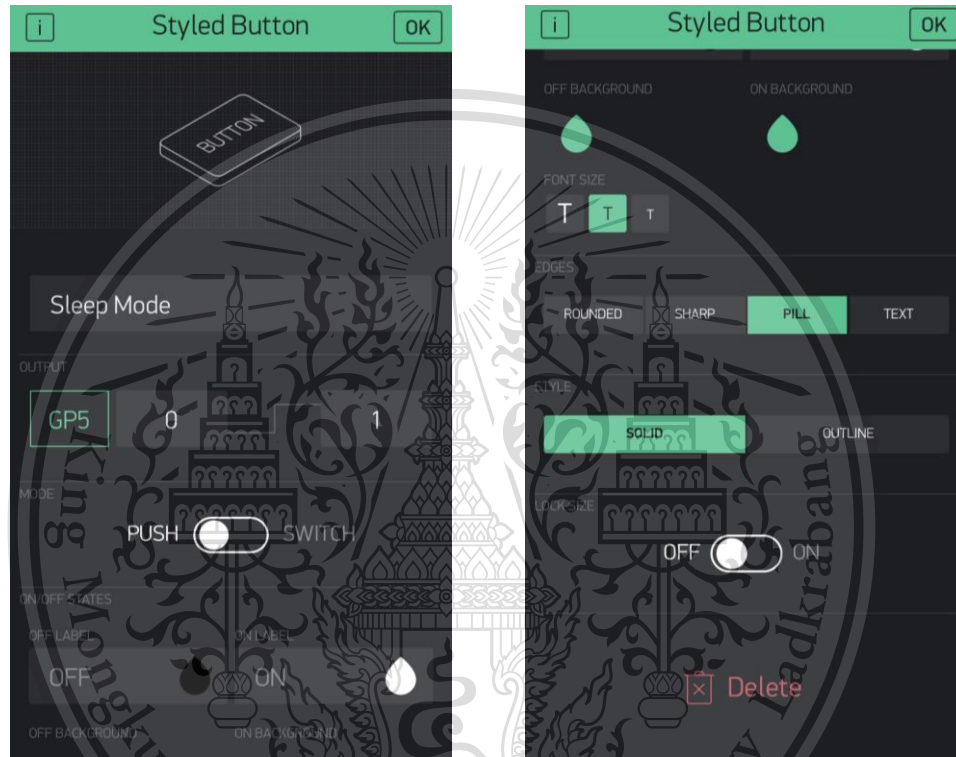


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในขององค์กรซึ่งจะไม่นำไปเผยแพร่ภายนอกให้มาใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.24 การตั้งค่าปุ่มเปิดปิดประตูบ้าน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- สร้างปุ่มปิดการทำงานของ ESP32 โดยกดสร้าง Widget Box > Styled Button แล้วกดเข้าไปที่ Styled Button ทำการเลือก OUTPUT เป็น Digital GP5 และทำการตั้งค่าต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 การตั้งค่าปุ่มปิดการทำงานของ ESP32

- กดสร้าง Widget Box > Notification
- เปิดโปรแกรม Arduino IDE แล้วทำการเขียนโค้ดลงไป (โค้ดอยู่ในภาคผนวก)
- เข้าอีเมลที่ทำการล็อกอินแอปพลิเคชัน Blynk เพื่อนำเอา Auth Token ดัง ไปใส่ในโค้ดที่ทำการเรียกออกมา และทำการใส่ชื่อ และรหัสของ Wi-Fi เพื่อทำการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

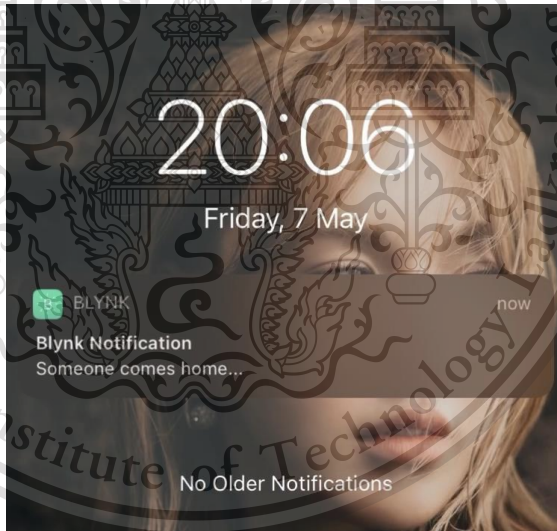
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
//เรียกใช้งานblynk
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#define SSID1 "kanj-2.4G"
#define PWD1 "kanj3004"
#define AUTH "mKkI25uYv4Xo2_9wKdb6nhUs5ZeP4vzI"
```

รูปที่ 4.26 การใส่ Auth Token ชื่อ และรหัสของ Wi-Fi

9. หลังจากนั้นให้ทำการอัปเดตโค้ดลง ESP32 ดังในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.6
10. เปิดการทำงานของโปรเจกต์ที่สร้างในแอปพลิเคชัน Blynk โดยกดเครื่องหมายบนสุดขวามือดังรูปที่ 4.19
11. ทำการออกแบบ และประกอบประตูบ้านจำลองขึ้นมาดังรูปที่ 3.59 และรูปที่ 3.60 ในบทที่ 3 หัวข้อย่อยที่ 3.9
12. เมื่อมีคนมากดครั้งที่ประตูบ้านจะทำการแจ้งเตือนไปที่โทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk



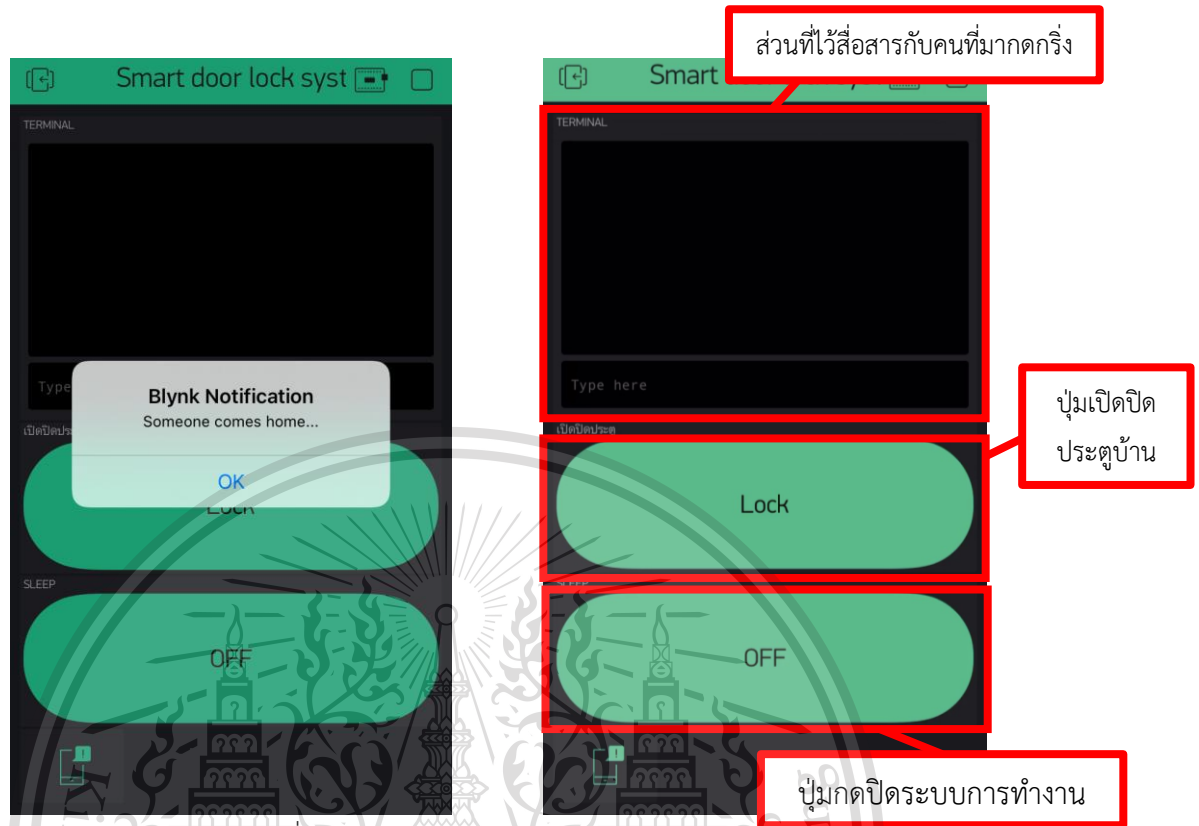
รูปที่ 4.27 การแจ้งเตือนที่โทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อมีคนกดครั้งที่ประตูบ้าน

13. พอกดเข้าไปที่การแจ้งเตือนก็จะปรากฏหน้าต่างของโปรเจกต์ที่สร้างไว้ในแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก) หน้าต่างโปรเจคที่มีการแจ้งเตือน

(ข) หน้าต่างโปรเจค

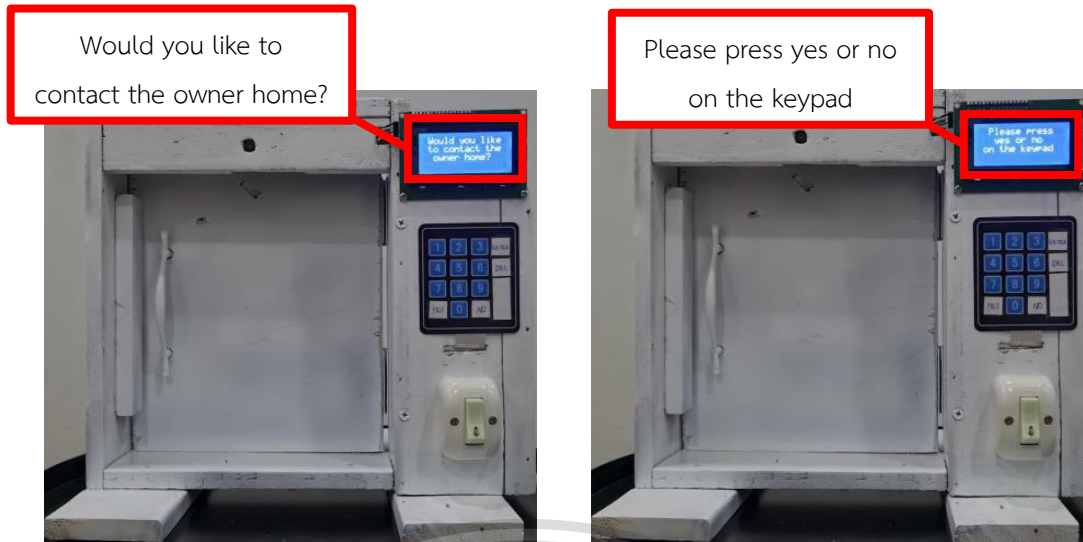
รูปที่ 4.28 หน้าต่างโปรเจคส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการเปิดปิดประตูบ้าน

14. จากนั้นที่จอ LCD จะขึ้นข้อความว่า “Would you like to contact the owner home?” (คุณต้องการติดต่อเจ้าของบ้านหรือไม่) หลังจากนั้น 2 วินาทีจอ LCD จะทำการเคลียร์ข้อความ และขึ้นข้อความว่า “Please press yes or no on the keypad” (โปรดกดใช่ หรือไม่บนคีย์แพด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

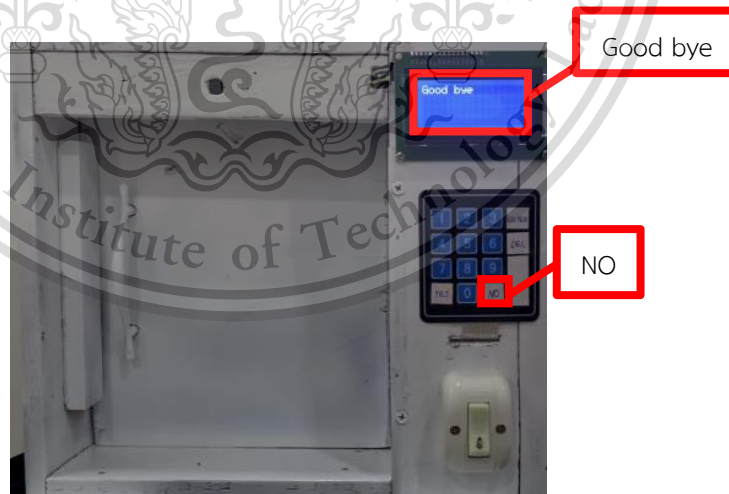
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.29 ข้อความที่ขึ้นบนจอ LCD เมื่อมีคนมาดกริง

15. ถ้าหากคนที่มาดกริงกด NO บนคีย์แพด จอ LCD จะขึ้นข้อความว่า “Good bye” และที่ Terminal (ในแอปพลิเคชัน Blynk บนโทรศัพท์ของเจ้าของบ้าน) จะขึ้นข้อความว่า “Someone press NO” (คนที่มาดกริงกดไม่) หลังจากนั้น 2 วินาทีจะทำการเคลียร์ข้อความ และทำการปิด Backlight ของจอ LCD เคลียร์ข้อความของ Terminal และ ESP32 จะเข้าสู่โหมด Deep Sleep และจะทำงานอีกครั้งเมื่อมีคนมาดกริง



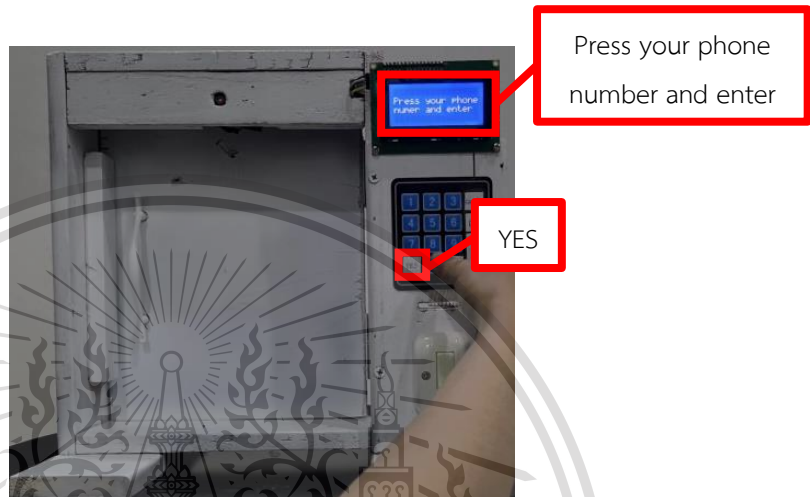
รูปที่ 4.30 ข้อความที่ขึ้นบนจอ LCD เมื่อคนมาดกริงกด NO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

16. แต่ถ้าหากคนที่มากดกริ่งกด YES บนคีย์แพด จอ LCD จะทำการเคลียร์ข้อความ และขึ้นข้อความว่า “Press your phone number and enter” (โปรดกดเบอร์โทรของคุณ และกด enter) หลังจากนั้นประมาณ 2 วินาทีจอ LCD จะทำการเคลียร์ข้อความ เพื่อให้คนที่มากดกริ่งกดเบอร์โทร



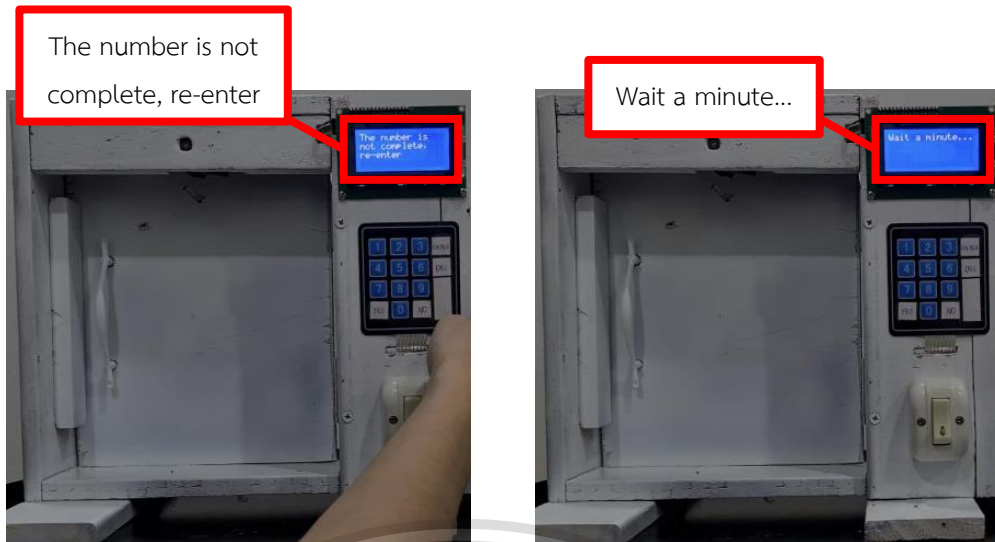
รูปที่ 4.31 ข้อความที่ขึ้นบนจอ LCD เมื่อคนมากดกริ่งกด YES

17. เมื่อคนที่มากดกริ่งกดเบอร์โทรผิดสามารถลบได้ โดยกด DEL
18. เมื่อคนที่มากดกริ่งกดเบอร์โทรจะถูกส่งไปที่โทรศัพท์ของเจ้าของบ้านบนแอปพลิเคชัน Blynk จะขึ้นเบอร์โทรบน Terminal เมื่อกด ENTER แล้วถ้ากดเบอร์โทรไม่ครบ (น้อยกว่า 10 หลัก) จอ LCD จะขึ้นข้อความว่า “The number is not complete, re-enter” (เบอร์โทรไม่ครบ โปรดกดใหม่) และจอ LCD จะทำการเคลียร์ข้อความเพื่อให้กดเบอร์โทรใหม่ เมื่อกดเบอร์โทรครบแล้วกด ENTER ที่ Terminal จะขึ้นข้อความว่า “>The phone number” ดัง แล้วที่จอ LCD จะทำการเคลียร์ข้อความ และขึ้นข้อความว่า “Wait a minute...” (รอสักครู่...) เพื่อรอให้เจ้าของบ้านโทรหาคนที่มากดกริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

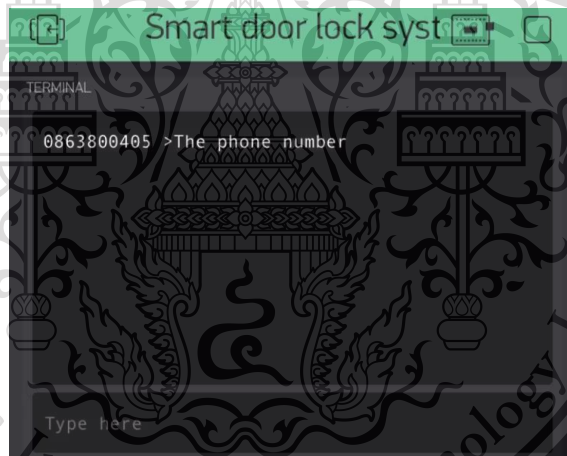
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก) เมื่อกดเบอร์โทรไม่ครบ 10 หลัก

(ข) เมื่อกดเบอร์ครบ 10 หลัก

รูปที่ 4.32 ข้อความที่ขึ้นบนจอ LCD เมื่อกด ENTER



รูปที่ 4.33 เบอร์โทรของคนที่มาดเครื่องถูกส่งไปที่ Terminal บนแอปพลิเคชัน Blynk

- เมื่อทำการสื่อสารกันเรียบร้อยแล้วเจ้าของบ้านจะทำการเปิดประตูบ้านให้คนที่มากริ่งได้ผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk บนโทรศัพท์ ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์ตอนแรกจะอยู่ที่ 90 องศาไปเป็น 0 องศา โดยทำการลดค่าลงทีละ 5 องศาทุก ๆ 1 รอบการทำงาน (หรือ loop) จนกระทั่งถึง 0 องศาจะหยุดการทำงานซึ่งทำให้กลอนประตูจะทำการปลดล็อกประตูบ้าน แล้วจอ LCD และ Terminal

จะขึ้นข้อความว่า “Door open!” ดังรูปที่ 4.34 แล้วสามารถกดปิดประตูบ้านได้เช่นกัน ซึ่งเซอร์โวมอเตอร์จะขึ้นค่าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โมดเตอร์หมุนจาก 0 องศาไปเป็น 90 องศา โดยทำการเพิ่มค่าขึ้นทีละ 5 องศาทุก ๆ 1 รอบการทำงาน (หรือ loop) จนกระทั่งถึง 90 องศาจะหยุดการทำงานซึ่งทำให้กลอนประตูจะทำการล็อกประตูบ้าน แล้วจอ LCD และ Terminal จะขึ้นข้อความว่า “Door close!” ดังรูปที่ 4.35



(ก) กดเปิดประตูบ้านบนโทรศัพท์

(ข) ข้อความที่ขึ้นบนจอ LCD เมื่อกดเปิดประตูบ้าน

รูปที่ 4.34 เปิดประตูบ้าน



(ก) กดปิดประตูบ้านบนโทรศัพท์

(ข) ข้อความที่ขึ้นบนจอ LCD เมื่อกดปิดประตูบ้าน

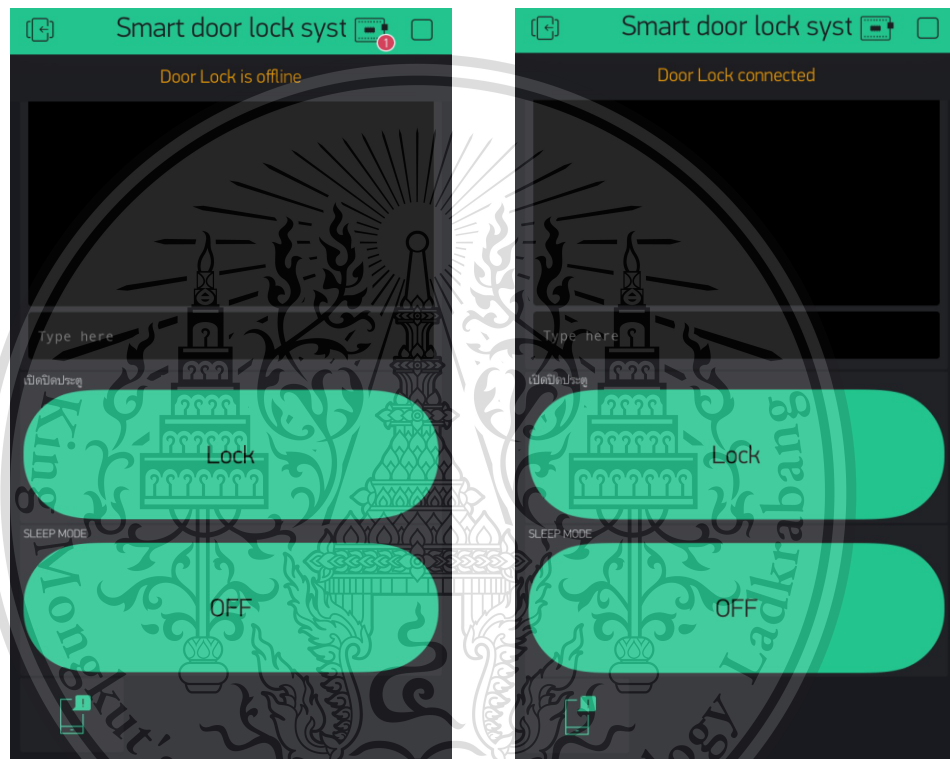
รูปที่ 4.35 ปิดประตูบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

20. แล้วเมื่อทำการเปิด หรือปิดประตูบ้านแล้วสามารถกดปิดระบบการทำงานของระบบได้ โดยกดปุ่ม SLEEP MODE บนแอปพลิเคชัน Blynk ได้ดังรูปที่ 4.28 (ข)
21. ถ้าหากระบบไม่มีการทำงาน (ESP32 อยู่ในโหมด Deep Sleep) ที่หน้าต่างของโปรเจกต์ที่แอปพลิเคชัน Blynk จะขึ้นว่า Offline ดัง และถ้าระบบทำงานอยู่หน้าต่างของโปรเจกต์จะขึ้น Connected ดังรูปที่ 4.36



(ก) Offline

(ข) Connected

รูปที่ 4.36 การแจ้งเตือนการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลของโครงการ และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของโครงการ

ในโครงการชิ้นนี้ได้มีการศึกษา และออกแบบระบบเปิดปิดประตูอัตโนมัติที่แจ้งเตือนไปบนโทรศัพท์ของผู้ใช้งานได้ผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk เพื่อบอกให้ผู้ใช้งานทราบว่ามีคนมากดกริ่งที่บ้าน ซึ่งในระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกของวิดีโอสตรีมมิ่งที่ใช้บอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker ที่มีกล้อง OV2640 ใช้ในการแสดงวิดีโอสตรีมให้ผู้ใช้งานเห็นว่าคนที่มากดกริ่งเป็นใคร แล้วเมื่อทำงานครบ 10 นาทีก็จะเข้าสู่โหมด Deep Sleep โดยอัตโนมัติ และจะถูกปลุกขึ้นมาอีกครั้งเมื่อมีคนกดกริ่งซึ่งส่วนนี้จะแสดงอยู่ในบทที่ 4 หัวข้อย่อยที่ 4.3 และส่วนที่สอง คือ ส่วนของการสื่อสาร และการเปิดปิดประตูที่ใช้บอร์ด ESP32 ในการประมวลผลเพื่อทำการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับคนที่มากดกริ่งผ่านทางจอ LCD และ Keypad ที่ให้คนที่มากดกริ่งกดเบอร์โทรเพื่อส่งเบอร์โทรไปให้โทรศัพท์ของผู้ใช้งานเพื่อทำการติดต่อสื่อสารกัน และเมื่อทำการสื่อสารกันเสร็จแล้วเจ้าของบ้านสามารถเปิดปิดประตูบ้านผ่านโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk ให้กับคนที่มากดกริ่งได้ ถ้าหากทำการเปิดประตูบ้านเซอร์โวมอเตอร์ตอนแรกจะอยู่ที่ 90 องศาไปเป็น 0 องศาโดยทำการลดค่าลงทีละ 10 องศาทุก ๆ 1 รอบการทำงาน (หรือ loop) จนกระทั่งถึง 0 องศาจะหยุดการทำงานซึ่งทำให้กลอนประตูจะทำการปลดล็อกประตูบ้าน แล้วจอ LCD และ Terminal จะขึ้นข้อความว่า “Door open!” แต่ถ้าหากทำการปิดประตูบ้านเซอร์โวมอเตอร์หมุนจาก 0 องศาไปเป็น 90 องศา โดยทำการเพิ่มค่าขึ้นทีละ 10 องศาทุก ๆ 1 รอบการทำงาน (หรือ loop) จนกระทั่งถึง 90 องศาจะหยุดการทำงานซึ่งทำให้กลอนประตูจะทำการล็อกประตูบ้าน แล้วจอ LCD และ Terminal จะขึ้นข้อความว่า “Door close!” และสามารถที่จะปิดระบบการทำงานของส่วนนี้ได้โดยการกดปุ่มบนแอปพลิเคชัน Blynk ซึ่งส่วนนี้จะแสดงอยู่ในบทที่ 4 หัวข้อย่อยที่ 4.4

จากการทดลองพบว่าบอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker มีข้อจำกัดเป็นจำนวนมากในการใช้ เช่น ขาเอาต์พุตมีแค่ 10 ขา ไม่มีขา SDA และ SDL ไว้ใส่สำหรับการสื่อสารแบบอนุกรมกับ I2C ไม่มี Microphone ในตัว และบอร์ด ESP32-CAM ไม่เหมาะที่จะใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่อพ่วง หรือทำงานหลาย ๆ คำสั่งพร้อมกัน เนื่องจากบอร์ดต้องมีการสตรีมวิดีโอไปด้วยทำให้ทำซ้อนกันหลายคำสั่งไม่ได้ จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

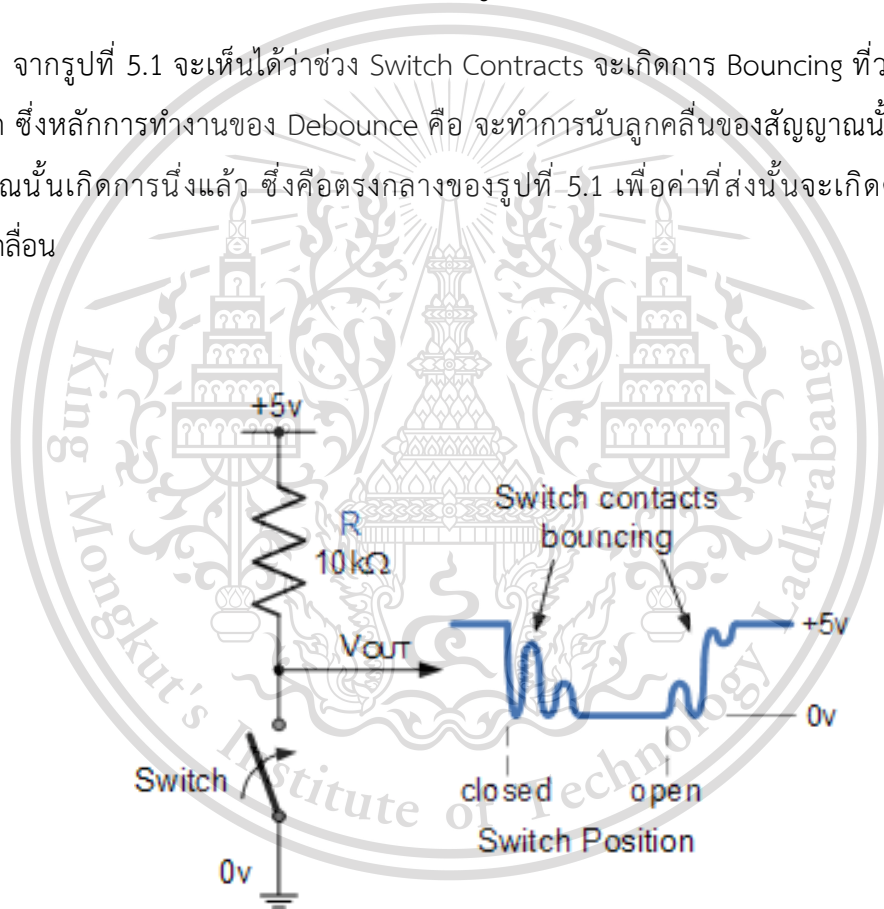
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทำให้ผู้จัดทำมีการใช้บอร์ด ESP32 เพิ่มเพื่อช่วยในส่วนของการติดต่อสื่อสาร (พ่วงกับอุปกรณ์อื่น) และการเปิดปิดประตูบ้านแทน

กริ่งที่ใช้เป็นเหมือนสวิตช์กดติดปล่อยดับที่มีการต่อตัวต้านทานแบบพูลอัพไว้ ซึ่งพอมีการทำงาน จะเกิดสัญญาณ Bounce คือ สัญญาณที่เกิดขึ้นจากการที่การกดปุ่มแต่ละครั้ง เมื่อกดปุ่มหน้าสัมผัสที่ทำการสัมผัสกันนั้นยังไม่แนบสนิทจะทำให้เกิดสัญญาณวิ่งขึ้นวิ่งลง หรือสัญญาณไม่นิ่ง ซึ่งจะทำให้ค่าที่ส่งออกไปนั้นคลาดเคลื่อน จึงต้องมีการทำ Debounce ขึ้นเพื่อป้องกันเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นนี้ โดยในโปรแกรม Arduino IDE มีคำสั่งนี้ที่สามารถใช้แก้ปัญหานี้ได้

จากรูปที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าช่วง Switch Contracts จะเกิดการ Bouncing ที่วงจรเกิดการเปิดหรือปิด ซึ่งหลักการทำงานของ Debounce คือ จะทำการนับลูกคลื่นของสัญญาณนั้นไปเรื่อย ๆ จนสัญญาณนั้นเกิดการนิ่งแล้ว ซึ่งคือตรงกลางของรูปที่ 5.1 เพื่อค่าที่ส่งนั้นจะเกิดความถูกต้องไม่คลาดเคลื่อน



รูปที่ 5.1 การเกิดสัญญาณ Bounce

(ที่มา <http://highleveljj.blogspot.com/2016/02/debounce.html>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่เอกสารที่เผยแพร่เพื่อวัตถุประสงค์ในการค้า
บ้าน แต่เลขที่เห็นบน Terminal (แสดงบนโทรศัพท์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk) เป็นรหัสของ ASCII
ไม่ว่ากรณีใดๆ ที่สงวนไว้ทั้งหมด มิได้มีเหตุใดแต่สิ่งหนึ่งใด และต้องอยู่ของเงาใจ ของเอกสารนี้ทุกสิ่งทุกอย่างที่ปรากฏ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เนื่องจากการประกาศเก็บข้อมูลของ Keypad ที่กดเป็น Character ซึ่งจะเก็บข้อมูลเป็น ASCII แล้วส่งไปที่ Terminal เป็นรหัส ASCII จึงต้องมีการแปลงชนิดของข้อมูลจาก Character เป็น Integer ก่อนส่งไปให้ที่ Terminal

จากการศึกษา และออกแบบโครงงานชิ้นนี้พบว่าระบบที่ทำการออกแบบสามารถทำงานได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ตามที่ได้ทำการตั้งขอบเขตไว้ ซึ่งระหว่างที่ทำการทดลองก็ได้มีการเพิ่มเติม และปรับปรุงส่วนต่าง ๆ ให้ครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้น และจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการจำลองขึ้นมาจึงใช้เซอร์โวมอเตอร์ในการเปิดปิดประตู ถ้าหากมีการนำไปใช้งานจริงก็สามารถใช้กลอนประตูไฟฟ้าในการเปิดปิดประตูได้ ซึ่งการทำงานก็จะเป็นแค่ High กับ Low

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. บอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker มีข้อจำกัดในด้านเรื่อง Microphone จึงทำให้ไม่สามารถสื่อสารด้วยการพูดคุยได้ แต่ถ้าเลือกโมดูลอื่นของ ESP32-CAM ก็จะไม่มีความขาดตกบกพร่องสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่อพ่วง และราคามีแพงกว่า ถ้าหากมีการใช้ Microphone เพื่อไว้รับเสียงต้องการทำงานวงจรองความถี่เพื่อลดสัญญาณรบกวนลงด้วย
2. บอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker มีข้อจำกัดในด้านขาเอาต์พุตทำให้ไม่สามารถต่อพ่วงกับจอ LCD และ Keypad ได้ (เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้มีขาเป็นจำนวนมาก) ถึงแม้ว่าจะนำ I2C มาช่วยลดจำนวนขาในการต่อกับบอร์ดแล้วก็ตามก็ไม่สามารถใช้งาน I2C ได้ เนื่องจากบอร์ดไม่มีขา SDA และ SDL ที่ไว้สื่อสารแบบอนุกรมกับ I2C
3. ถ้าหากมีการสตรีมวิดีโอบนบอร์ด ESP32-CAM AI-Thinker จะไม่สามารถทำฟังก์ชันอื่นซ้อนได้
4. สายจัมป์ที่ไว้เชื่อมต่อกับบอร์ด และอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ มีสายยาว และไม่ค่อยแน่นทำให้การเชื่อมต่อไม่ดี
5. บอร์ด ESP32 ไม่สามารถใส่ Mini Breadboard 400 hole หรือแบบปกติที่ขายได้ เนื่องจากมีขนาดที่ใหญ่กว่า ต้องซื้อ 2 บอร์ดมาต่อ
6. วิดีโอสตรีมมิ่งที่แสดงผ่านทางโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk อาจมี delay บ้างประมาณ 5 ถึง 10 วินาทีทำให้เจ้าของบ้านอาจเห็นหน้าคนที่มากดกริ่งช้าบ้างเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม

- [1] วิวัฒน์/มีสุวรรณ.//(2559).//อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) กับการศึกษา Internet of Things on Education.//สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/<http://ejournals.swu.ac.th/index.php/jcosci/article/viewFile/8562/7490>
- [2] ศูนย์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.//(2564).//เทคโนโลยี Internet of Things (IoT).//สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/<http://eiu.thaieei.com/box>
- [3] RBRU Academy.//(2564).//บทที่ 1 อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น.//สืบค้นเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/<http://www.academy.rbru.ac.th/uploadfiles/books/1-2016-11-24-11-51-58.pdf>
- [4] ทันพงษ์/ภูรักษา.//(2564).//หน่วยที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.//สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/http://www.pattayatech.ac.th/files/1305292020243060_19051513131334.pdf
- [5] วิโรจน์/กิตติวรปรีดา.//(2555).//หน่วยที่ 1 เรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์.//สืบค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/<http://www.rtc.ac.th/vcharkarn/280661.pdf>
- [6] Poundxi.//(2561).//NodeMCU คืออะไร.//สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/<https://poundxi.com/nodemcu>
- [7] วิทยาลัยเทคโนโลยีสื่อสังคม มหาวิทยาลัยรังสิต.//(2564).//บทที่1 แนะนำ ESP32.//สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/http://202.29.6.107/jatuphong/%E0%B8%AD%E0%B8%A%E0%B8%A3%E0%B8%A1%20IOT/IOT_EBOOK_VisitW_RSU/IOT_EBOOK_VisitW_RSU/Advance_ESP32/Advance_ESP32.pdf
- [8] RandomNerdTutorials.//(2559).//Getting Started with the ESP32 Development Board.//สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/<https://randomnerdtutorials.com/getting-started-with-esp32/>
- [9] RandomNerdTutorials.//(2559).//Installing the ESP32 Board in Arduino IDE (Windows, Mac OS X, Linux).//สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/<https://randomnerdtutorials.com/installing-the-esp32-board-in-arduino-ide-windows-instructions/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- [10]MAKERADVISOR.//(2560)//ESP32 Camera Dev Boards Review and Comparison (Best ESP32-CAM).//สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/https://makeradvisor.com/esp32-camera-cam-boards-review-comparison/
- [11]RandomNerdTutorials.//(2560)//ESP32-CAM AI-Thinker Pinout Guide: GPIOs Usage Explained.//สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ai-thinker-pinout/
- [12]RandomNerdTutorials.//(2560)//Change ESP32-CAM OV2640 Camera Settings: Brightness, Resolution, Quality, Contrast, and More.//สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2564,/จาก/https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-ov2640-camera-settings/
- [13]ทันพงษ์/ภูริรักษ์.//(2564).//หน่วยที่ 3 โครงสร้างโปรแกรมของ ARDUINO.//สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2564,/จาก/http://www.pattayatech.ac.th/files/1305292020243060_19051513131336.pdf
- [14]ทันพงษ์/ภูริรักษ์.//(2564).//หน่วยที่ 6 การแสดงผลด้วยจอ LCD ของ ARDUINO.//สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2564,/จาก/http://www.pattayatech.ac.th/files/1305292020243060_19051513131339.pdf
- [15] Arduitrronics.//(2557).//Arduino with Keypad and 4 Channel Relay.//สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2564,/จาก/https://www.arduitronics.com/article/31/arduino-with-keypad-and-4-channel-relay
- [16]Mark/Stanley,/Alexander/Brevig.//(2561).//Keypad Library for Arduino.//สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2564,/จาก/https://playground.arduino.cc/Code/Keypad/
- [17]MyArduino.//(2564).//สอนใช้งาน Arduino I2C Matrix 4x4 Keypad คีย์แป้น ปุ่มกด 4x4 แบบ I2C.//สืบค้นเมื่อ 16 มีนาคม 2564,/จาก/https://www.myarduino.net/article/338/
- [18]Renier/Delport.//(2561).//The FTDI USB to TTL serial converter module.//สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2564,/จาก/https://behind-the-scenes.net/ftdi-usb-uart-module/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

โค้ดส่วนของวิดีโอสตรีมมิ่ง (Video Streaming) บนแอปพลิเคชัน Blynk

```
#include "src/OV2640.h"
```

```
#include <WiFi.h>
```

```
#include <WebServer.h>
```

```
#include <WiFiClient.h>
```

```
// Select camera model
```

```
//#define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT
```

```
//#define CAMERA_MODEL_ESP_EYE
```

```
//#define CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM
```

```
//#define CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE
```

```
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER
```

```
#include "camera_pins.h"
```

```
#define SSID1 "kanj-2.4G"
```

```
#define PWD1 "kanj3004"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
OV2640 cam;
```

```
WebServer server(80);
```

```
const char HEADER[] = "HTTP/1.1 200 OK\r\n" \
    "Access-Control-Allow-Origin: *\r\n" \
    "Content-Type: multipart/x-mixed-replace;\n" \
    "boundary=123456789000000000000987654321\r\n";
const char BOUNDARY[] = "\r\n--123456789000000000000987654321\r\n";
const char CTNTTYPE[] = "Content-Type: image/jpeg\r\nContent-Length: ";
const int hdrLen = strlen(HEADER);
const int bdrLen = strlen(BOUNDARY);
const int cntLen = strlen(CTNTTYPE);

void handle_jpg_stream(void)
{
    char buf[32];

    int s;

    WiFiClient client = server.client();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
client.write(HEADER, hdrLen);

client.write(BOUNDARY, bdrLen);
```

```
while (true)

{

    if (!client.connected()) break;

    cam.run();

    s = cam.getSize();

    client.write(CTNTTYPE, cntLen);

    sprintf( buf, "%d\r\n\r\n", s );

    client.write(buf, strlen(buf));

    client.write((char *)cam.getfb(), s);

    client.write(BOUNDARY, bdrLen);

}

}
```

```
void handleNotFound()

{

    String message = "Server is running!\n\n";

    message += "URI: ";

    message += server.uri();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

message += "\nMethod: ";

message += (server.method() == HTTP_GET) ? "GET" : "POST";

message += "\nArguments: ";

message += server.args();

message += "\n";

server.send(200, "text / plain", message);

}

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  //while (!Serial); //wait for serial connection.

  camera_config_t config;

  config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;

  config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;

  config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;

  config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;

  config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;

  config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;

  config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สามารถใช้ได้ฟรีโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;

config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;

config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;

config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;

config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;

config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;

config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;

config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;

config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;

config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;

// Frame parameters
// config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;

config.frame_size = FRAMESIZE_QVGA;

config.jpeg_quality = 12;

config.fb_count = 2;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในองค์กรใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
pinMode(13, INPUT_PULLUP);

pinMode(14, INPUT_PULLUP);

#endif
```

```
cam.init(config);
```

```
IPAddress ip;
```

```
WiFi.mode(WIFI_STA);
```

```
WiFi.begin(SSID1, PWD1);
```

```
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
```

```
{
```

```
  delay(500);
```

```
  Serial.print(F("."));
```

```
}
```

```
ip = WiFi.localIP();
```

```
Serial.println(F("WiFi connected"));
```

```
Serial.println("");
```

```
Serial.println(ip);
```

```
Serial.print("Stream Link: http://");
```

```
Serial.print(ip);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
Serial.println("/mjpeg/1");

server.on("/mjpeg/1", HTTP_GET, handle_jpg_stream);

server.onNotFound(handleNotFound);

server.begin();

esp_sleep_enable_ext0_wakeup(GPIO_NUM_15,1);

delay(600000);

Serial.println("Going to sleep now");

esp_deep_sleep_start();
}

void loop()
{
server.handleClient();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โค้ดส่วนของการสื่อสาร และควบคุมการปิดประตูบ้านผ่านด้วยโทรศัพท์บนแอปพลิเคชัน Blynk

```
#include <ButtonDebounce.h>

ButtonDebounce button(15, 100);

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 4);

int LCDRow = 0;

#include <Keypad_I2C.h>
#include <Keypad.h>
#include <Wire.h>
#define I2CADDR 0x20
char key; //เก็บข้อมูลkeypadที่กด
String sNum;

int Num;

const byte ROWS = 4; //four rows

const byte COLS = 4; //three columns

char keys[ROWS][COLS] = {

  {'1','2','3','E'},
  {'4','5','6','D'},
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

    {'7','8','9'},

    {'Y','0','N'}

};

//Y=Yes N=No E=Enter D=Del

byte rowPins[ROWS] = {0, 1, 2, 3}; //connect to the row pinouts of the keypad

byte colPins[COLS] = {4, 5, 6, 7}; //connect to the column pinouts of the keypad

Keypad_I2C keypad = Keypad_I2C(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS,
I2CADDR, PCF8574);

//เรียกใช้งานblynk
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

#define SSID1 "kanj-2.4G"

#define PWD1 "kanj3004"

#define AUTH "mKkl25uYv4Xo2_9wKdb6nhUs5ZeP4vzl"

WidgetTerminal terminal(V0); //กำหนดพินterminal

//เรียกใช้งานservo

#include <ESP32Servo.h>

Servo servo;


```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

// You can send commands from Terminal to your hardware. Just use the same Virtual Pin as your Terminal Widget

```
BLYNK_WRITE(V0){
```

```
  if(String("w") == param.asStr()){
```

```
    //terminal.println("The phone number is wrong!");
```

```
    //Serial.println("The phone number is wrong!");
```

```
    lcd.setCursor(1,0);
```

```
    lcd.print("The number is");
```

```
    lcd.setCursor(0,1);
```

```
    lcd.print("WRONG!,re-enter");
```

```
    delay(3000);
```

```
    lcd.clear();
```

```
  }
```

```
  terminal.flush();
```

```
}
```

```
// Lock-Unlock door
```

```
bool door;
```

```
int pos;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

{

int pinValue=param.asInt();

if(pinValue==1) //Lock

{

for (pos = 0; pos <= 90; pos += 5) {

servo.write(pos);

delay(15);

}

lcd.print("Door close!");

Blynk.virtualWrite(V0, "Door close!");

delay(2000);

lcd.clear();

terminal.clear();

door=true;

}

else //Unlock

{

for (pos = 90; pos >= 0; pos -= 5) {

servo.write(pos);

delay(15);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

}

lcd.display();

lcd.backlight();

lcd.print("Door open!");

Blynk.virtualWrite(V0, "Door open!");

delay(2000);

lcd.clear();

terminal.clear();

door=false;
}
}

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

  //pinMode(sw, INPUT);

  Wire.begin();

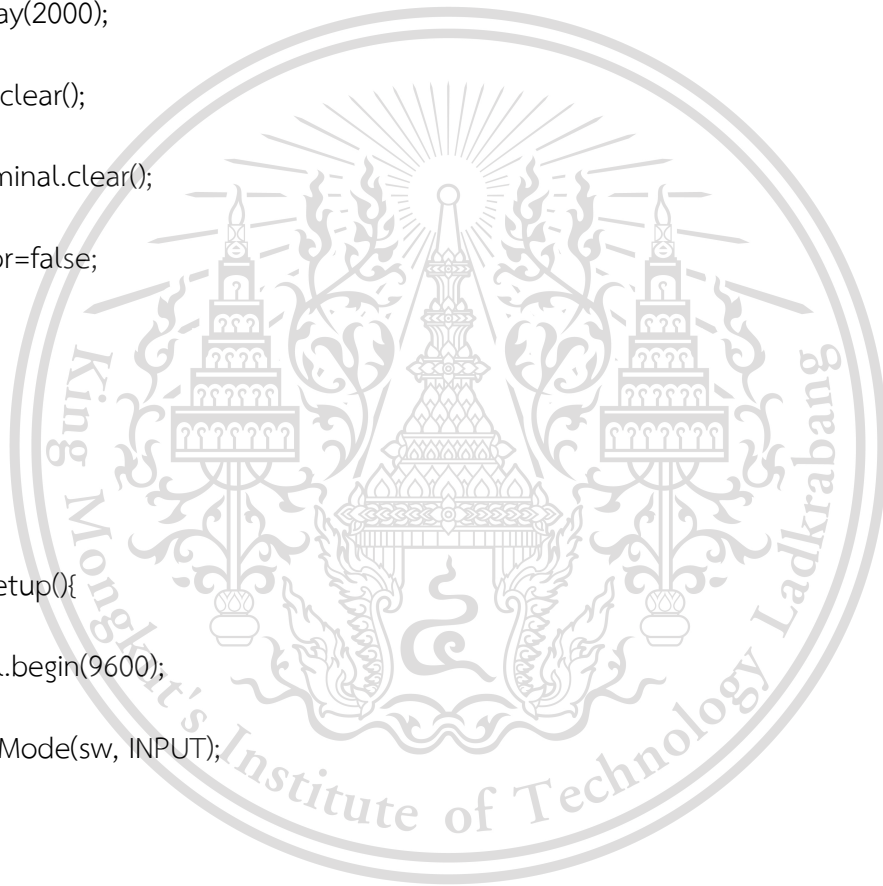
  lcd.begin();

  lcd.clear();

  lcd.noDisplay();

  lcd.noBacklight();

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
keypad.begin(makeKeymap(keys));
```

```
servo.attach(4);
```

```
Blynk.begin(AUTH, SSID1, PWD1);
```

```
esp_sleep_enable_ext0_wakeup(GPIO_NUM_15,1); //ปลุกให้espทำงานเมื่อกดพิน15(กริ่ง)  
}
```

```
void loop(){
```

```
  Blynk.run();
```

```
  button.update();
```

```
  if(button.state() == HIGH){
```

```
    Serial.println("Someone comes home...");
```

```
    Blynk.notify("Someone comes home...");
```

```
    delay(2500);
```

```
    lcd.display();
```

```
    lcd.backlight();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

//Serial.println("Would you like to contact the owner home");

lcd.setCursor(1, 0);

lcd.print("Would you like");

lcd.setCursor(1, 1);

lcd.print("to contact the");

lcd.setCursor(-2, 2); //ทำไม

lcd.print("owner home?");

delay(2000);

lcd.clear();

//Serial.println("Please press yes or no");

lcd.setCursor(2, 0);

lcd.print("Please press");

lcd.setCursor(3, 1);

lcd.print("yes or no");

lcd.setCursor(-3, 2);

lcd.print("on the keypad");

delay(250);

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if(key){

  Serial.println(key);

  if(key == 'Y'){

    //Serial.println("Press your phone number");

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("Press your phone");

    lcd.setCursor(-4, 2);

    lcd.print("number and enter");

    delay(2500);

    lcd.clear();

  }

  else if(key == 'N'){

    //Serial.println("Good bye");

    lcd.clear();

    lcd.print("Good bye");

    Blynk.virtualWrite(V0, "Someone press NO");

    delay(2500);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

else if(key){

    if(LCDRow<10){ //ถ้าจำนวนหลักที่กดเลขน้อยกว่า10ให้ปรี้นเลขบนlcd

        lcd.print(key);

        lcd.setCursor(++LCDRow, 0); //หลังจากนั้นให้เลขอื่นที่พิมพ์อยู่หลักถัดไปจากตัวแรก

        sNum = key;

        Num = sNum.toInt();

        Blynk.virtualWrite(V0, Num);

    }

    if(key == 'D'){ //กดลบเลขที่พิมพ์

        //Serial.println("Del");

        lcd.clear();

        terminal.clear();

        LCDRow = 0;

    }

```

```

if(key == 'E'){ //พิมพ์เบอร์เสร็จแล้วกดตกลง

    if(LCDRow<10){ //เบอร์ไม่ครบ10หลักให้กดใหม่

        //Serial.println("Renew");

        terminal.clear();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("The number is");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("not complete,");

lcd.setCursor(-4,2);

lcd.print("re-enter");

delay(2500);

lcd.clear();

LCDRow = 0;
}
else if(LCDRow == 10){ //เบอร์ครบ10หลักให้ส่งเบอร์ไปที่เจ้าของ
  Blynk.virtualWrite(V0, ">The phone number");
  lcd.clear();
  lcd.print("Wait a minute...");
  delay(2500);
  lcd.clear();
  LCDRow = 0;
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
if(digitalRead(sleep) == HIGH || key == 'N'){ //ให้espไม่ทำงานโดยกดปุ่มจากโทรศัพท์ หรือเมื่อ  
คนที่มากดกริ่งไม่ต้องการติดต่อ
```

```
LCDRow = 0;
```

```
lcd.clear();
```

```
lcd.noDisplay();
```

```
lcd.noBacklight();
```

```
terminal.clear();
```

```
Serial.println("Going to sleep now");
```

```
delay(250);
```

```
esp_deep_sleep_start();
```

```
}
```

```
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.