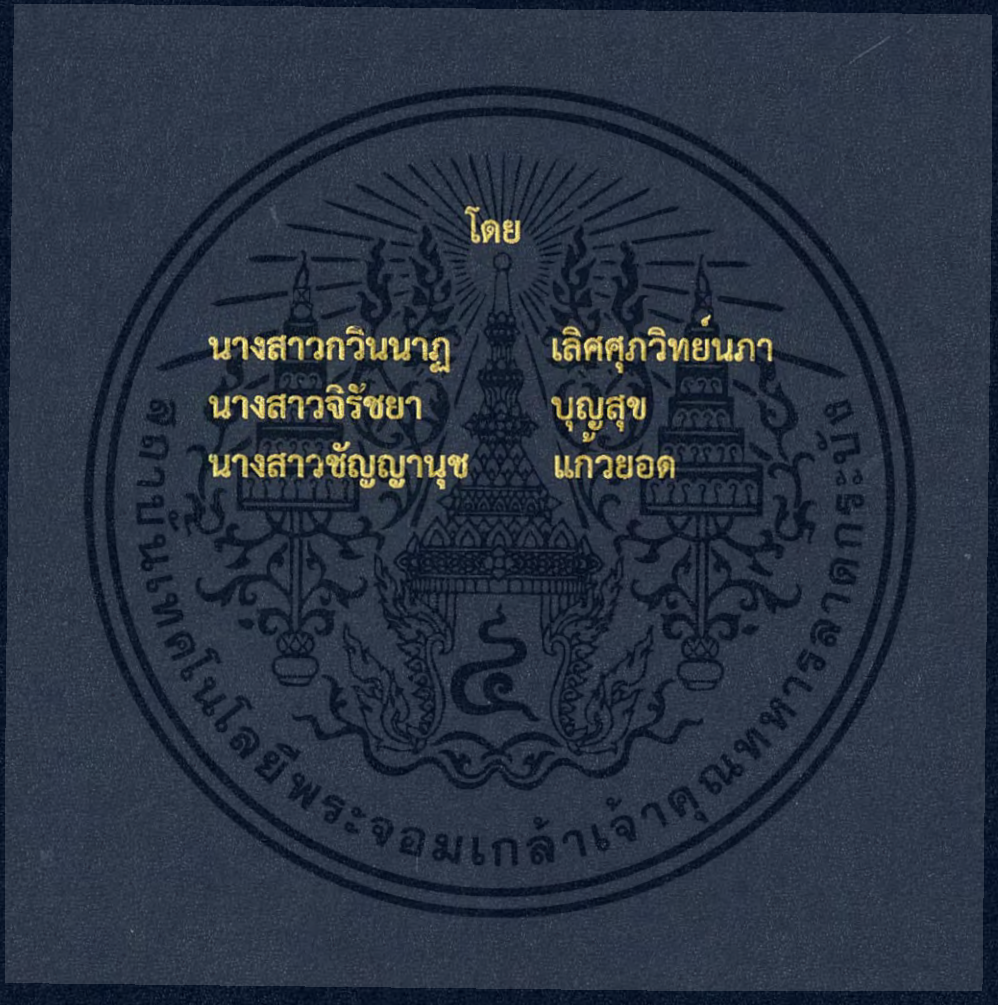
รถเข็นสินค้าอัจฉริยะ
SMART SHOPPING CART



โดย

นางสาวกวินนาฏ เลิศศุภวิทย์นภา
นางสาวจิรัชยา บุญสุข
นางสาวชัญญานุช แก้วยอด

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รถเข็นสินค้าอัจฉริยะ

SMART SHOPPING CART

โดย

นางสาวกวินนาฏ เลิศศุภวิทย์นภา 57010043

นางสาวจิรัชยา บุญสุข 57010195

นางสาวชัญญานุช แก้วยอด 57010295

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.มนต์ชัย แช่มช้อย

ผศ.ดร.พิชญ สุพรรณกูล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

16/พ.ค./61

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

16/5/61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถเข็นสินค้าอัจฉริยะ

SMART SHOPPING CART

ผู้จัดทำ

นางสาวกวินนาฏ	เลิศศุภวิทย์นภา	57010043
นางสาวจิรัชยา	บุญสุข	57010195
นางสาวชัญญานุช	แก้วยอด	57010295

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผศ.ดร. พิชญ สุพรรณกูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย และ ผศ.ดร. พิชญ สุพรรณกูล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ของท่านที่ได้ให้คำปรึกษารวมถึงความรู้และขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกๆ ท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้จัดทำ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ในภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกคนที่ให้คำแนะนำและให้กำลังใจเสมอ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจ และคอยสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา ทำให้ผู้จัดทำสามารถทำโครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากโครงงานนี้ ทางผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวกวินนาฏ เลิศศุภวิทย์นภา

นางสาวจิรัชยา บุญสุข

นางสาวชัญญานุช แก้วยอด

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถเข็นสินค้าอัจฉริยะ

SMART SHOPPING CART

โดย นางสาวกวินนาฏ เลิศศุภวิทย์นภา 57010043

นางสาวจิรัชยา บุญสุข 57010195

นางสาวชัญญานุช แก้วยอด 57010295

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย

ผศ.ดร พิชญ สุพรรณกูล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบและสร้างรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ โดยรถเข็นสินค้านี้สามารถคิดคำนวณราคาสินค้าทั้งหมดได้ รวมถึงยกเลิกรายการสินค้าที่ไม่ต้องการ ตรวจสอบโปรโมชั่นของสินค้า และแสดงข้อมูลต่างๆ อาทิเช่น วันที่ผลิต วันหมดอายุ ข้อมูลโภชนาการของสินค้าแต่ละชนิดได้ ในการออกแบบได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลหลัก โดยรับอินพุตมาจากเครื่องสแกนบาร์โค้ด จากนั้นจะนำข้อมูลต่างๆ ของสินค้าจากฐานข้อมูลมาประมวลผลและแสดงผลออกทางหน้าจอ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถยกเลิกสินค้าได้ผ่านหน้า จอแสดงผลนี้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถรู้ราคาสินค้า โปรโมชั่นของสินค้า และรายละเอียดต่างๆ ของสินค้าเพื่อนำมาประมาณการค่าใช้จ่ายทั้งหมดได้

ABSTRACT

This thesis designs and fabricates smart shopping cart. This smart shopping cart can calculate the prices of all products, cancel unwanted products, check the promotion and show the information of each product such as manufactured date, expired date and nutrition facts. In the design, microcontroller is used as the main processor by receiving input from barcode reader and then the information from database is processed and shown on the display. The user can cancel the product via this display screen. Therefore, the user can know the prices and promotions of the products in order to estimate the total cost.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	XI
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	**2**
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	2
2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น	2
2.1.2 AVR	3
2.1.3 Arduino	4
2.1.4 หน้าที่ส่วนต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์	5
2.1.4.1 หน่วยประมวลผลกลาง หรือ CPU	5
2.1.4.2 หน่วยความจำ (Memory)	7
2.1.4.3 ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือ พอร์ต (Port)	7
2.1.4.4 ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือ บัส (Bus)	7
2.1.4.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา	7
2.1.4.6 Arduino Mega 2560 R3	8
2.2 หน้าจอสัมผัส (Touch Screen)	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.1 หน้าจอสัมผัส Nextion รุ่น NX8048T050	11
2.2.1.1 คุณสมบัติของหน้าจอ Nextion รุ่น NX8048T050	12
2.3 โมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266	13
2.3.1 คุณสมบัติของโมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266	13
2.3.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม	15
2.4 บาร์โค้ด (Barcode)	16
2.4.1 บาร์โค้ดแบบแท่ง	18
2.4.2 บาร์โค้ด 2 มิติ	20
2.4.3 หลักการอ่านแถบรหัสบาร์โค้ด	21
2.4.4 ลักษณะของแถบรหัสบาร์โค้ด	21
2.4.5 การคำนวณตัวเลขบนบาร์โค้ดแบบ EAN-13	22
2.5 เครื่องอ่านบาร์โค้ด	23
2.5.1 CCD Scanner	24
2.5.2 Laser Scanner	25
2.5.3 Omnidirectional Scanner	25
2.5.4 Imager Scanner	26
2.5.5 หลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด	26
2.6 GUI	28
2.7 ระบบฐานข้อมูล (Database systems)	29
2.7.1 ความหมายของระบบฐานข้อมูล (Database systems)	29
2.7.2 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล	30
2.7.2.1 ข้อมูล (Data)	30
2.7.2.2 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)	30
2.7.2.3 ซอฟท์แวร์ (Software)	31
2.7.2.4 ผู้ใช้งานระบบฐานข้อมูล (Users)	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.8 PHP	32
2.9 MySQL	33
2.9.1 ประวัติโดยย่อและความเป็นมาของ SQL	33
2.9.2 วัตถุประสงค์ของ SQL	34
2.9.3 ประเภทคำสั่ง SQL	34
2.9.3.1 ภาษานิยามข้อมูล (Data Definition Language : DDL)	34
2.9.3.2 ภาษาจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language : DML)	34
2.9.2.3 ภาษาควบคุมข้อมูล (Data Control Language : DCL)	35
2.10 phpMyAdmin	35
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์	**37**
3.1 การออกแบบ	38
3.1.1 การป้อนข้อมูลผ่านจอแสดงผลแบบสัมผัส	38
3.1.1.1 การออกแบบส่วนป้อนข้อมูลผ่านจอแสดงผลแบบสัมผัส	
3.1.2 การอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ด	42
3.1.3 การคำนวณราคาสินค้า	43
3.1.4 การสร้างฐานข้อมูลและเชื่อมต่อฐานข้อมูล	44
3.1.5 การดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและการอัพเดทฐานข้อมูล	45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	47
3.2.1 การอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ด	47
3.2.2 เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner)	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.3 หน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส 50

3.2.3.1 คุณสมบัติของหน้าจอสัมผัส NEXTION รุ่น NX8048T043 50

3.2.4 โมดูล Wi-Fi ESP 8266 51

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง 52

บทที่ 4 ผลการทดลอง **54**

4.1 ผลการทดลองในส่วนการป้อนข้อมูลผ่านหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส 54

4.2 ผลการทดลองในส่วนของการอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ด 58

4.3 ผลการทดลองในส่วนของการคิดคำนวณราคาสินค้า 59

4.4 4.4 ผลการทดลองในส่วนของการดึงข้อมูลและอัพเดทข้อมูล 60

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ **61**

5.1 สรุปผล 61

5.2 ข้อเสนอแนะ 61

บรรณานุกรม **62**

ภาคผนวก **63**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 โครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ 2
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR 3
2.3 การต่อใช้งาน AVR 3
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 4
2.5 ตัวอย่างการต่อใช้งาน Arduino บน Shield สำเร็จรูป 4
2.6 หน้าที่ส่วนต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 5
2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 R3 9
2.8 หน้าที่ของขาต่าง ๆ บนบอร์ด Arduino Mega 2560 R3 9
2.9 หน้าจอสัมผัส NEXTION รุ่น NX8048T043 12
2.10 ส่วนประกอบบนบอร์ดของหน้าจอสัมผัส NEXTION รุ่น NX8048T043 12
2.11 โมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266 12
2.12 ขาต่างๆ บนโมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266 13
2.13 การต่อใช้งานโมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266 กับ บอร์ด Arduino 15
2.14 Serial Monitor 15
2.15 ระบบการทำงานของโมดูล Wi-Fi ESP8266 16
2.16 ตัวอย่างการอ่านบาร์โค้ด 17
2.17 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิดยูพีซี/อีเอเอ็น 18
2.18 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด EAN-8 18
2.19 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด UPC-A 18
2.20 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด 19
2.21 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด Interleaved 2 of 5 19
2.22 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด Code 39 19
2.23 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด Code 128 20
2.24 บาร์โค้ด 2 มิติชนิด PDF417 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

2.25 บาร์โค้ด 2 มิติชนิด Data Matrix 20
2.26 ความหมายของแถบบาร์โค้ด EAN-13 แถบต่างๆ 23
2.27 เครื่องอ่านบาร์โค้ด 23
2.28 ส่วนประกอบและลักษณะของ CCD Scanner 24
2.29 Laser Scanne 25
2.30 Omnidirectional Scanner 25
2.31 Imager Scanner 26
2.32 โปรแกรม Nextion Editor 28
2.33 ระบบฐานข้อมูล (Database System) 29
2.34 ข้อมูลในฐานข้อมูลที่ถูกใช้ร่วมกันจากผู้ใช้หลายๆคน 30
2.35 การติดต่อกับข้อมูลภายในฐานข้อมูลของผู้ใช้ โดยใช้โปรแกรม Database Management System (DBMS) 31
2.36 MySQL Workbench 33
2.37 DDL , DML , DCL และกระบวนการพัฒนาฐานข้อมูล 35
2.38 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม phpMyAdmin 36
3.1 บล็อกไดอะแกรมของปริญญานิพนธ์ที่นำเสนอ 37
3.2 หน้าจอสำหรับแสดงsohk0vsJyd 38
3.3 หน้าจอหลักที่ใช้แสดงปุ่มกดตั้งค่า 39
3.4 หน้าจอสำหรับแสดง How to use หรือแสดงวิธีการใช้ 39
3.5 หน้าจอสำหรับแสดงหน้า Shopping Cart หรือ แสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อ 40
3.6 หน้าจอสำหรับแสดงการลบรายการสินค้าที่ไม่ต้องการ 40
3.7 หน้าจอสำหรับแสดงหน้า About us หรือการแนะนำ อธิบายหลักการทำงาน เบื้องต้นของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ 41
3.8 หน้าจอที่สำหรับแสดง product 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.9 หน้าจอแสดงรายละเอียดของสินค้า 42
3.10 หนฎจอ Serial Monitor ที่แสดงชื่อ ราคา และราคารวมของสินค้าที่เลือก 44
3.11 แผนผังแสดงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 44
ที่แสดงผลของการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องอ่านบาร์โค้ดกับจอแสดงผล
3.12 ฐานข้อมูลของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ 44
3.13 การต่อโมดูล Wi-Fi ESP8266 ที่ต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ 45
3.14 หน้าจอ Serial Monitor ที่แสดงผลว่าสามารถเชื่อมต่อไวไฟได้ 45
3.15 แผนผังแสดงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 46
3.16 บอร์ดอาร์ดูโน่ (Model : Ardruino MEGA 2560) 47
3.17 เครื่องอ่านบาร์โค้ด 49
3.18 หน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส รุ่น NX8048T043 50
3.19 โมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266 51
3.20 เครื่องอ่านบาร์โค้ดสามารถทำงานได้ 52
3.21 แสดงผลและสามารถป้อนข้อมูลผ่านจอแสดงผลแบบสัมผัสได้ 52
3.22 แสดงเป็นชื่อ ราคา และจำนวนของสินค้า บนหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส 53
3.23 หน้าจอ Serial Monitor ที่แสดงผลว่าสามารถเชื่อมต่อและรับค่าจากฐานข้อมูลได้ 53
4.1 หน้าจอสำหรับแสดงหน้าจอหลัก 54
4.2 หน้าจอหลักเมื่อกดปุ่มตั้งค่า 55
4.3 หน้าจอสำหรับแสดง How to use หรือแสดงวิธีการใช้ 55
4.4 หน้าจอสำหรับแสดงหน้า Shopping Cart หรือ 56
แสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อ
4.5 หน้าจอแสดงการลบรายการสินค้าที่ไม่ต้องการ 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.6 หน้าจอสำหรับแสดง หน้า About us หรือการแนะนำ อธิบายหลักการทำงานเบื้องต้นของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ 57
4.7 หน้าจอสำหรับแสดง หน้า Product หรือแสดงสินค้าที่มีอยู่ในฐานข้อมูล 57
4.8 หน้าจอที่แสดงรายละเอียดของสินค้า 58
4.9 หน้าจอแสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อ เมื่อสินค้านี้ถูกอ่านแถบบาร์โค้ดแล้ว 58
4.10 หน้าจอแสดงรูปและรายละเอียดสินค้า 59
4.11 หน้าจอแสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อก่อนทำการเปลี่ยนแปลงรายการสินค้า 59
4.12 หน้าจอแสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อหลังทำการเปลี่ยนแปลงรายการสินค้า 60
4.13 ฐานข้อมูลของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ ก่อนการอัพเดท 60
4.14 ฐานข้อมูลของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ หลังการอัพเดท 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 คุณสมบัติของบอร์ดอาร์ดูโน่ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญ มนุษย์นำเทคโนโลยีมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิต ในปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ โดยทำการเขียนโปรแกรมและออกแบบโครงสร้างของระบบ มีการรับค่าอินพุตมาประมวลผลและนำค่าที่ได้แสดงออกทางจอแสดงผลแบบสัมผัส จากที่กล่าวไปในข้างต้น สิ่งสำคัญที่สุดคือการเขียนและออกแบบโปรแกรมให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น ภาษาซี การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ หน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส และระบบฐานข้อมูล เป็นต้น ปริญญานิพนธ์นี้ออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้บริโภคที่เข้ามาซื้อสินค้า โดยผู้บริโภคสามารถตรวจสอบราคาสินค้า คิดคำนวณราคาสินค้า ตรวจสอบโปรโมชั่นของสินค้า รวมถึงข้อมูลต่างๆ ของสินค้า โดยระบบจะรับอินพุตจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งมาประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะคำนวณราคาสินค้าต่าง ๆ และแสดงผลออกมาเป็นข้อมูลและราคาของสินค้าทั้งหมด

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ ที่สามารถคำนวณราคาของสินค้าทั้งหมด สามารถตรวจสอบโปรโมชั่นของสินค้าที่ต้องการได้ รวมถึงแสดงข้อมูลต่างๆ ของสินค้า อาทิเช่น ข้อมูลโภชนาการ เป็นต้น
2. เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้บริโภคในการคำนวณราคาสินค้าก่อนตัดสินใจซื้อ

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สามารถออกแบบและสร้างรถเข็นสินค้าอัจฉริยะได้
2. รถเข็นสินค้าอัจฉริยะสามารถอ่านบาร์โค้ดของสินค้าได้
3. รถเข็นสินค้าอัจฉริยะสามารถรวมราคาของสินค้าที่เลือกมาได้
4. รถเข็นสินค้าอัจฉริยะสามารถเปลี่ยนแปลงรายการสินค้าที่เลือกมาได้
5. รถเข็นสินค้าอัจฉริยะสามารถแสดงข้อมูลสินค้าต่างๆ ที่เลือกมาได้
6. ทดสอบการทำงานรถเข็นสินค้าอัจฉริยะที่สร้างขึ้นให้สามารถใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

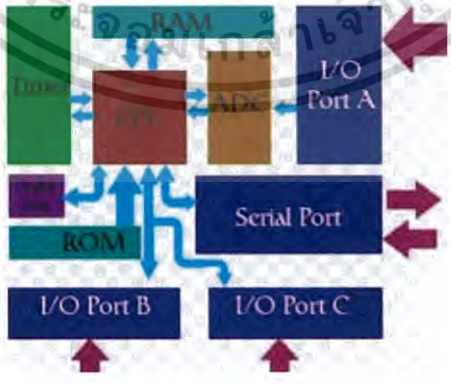
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ถ้าแปลความหมายแบบตรงตัวก็คือ ระบบคอนโทรลขนาดเล็กหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่างๆ และยังสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขา Input / Output เพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกด้วย ซึ่งก็นับว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายทั้งทางด้านดิจิตอลและแอนาลอกยกตัวอย่างเช่นระบบสัญญาณตอบรับอัตโนมัติระบบบัตรคิว ระบบตอกบัตรพนักงาน และอื่นๆ ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในยุคปัจจุบันนั้นสามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้อีกด้วย ดังนั้นการสั่งงานจึงไม่ใช่แค่หน้าแผงวงจร แต่อาจจะเป็นการสั่งงานอยู่คนละซีกโลกผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตก็ได้ โครงสร้างโดยทั่วไปของโมโครคอนโทรลเลอร์ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 AVR

AVR เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นต่อมาที่มีการพัฒนาต่อมาจาก MCS-51 โดยบริษัท ATMEL อันเนื่องมาจากว่า MCS-51 ยุคหลังนี้ไม่เป็นที่นิยมในการใช้งาน และมีใช้งานแต่เฉพาะในสถาบันการศึกษา เนื่องจากการออกออกแบบวงจรที่ค่อนข้างยุ่งยาก และต้องอาศัยการต่ออุปกรณ์ร่วมเยอะนั้นเอง ดังนั้น AVR จึงเข้ามาเป็นที่นิยมในการใช้งานนี้ โดยคุณสมบัติหลักที่น่าสนใจคือสามารถเชื่อมต่อผ่าน USB ได้โดยตรง ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ยุคเก่าทำได้โดยต่อผ่านพอร์ต RS-232 แต่เนื่องด้วยคอมพิวเตอร์ยุคใหม่ พอร์ต RS-232 เริ่มหายาก ดังนั้น AVR จึงได้รับความนิยมมากขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR และการต่อใช้งาน AVR ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ

รูปที่ 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR [8]

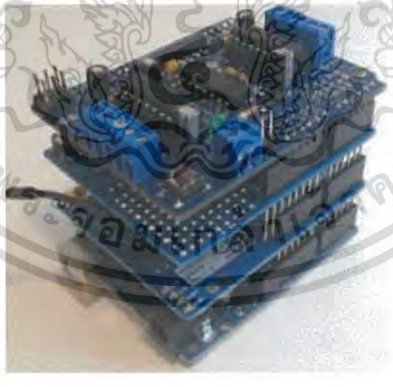
รูปที่ 2.3 การต่อใช้งาน AVR [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 Arduino

Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดแบบสำเร็จรูปในยุคปัจจุบัน ซึ่งถูกสร้างมาจาก Controller ตระกูล ARM ของ ATMEL ข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดคือเรื่องของ Open Source ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นอุปกรณ์ต่างๆ ได้ และความสามารถในการเพิ่ม Boot Loader เข้าไปที่ตัว ARM จึงทำให้การ Upload Code เข้าตัวบอร์ดสามารถทำได้ง่ายขึ้น และยังมีการพัฒนา Software ที่ใช้ในการควบคุมตัวบอร์ดของ Arduino มีลักษณะเป็นภาษา C++ ที่ผู้เขียนโปรแกรมมีความคุ้นเคยในการใช้งาน ตัวบอร์ดสามารถนำโมดูลมาต่อเพิ่มซึ่งทาง Arduino เรียกว่าเป็น shield เพื่อเพิ่มความสามารถให้มากขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และตัวอย่างการใช้งาน Arduino บน Shield สำเร็จรูป ได้แสดงในรูปที่ 2.4 และ 2.5 ตามลำดับ

รูปที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino [8]

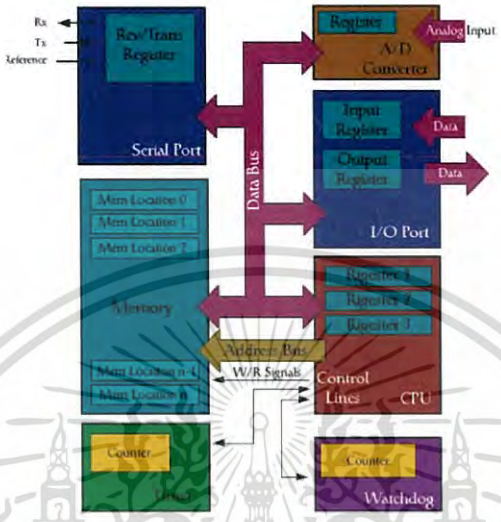


รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการต่อใช้งาน Arduino บน Shield สำเร็จรูป [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 หน้าที่ส่วนต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 2.6 แสดงหน้าที่ส่วนต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งโครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.6 หน้าที่ส่วนต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ [8]

2.1.4.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)

หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าโปรเซสเซอร์ (Processor) หรือ ชิป (chip) นับเป็นอุปกรณ์ ที่มีความสำคัญมากที่สุดของฮาร์ดแวร์เพราะมีหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาทางอุปกรณ์อินพุตตามชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่ผู้ใช้ต้องการใช้งาน หน่วยประมวลผลกลาง ประกอบด้วยส่วนประสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. หน่วยคำนวณและตรรกะ (Arithmetic & Logical Unit : ALU)

หน่วยคำนวณตรรกะ ทำหน้าที่เหมือนกับเครื่องคำนวณอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทำงานเกี่ยวข้องกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร นอกจากนี้หน่วยคำนวณและตรรกะของคอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถอีกอย่างหนึ่งที่เครื่องคำนวณธรรมดาไม่มีคือความสามารถในเชิงตรรกะศาสตร์หมายถึงความสามารถในการเปรียบเทียบตามเงื่อนไขและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบออกมาว่าเงื่อนไข นั้นเป็น จริง หรือ เท็จ เช่น เปรียบเทียบว่ามากว่า น้อยกว่า เท่ากัน ไม่เท่ากัน ของจำนวน 2 จำนวน เป็นต้น ซึ่งการเปรียบเทียบนี้มักจะใช้ในการเลือกทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าจะทำตามคำสั่งใดของโปรแกรมเป็นคำสั่งต่อไป

2. หน่วยควบคุม (Control Unit)

หน่วยควบคุมทำหน้าที่ควบคุมลำดับขั้นตอนการการประมวลผลและการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในหน่วยประมวลผลกลาง และรวมไปถึงการประสานงานในการทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล อุปกรณ์แสดงผล และหน่วยความจำสำรองด้วย เมื่อผู้ใช้ต้องการประมวลผลตามชุดคำสั่งใด ผู้ใช้จะต้องส่งข้อมูลและชุดคำสั่งนั้นๆ เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เสียก่อน โดยข้อมูลและชุดคำสั่งดังกล่าวจะถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำหลักก่อน จากนั้นหน่วยควบคุมจะดึงคำสั่งจากชุดคำสั่งที่มีอยู่ในหน่วยความจำหลักออกมาทีละคำสั่งเพื่อทำการแปลความหมายว่าคำสั่งดังกล่าวสั่งให้ฮาร์ดแวร์ส่วนใดทำงานอะไรกับข้อมูลตัวใด เมื่อทราบความหมายของคำสั่งนั้นแล้วหน่วยควบคุมก็จะส่งสัญญาณคำสั่งไปยังฮาร์ดแวร์ส่วนที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลดังกล่าวให้ทำตามคำสั่งนั้น ๆ เช่นถ้าคำสั่งที่เข้ามานั้นเป็นคำสั่งเกี่ยวกับการคำนวณหน่วยควบคุมจะส่งสัญญาณคำสั่งไปยังหน่วยคำนวณและตรรกะให้ทำงานหน่วยคำนวณและตรรกะก็จะไปทำการดึงข้อมูลจากหน่วยความจำหลักเข้ามาประมวลผลตามคำสั่งแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปแสดงยังอุปกรณ์แสดงผล หน่วยควบคุมจึงจะส่งสัญญาณคำสั่งไปยังอุปกรณ์แสดงผลลัพธ์ที่กำหนดให้ดึงข้อมูลจากหน่วยความจำหลักออกไปแสดงให้เห็นผลลัพธ์ดังกล่าวอีกต่อหนึ่ง

3. หน่วยความจำหลัก (Main Memory)

คอมพิวเตอร์จะสามารถทำงานได้เมื่อมีข้อมูลและชุดคำสั่งที่ใช้ในการประมวลผลอยู่ในหน่วยความจำหลักเรียบร้อยแล้วเท่านั้น และหลักจากทำการประมวลผลข้อมูลตามชุดคำสั่งเรียบร้อยแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำหลัก และก่อนจะถูกนำออกไปแสดงที่อุปกรณ์แสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.2 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เช่น Flash Memory ลักษณะการทำงานของหน่วยความจำนี้ เป็นหน่วยความจำที่อ่าน-เขียนได้ด้วยไฟฟ้า เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกับกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ในการทำงานข้อมูลจะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไปแต่สำหรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงในอดีตเป็นหน่วยความจำโปรแกรมแบบ EPROM หน่วยความจำที่ลบด้วยแสง

2.1.4.3 ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port)

ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port)มี 2 ลักษณะคือพอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมากพอร์ตอินพุตรับสัญญาณเพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปแสดงผลที่พอร์ตเอาต์พุต เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

2.1.4.4 ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS)

ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกานับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูงจังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

2.1.4.6 Arduino Mega 2560 R3

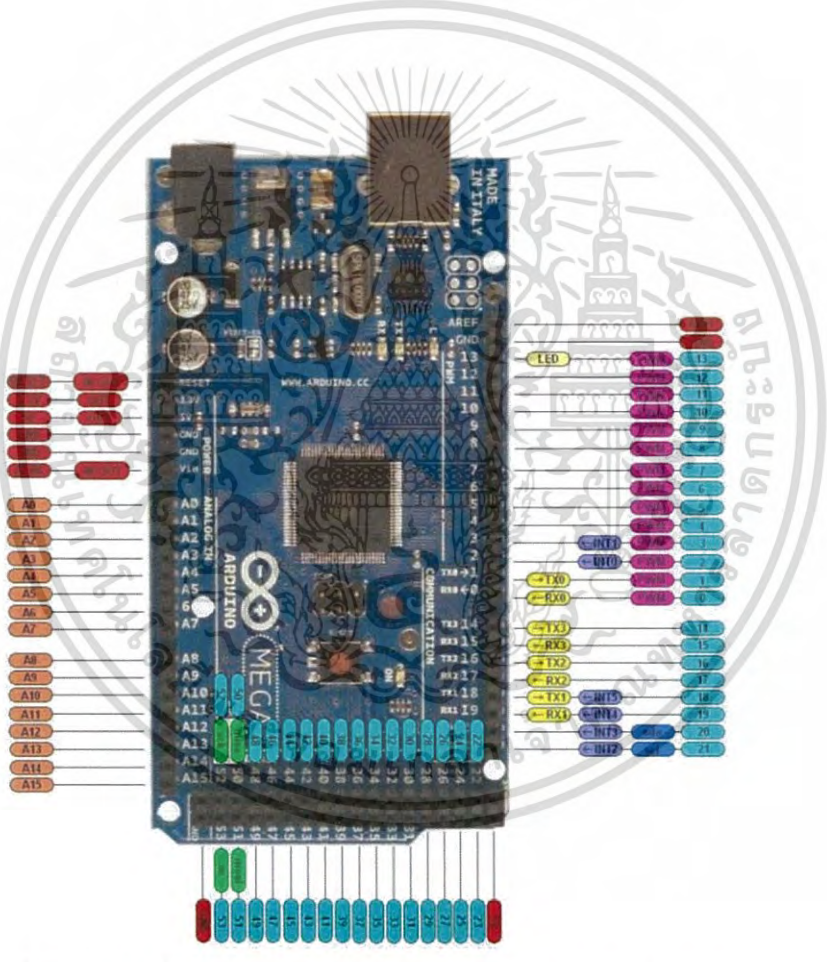
บอร์ด Arduino Mega 2560 จะเหมือนกับ Arduino Mega ADK ต่างกันตรงที่บนบอร์ดไม่มี USB Host มาให้ การโปรแกรมยังต้องทำผ่านโปรโตคอล UART อยู่บนบอร์ดใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ ATmega2560 เป็นบอร์ด Arduinoที่ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องใช้ IO มากกว่า Arduino Uno R3 เช่นงานที่ต้องการรับสัญญาณจาก Sensor หรือควบคุมมอเตอร์ Servo หลายๆตัว ทำให้ Pin IO ของบอร์ด Arduino Uno R3 ไม่สามารถรองรับได้ ทั้งนี้บอร์ด Mega 2560 R3 ยังมีหน่วยความจำแบบ Flash มากกว่า Arduino Uno R3 ทำให้สามารถเขียนโค้ดโปรแกรมเข้าไปได้มากกว่า ในความเร็วของ MCU ที่เท่ากันไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 R3 และหน้าที่ของขาต่างๆ บนบอร์ด Arduino Mega 2560 R3 ได้แสดงในรูปที่ 2.7 และ 2.8 ตามลำดับ

ข้อมูลจำเพาะ

- ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ ATmega 2560 ใช้แรงดันไฟฟ้า 5 V
- รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ) 7 – 12 V
- รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด) 6 – 20 V
- พอร์ต Digital I/O 54 พอร์ต (มี 15 พอร์ต PWM output)
- พอร์ต Analog Input 16 พอร์ต
- กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต 40 mA
- กระแสไปที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V 50 mA
- พื้นที่โปรแกรมภายใน 256 KB แต่ 8 KB ถูกใช้โดย Boot Loader
- พื้นที่แรม 8 KB พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM) 4 KB
- ความถี่คริสตัล 16 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 R3 [8]



รูปที่ 2.8 หน้าที่ของขาต่างๆ บนบอร์ด Arduino Mega 2560 R3 [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หน้าจอสัมผัส (Touch Screen)

หน้าจอสัมผัส (touchscreen) เป็นรูปแบบหนึ่งของอุปกรณ์แสดงผลและนำเข้าข้อมูลที่ผสมร่วมกัน เพื่อลดขนาดพื้นที่การใช้งาน โดยโปรแกรมจะแสดงผลภาพกราฟิกบนจอภาพ และผู้ใช้สามารถใช้นิ้วมือสัมผัสบนจอภาพเพื่อเลือกรายการต่างๆ ทั้งที่อยู่ในลักษณะของรูปภาพ หรือข้อความก็ได้เพื่อสั่งงาน จอสัมผัสนิยมนำมาใช้ในลักษณะของงานที่ช่วยเหลือผู้ที่มีปัญหาการใช้อุปกรณ์นำเข้าแบบจับต้อง เช่น แป้นพิมพ์เมาส์ เป็นต้น

หน้าจอสัมผัสจะสามารถรู้ตำแหน่งที่เราสัมผัสได้นั้นจะต้องอาศัยระบบพื้นฐานซึ่งมี 3 ประเภท คือ

ตัวต้านทาน (resistive)

ระบบตัวต้านทานประกอบด้วย ช่องกระจกเคลือบด้วยตัวนำและตัวต้านทานโดยทั้งสองชั้นนี้ไม่ได้อยู่ติดกัน โดยมีตัวกั้นและชั้นตัวต้านทานที่ปรับค่าได้อยู่บนสุด ในขณะที่หน้าจอกำลังทำงานจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทั้งสองชั้น เมื่อผู้ใช้สัมผัสหน้าจอทำให้ชั้นทั้งสองชั้นสัมผัสกันตรงตำแหน่งที่เราสัมผัส ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน และถูกบันทึกไว้และคำนวณหาตำแหน่งโดยทันที เมื่อรู้ว่าสัมผัสตรงส่วนใดแล้วจะมีไดร์ฟเวอร์พิเศษที่ทำหน้าที่แปลการสัมผัสไปเป็นสัญญาณหรือรหัสส่งไปให้ระบบปฏิบัติการ

ตัวเก็บประจุ (capacitive)

ระบบตัวเก็บประจุจะเป็นชั้นที่ไว้สำหรับเก็บประจุไฟฟ้าซึ่งจะวางอยู่บนช่องกระจกของหน้าจอ เมื่อผู้ใช้สัมผัสหน้าจอ ประจุไฟฟ้าบางส่วนจะถูกส่งไปยังตัวผู้ใช้ทำให้ประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในตัวเก็บประจุลดลง การลดลงนี้จะเป็นตัวบอกตำแหน่งของการสัมผัสซึ่งจะมีวงจรที่คอยตรวจสอบอยู่ที่มุมของหน้าจอทั้งสี่มุม ต่อจากนั้นคอมพิวเตอร์จะคำนวณจากผลต่างของประจุไฟฟ้าในแต่ละมุม จนได้ตำแหน่งตรงที่ผู้ใช้สัมผัสแล้วจึงส่งไปให้ไดร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นเสียงที่ผิวของหน้าจอ (surface acoustic wave)

คลื่นเสียงบนหน้าจอของระบบคลื่นเสียงที่ผิวหน้าจอจะมีตัวรับ และส่งสัญญาณอยู่ตลอดแนวตั้งและแนวนอนของแผ่นกระจกของหน้าจอ และตัวตัวสะท้อนซึ่งจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ที่มาจากตัวส่งสัญญาณไปยังตัวอื่น ตัวรับสัญญาณจะเป็นตัวบอกถ้าคลื่นถูกรบกวนโดยการสัมผัสของผู้ใช้ และจะสามารถระบบตำแหน่งที่สัมผัสได้ การใช้ระบบคลื่นทำให้หน้าจอสามารถแสดงภาพได้อย่างชัดเจนมากกว่าทั้งสองระบบข้างต้น

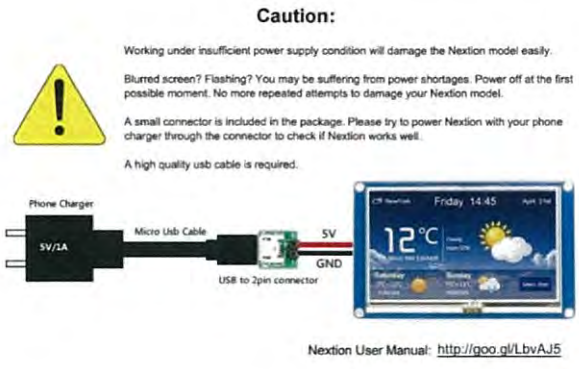
ในระบบอื่นๆ สิ่งที่จะแตกต่างกันไปคือตัวที่คอยตรวจสอบการสัมผัสของผู้ใช้ ถ้าเป็นระบบตัวต้านทานที่มีชั้นสองชั้นและระบุตำแหน่งจากการกระทบกันของชั้นนั้น ผู้ใช้สามารถใช้นิ้วกดได้ ในระบบตัวเก็บประจุจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ โดยทั่วไปก็ใช้นิ้วของผู้ใช้เพื่อทำให้เกิดการไหลของประจุไฟเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่ง ส่วนในระบบคลื่นเสียงที่ผิวหน้าจอจะทำงานคล้ายกับในระบบตัวต้านทานการสัมผัสผู้ใช้สามารถใช้อะไรสัมผัสก็ได้ ยกเว้นปลายปากกาหรือวัสดุที่เล็กและแข็ง

หากพิจารณาในเรื่องของต้นทุน ระบบตัวต้านทานจะถูกที่สุดแต่ภาพที่แสดงบนหน้าจอจะไม่ชัดเจนเนื่องจากตัวต้านทานจะรับกระแสเพียง 75% เท่านั้น (ส่วนระบบตัวเก็บประจุจะสามารถกระจายแสงได้ 90%) และใช้วัสดุแหลมไม่ได้จะทำให้ระบบสัมผัสเสีย ส่วนหน้าจอของระบบคลื่นเสียงที่ผิวหน้าจอจะมีราคาสูงสุด

2.2.1 หน้าจอสัมผัส NEXTION รุ่น NX8048T043

หน้าจอสัมผัสนี้ประกอบด้วยส่วนฮาร์ดแวร์ (ชุดบอร์ด TFT) และซอฟต์แวร์ (ตัวแก้ไข Nextion) ส่วนบอร์ด Nextion TFT ใช้พอร์ตอนุกรมเพียงพอร์ตเดียวในการสื่อสาร ช่วยให้ผู้ใช้หลีกเลี่ยงปัญหาเรื่องจำนวนของสายไฟได้หน้าจอสัมผัสรุ่นนี้มีส่วนประกอบมากมายเช่นปุ่มข้อความแถบความคืบหน้าแถบเลื่อนแผงหน้าปัดเป็นต้นเพื่อเพิ่มการออกแบบส่วนติดต่อ นอกจากนี้ฟังก์ชันลากแล้วปล่อยช่วยให้มั่นใจได้ว่าผู้ใช้งานจะใช้เวลาในการเขียนโปรแกรมน้อยลงซึ่งจะช่วยลดภาระงานในการพัฒนา 99% หน้าจอสัมผัส NEXTION รุ่น NX8048T043 และส่วนประกอบต่างๆ ได้แสดงในรูปที่ 2.9 และ 2.10 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 หน้าจอสัมผัส NEXTION รุ่น NX8048T043 [4]

2.2.1.1 คุณสมบัติของหน้าจอสัมผัส NEXTION รุ่น NX8048T043

- จอแสดงผล LCD แบบ Resistive Touch ขนาด 4.3 นิ้ว
- สามารถใช้ร่วมกับ Raspberry Pi A +, B +, Raspberry Pi 2 และ Arduino
- ความละเอียด 480 x 272
- RGB 65k
- หน้าจอ TFT พร้อมแผงสัมผัสแบบรีซิสทีฟ 4 เส้นสำหรับ Raspberry Pi และ Arduino
- สามารถอินเตอร์เฟซ 4 พินไปยัง TTL Serial Host ต่างๆ สำหรับ Arduino
- หน่วยความจำแฟลช 16 เมกะไบต์
- บอร์ดไมโคร SD การ์ดสำหรับอัพเกรดเฟิร์มแวร์
- พื้นที่ภาพ95.04 มม. (ยาว) × 53.86 มม. (กว้าง)
- การใช้พลังงาน 5 โวลต์ หรือ 410 มิลลิแอมแปร์

รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบบนบอร์ดของหน้าจอสัมผัส NEXTION รุ่น NX8048T043 [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266

รูปที่ 2.11 โมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266 [15]

2.3.1 คุณสมบัติของโมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266

ESP8266 คือโมดูล Wi-Fi จากจีน ที่มีความพิเศษตรงที่ตัวมันสามารถโปรแกรมลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป โมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.11

ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (flash memory) ในตัวทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (external flash memory) ในการเก็บโปรแกรมที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ

ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V - 3.6V การนำไปใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์อื่นๆที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันมาช่วยเพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200mA ความถี่คริสตัล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น LCD ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยม Arduino มาก

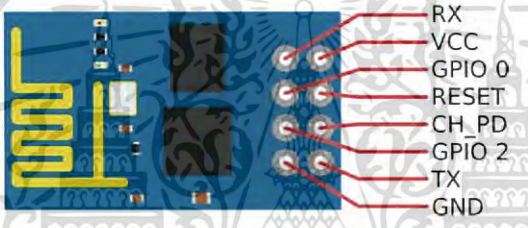
ขาของโมดูล ESP8266 แบ่งได้ดังนี้

- VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไปเข้าเพื่อให้โมดูลทำงานได้ ซึ่งแรงดันที่ใช้งานได้คือ 3.3 - 3.6V
- GND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Reset และ CH_PD (หรือ EN) เป็นขาที่ต้องต่อเข้าไฟ + เพื่อให้โมดูลสามารถทำงานได้ ทั้ง 2 ขานี้สามารถนำมาใช้รีเซ็ตโมดูลได้เหมือนกัน แตกต่างตรงที่ขา Reset สามารถลอยไว้ได้ แต่ขา CH_PD (หรือ EN) จำเป็นต้องต่อเข้าไป + เท่านั้น เมื่อขานี้ไม่ต่อเข้าไฟ + โมดูลจะไม่ทำงานทันที
- GPIO เป็นขาดิจิตอลอินพุต / เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3V
- GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เท่านั้น เพื่อให้โมดูลทำงานได้
- GPIO0 เป็นขาทำหรับการเลือกโหมดทำงาน หากนำขานี้ลง GND จะเข้าโหมดโปรแกรม หากลอยไว้ หรือนำเข้าไฟ + จะเข้าโหมดการทำงานปกติ
- ADC เป็นขาอนาล็อกอินพุต รับแรงดันได้สูงสุดที่ 1V ขนาด 10 บิต การนำไปใช้งานกับแรงดันที่สูงกว่าต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันเข้าช่วย

โมดูล มีการจัดขาตามรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ขาต่างๆ บนโมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266 [14]

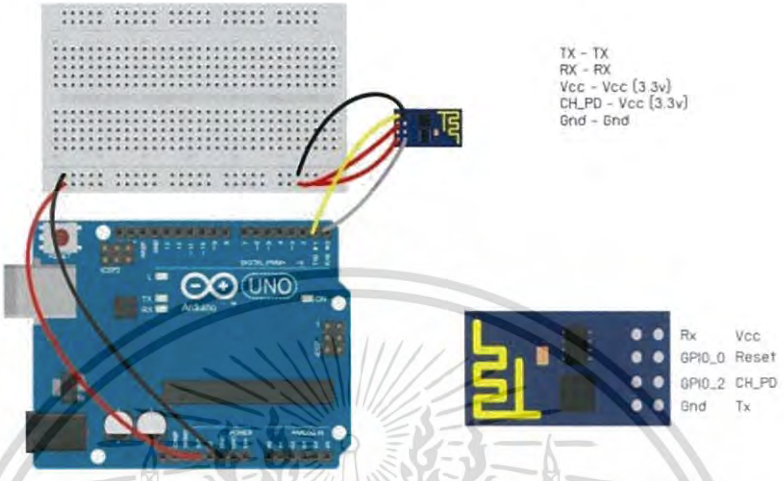
การต่อวงจรจากบอร์ด Wi-Fi Module ESP8266 ไปบอร์ด Arduino

- Vcc-3.3V
- Gnd-Gnd
- CH_PD-3.3V
- TX-TX (ขา 1)
- Rx-RX (ขา 0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม

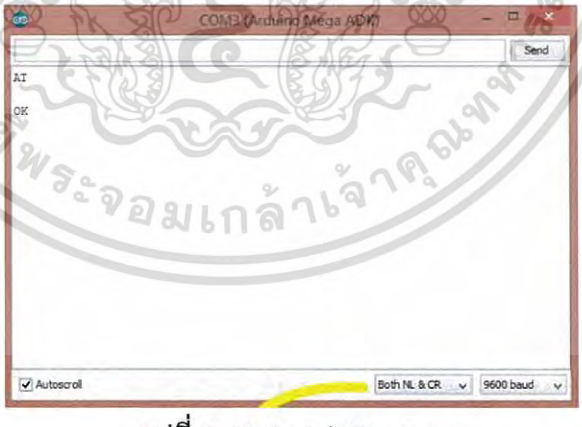
การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ ESP8266 สามารถทำได้ 2 วิธีคือควบคุมโดยใช้ AT Command และ Flash firmware ในการเขียนโปรแกรมครั้งนี้เราจะใช้วิธี AT Command โดยมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2.13 การต่อใช้งานโมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266 กับ บอร์ด Arduino

1.) ต่อ ESP8266 เข้ากับบอร์ด Arduino ตามรูปที่ 2.13 สิ่งที่ต้องระวังคือ ESP8266 ทำงานที่ระดับแรงดัน 3.3-3.6v เท่านั้น ถ้าต่อ 5v เข้าตัวอุปกรณ์จะเสียหายได้

2.) เปิดโปรแกรม Arduino IDE และเลือกตรง Serial Monitor เพราะต้องการติดต่อกับตัว ESP8266 ด้วย AT Command ผ่าน Serial ตามรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 Serial Monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) พิมพ์ AT แล้วกด Enter ไปแล้ว สิ่งที่เกิดขึ้นคือโปรแกรมจะตอบกลับมาคือคำว่า OK เพื่อเช็คว่าอุปกรณ์ของเราสามารถทำงานได้หรือไม่ สำหรับกรณีที่พิมพ์แล้วแต่ไม่มีอะไรเกิดขึ้นอันดับแรกให้ลองเปลี่ยน Baud rate ซึ่ง Firmware Version ใหม่ของ ESP8266 จะใช้ Baud rate อยู่ที่ 9600 ถึงตรงนี้ถ้าหากว่าพิมพ์ไปแล้วแต่ไม่มีข้อความเกิดขึ้นลองเช็คที่สาย ให้ดูว่า Tx Rx ต่อถูกต้องหรือไม่ การใช้ AT Command จะไม่ต่อ Tx Rx ไขว้กัน

4.) พิมพ์ AT + CWMODE=1 เป็นคำสั่งตั้งค่าให้ ESP8266 ทำงานในโหมด STA หรือ Station ซึ่งโหมดนี้จะสามารถสแกนหา Wi-Fi เชื่อมต่อ Wii และ เชื่อมต่อกับโฮสต์อื่นๆ ได้

5.) พิมพ์ AT + CWLAP เป็นคำสั่งที่เอาไว้ดูชื่อ Wi-Fi ต่างๆ ที่อยู่บริเวณรอบๆ ESP8266

6.) พิมพ์ AT+CWJAP=" SSIDWIFI","PASSWORD" คำสั่งนี้จะทำให้ ESP8266 ไปเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ที่เราต้องการ โดยที่ระบบการทำงานของการทำงานของโมดูล Wi-Fi ESP8266 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 ระบบการทำงานของโมดูล Wi-Fi ESP8266

2.4 บาร์โค้ด (Barcode)

บาร์โค้ด (barcode) หรือในภาษาไทยเรียกว่า "รหัสแท่ง" ประกอบด้วยเส้นมืด (มักจะเป็นสีดำ) และเส้นสว่าง (มักเป็นสีขาว) วางเรียงกันเป็นแนวดิ่ง เป็นรหัสแทนตัวเลขและตัวอักษร ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถอ่านรหัสข้อมูลได้ง่ายขึ้น โดยใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) ซึ่งจะทำงานได้รวดเร็วและช่วยลดความผิดพลาดในการคีย์ข้อมูลได้มาก บาร์โค้ดเริ่มกำเนิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ ค.ศ. 1950 โดยประเทศสหรัฐอเมริกาได้จัดตั้งคณะกรรมการเฉพาะกิจทางด้านพาณิชย์ขึ้นสำหรับค้นคว้ารหัสมาตรฐานและสัญลักษณ์ที่สามารถช่วยกิจการด้านอุตสาหกรรมและสามารถจัดพิมพ์ระบบบาร์โค้ดระบบ UPC-Uniform ขึ้นได้ในปี 1973 ต่อมาในปี 1975 กลุ่มประเทศยุโรปจัดตั้งคณะกรรมการด้านวิชาการเพื่อสร้างระบบบาร์โค้ดเรียกว่า EAN-European Article Numbering สมาคม EAN เติบโตครอบคลุมยุโรปและประเทศอื่นๆ (ยกเว้นอเมริกาเหนือ) และระบบบาร์โค้ด EAN เริ่มเข้ามาในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ.2530

โดยหลักการแล้วบาร์โค้ดจะถูกอ่านด้วยเครื่องสแกนเนอร์ จากนั้นจึงบันทึกข้อมูลเข้าไปเก็บในคอมพิวเตอร์โดยตรงไม่ต้องกดปุ่มที่แท่นพิมพ์ ทำให้มีความสะดวกรวดเร็วในการทำงานรวมถึงอ่านข้อมูลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เชื่อถือได้ และจะเห็นได้ชัดเจนว่าปัจจุบันระบบบาร์โค้ดเข้าไปมีบทบาทในทุกส่วนของอุตสาหกรรมการค้าขาย และการบริการที่ต้องใช้การบริหารจัดการข้อมูลจากฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ และปัจจุบันมีการประยุกต์การใช้งานบาร์โค้ดเข้ากับการใช้งานของMobile Computer ซึ่งสามารถพกพาได้สะดวก เพื่อทำการจัดเก็บแสดงผล ตรวจสอบ และประมวลในด้านอื่นๆ ได้ด้วย

บาร์โค้ดนั้นมีหลากหลายรูปแบบ โดยทั่วไปแล้วเราจะคุ้นเคยกับรูปแบบที่เป็นสัญลักษณ์ของรหัสแท่ง ที่ใช้ตามร้านขายของอุปโภคบริโภคทั่วไป หรือซุปเปอร์มาร์เกต แต่ในความเป็นจริงแล้วรูปสัญลักษณ์ของรหัสแท่งมีหลายรูปแบบ ซึ่งอาจจะแบ่งตามประเภทของอุตสาหกรรมหรือธุรกิจ เช่น ธุรกิจด้านสุขภาพ ด้านการผลิต หรือด้านธุรกิจขายปลีก ซึ่งรูปแบบสัญลักษณ์นี้อาจจะมีความเหมาะสมเฉพาะอุตสาหกรรมหรือธุรกิจที่แตกต่างกัน อาจจะไม่สามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้ ตัวอย่างการอ่านบาร์โค้ดได้แสดงในรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 ตัวอย่างการอ่านบาร์โค้ด [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 บาร์โค้ดแบบแท่ง

บาร์โค้ดจะมีลักษณะเป็นแท่งบาร์โค้ดในแนวนอนทั่วไปที่สามารถพบเห็นได้บนตัวสินค้าต่างๆ

ยูพีซี/อีเอเอ็น (UPC/EAN) ประเภทนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อใช้สำหรับการเก็บเงิน (check out) ยูพีซีเป็นรหัสแท่งที่มีความยาวของรหัสแท่งที่แน่นอน ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.17 และเป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดใช้ในธุรกิจขายปลีกและธุรกิจที่เกี่ยวกับอาหารเท่านั้น

รูปที่ 2.17 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิดยูพีซี/อีเอเอ็น [9]

EAN-8 เป็นบาร์โค้ดแบบ EAN ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ใช้หลักการคล้ายกันกับบาร์โค้ดแบบ EAN แต่จำนวนหลักน้อยกว่า ดังแสดงในรูปที่ 2.18 ข้อมูลตัวเลขในสัญลักษณ์บาร์โค้ดแบบ EAN-8 จะบ่งชี้ถึงผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ และเมื่อมีการใช้ EAN-8 มากขึ้นในหลายประเทศ จำนวนของตัวเลขที่นำมาใช้ซึ่งมีจำนวนจำกัดทำให้ไม่เพียงพอกับผู้ใช้จึงหันมา ใช้บาร์โค้ดแบบ EAN แทน

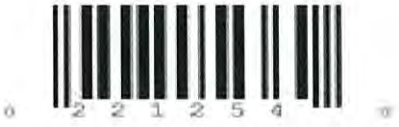
รูปที่ 2.18 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด EAN-8 [9]

UPC-A (Universal Product Code) พบมากในธุรกิจค้าปลีกทั่วไปของประเทศสหรัฐอเมริกา และ แคนนาดา รหัสบาร์โค้ดที่ใช้เป็นแบบ 12 หลักหลักที่ 1 เป็นหลักที่ระบุประเภทสินค้า และตัวที่ 12 เป็นหลักที่แสดงตัวเลขที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค้ด ดังแสดงในรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด UPC-A [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UPC-Eเป็นบาร์โค้ดแบบ UPC ที่เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ถูกพัฒนามาจากบาร์โค้ดแบบ UPC-A UPC-E สามารถพิมพ์ออกมาได้ขนาดเล็กมาก ไว้ใช้สำหรับป้ายขนาดเล็กที่ติดบนตัวสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด UPC-E [9]

Interleaved 2 of 5เป็นรหัสบาร์โค้ดที่ใช้ในระบบรับ-ส่งสินค้า รหัสบาร์โค้ดแบบนี้เหมาะสำหรับพิมพ์ลงบนกระดาษลูกฟูก มักใช้ในโกดังจัดเก็บสินค้า และอุตสาหกรรมต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.21 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิดInterleaved 2 of 5 [9]

Code 39 ที่นิยมใช้มากที่สุดในธุรกิจและอุตสาหกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับอาหาร โดยทั่วไปแล้วนิยมนำไปใช้งานด้านการจัดการสินค้าคงคลัง หรือการติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุดิบในโรงงานผลิตสินค้า ความยาวของรูปสัญลักษณ์แบบโค้ด 39 นี้ค่อนข้างยาวและอาจจะไม่เหมาะสมหากฉลากสินค้ามีพื้นที่จำกัดดังแสดงในรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.22 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด Code 39 [9]

Code 128 เนื่องจากโค้ด 39 เก็บข้อมูลที่เป็นตัวอักษรได้ค่อนข้างจำกัด ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาโค้ด 128 ขึ้นมาใช้งาน และเหมาะสมกับฉลากสินค้าที่มีพื้นที่จำกัด เพราะรหัสแท่งแบบโค้ด 128 นี้จะกะทัดรัดและดูแน่นกว่าโค้ด 39 โดยทั่วไปแล้วโค้ด 128 นิยมใช้ในอุตสาหกรรม การจัดส่งสินค้าซึ่งมีปัญหาด้านการพิมพ์ฉลาก ดังแสดงในรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.23 บาร์โค้ดแบบแท่งชนิด Code 128 [9]

2.4.2 บาร์โค้ด 2 มิติ

บาร์โค้ด 2 มิติสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอนจึงสามารถเก็บข้อมูลได้ในปริมาณที่มากกว่าเพราะสามารถขยายออกไปได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

PDF417 (Portable Data File) เป็นบาร์โค้ด 2 มิติ โดยสิ่งที่ทำให้รหัสแท่งแบบ PDF417 แตกต่างจากรหัสแท่งแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดก็คือข้อมูลที่เก็บอยู่ในรหัสแท่ง PDF417 จะเก็บข้อมูลเป็นลักษณะแฟ้มข้อมูลแทนที่จะเป็นข้อมูลตัวเลขอ้างอิง ส่วนมากจะนำไปใช้บนใบขับขี่ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลส่วนตัวของคุณได้มากมาย เช่นชื่อของคุณ รูปถ่าย บันทึกข้อหาที่คุณเคยฝ่าฝืนกฎจราจร และข้อมูลอื่น ๆ รูปสัญลักษณ์แบบ PDF417 ซึ่งมีขนาดเท่ากับแสตมป์ ดังแสดงในรูปที่ 2.24

รูปที่ 2.24 บาร์โค้ด 2 มิติชนิด PDF417 [9]

Data Matrix บาร์โค้ด 2 มิติแบบนี้ ลักษณะบาร์โค้ดมีทั้งรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมขาวดำ ส่วนใหญ่ใช้ในงานที่มีพื้นที่จำกัดและต้องการบาร์โค้ดขนาดเล็ก นิยมใช้เก็บข้อมูลสินค้า เช่น ชื่อสินค้า ราคาสินค้า เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ และชื่อเว็บไซต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.25

รูปที่ 2.25 บาร์โค้ด 2 มิติชนิด Data Matrix [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 หลักการอ่านรหัสแถบบาร์โค้ด

สำหรับการอ่านรหัสแถบบาร์โค้ดจะใช้หลักการพื้นที่สว่างจะสะท้อนได้มากกว่าพื้นที่มืด ดังนั้น เมื่อเครื่องอ่านกวาดไปบนรหัสแถบ ลำแสงที่ถูกปล่อยออกมาจากหัวอ่านจะสะท้อนกลับมามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับแสงที่กระทบนั้นไปกระทบที่แถบสีขาวหรือแถบสีดำ แสงที่สะท้อนกลับเหล่านั้นจะถูกดัดแปลง ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าโดยโฟโตไดโอดที่ติดอยู่ที่หัวอ่าน องค์ประกอบสำคัญของเครื่องอ่านรหัสแถบคือ ขนาดของลำแสงที่ส่งออกมานั้นจะต้องสัมพันธ์กับความละเอียดของแถบรหัส กล่าวคือ ขนาดต้องไม่ใหญ่ กว่าความกว้างของแถบสีดำ หรือ สีขาวที่แคบที่สุด ในทางปฏิบัติจะใช้จุดลำแสงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 0.2 มิลลิเมตร ส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งคือความยาวคลื่นแสงที่ใช้ โดยทั่วไปจะใช้แสงอินฟราเรด (Infrared) ที่มีความยาวคลื่นประมาณ 0.95 ไมครอน สำหรับอ่านแถบขาวดำ

2.4.4 ลักษณะของแถบรหัสบาร์โค้ด

ลักษณะของรหัสนั้นจะใช้พารามิเตอร์อยู่สองถึงสามตัว กล่าวคือ สิ่งแรก ดูว่ารหัสแถบนั้นเป็น ชนิด NRZ (Not return to zero) หรือว่าชนิดมอดูเลชัน (Modulation) ด้วยความกว้างในกรณีที่เป็น NRZ การรักษาระดับลอจิก ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนรหัสสัญญาณ กล่าวคือ ถ้าแถบสีขาวแทนเลข 0 จะ สามารถแทนเลข 0 หลายตัวที่อยู่ติดกันได้ด้วยแถบขาวยาว โดยไม่ต้องมีแถบดำสลับกันไป แต่กรณีที่รหัส เป็นแบบมอดูเลชันด้วยความกว้างนั้น จะกำหนดเองว่า 1 คือ แถบขาวหรือแถบดำที่กว้าง และ 0 คือ แถบ ขาวหรือแถบดำที่แคบ ดังนั้นการแทนตัวเลขสองตัวที่เหมือนกันและอยู่ติดกัน จะต้องมีการสับเปลี่ยน ตัวอย่าง เช่น เลข 0 สองตัวติดกันจะต้องแทนด้วยแถบขาวและแถบดำไม่ใช่แถบดำหรือแถบขาวสองแถบ ติดกัน เพราะจะทำให้กลายเป็นเลข 1 หนึ่งตัว ซึ่งไม่ใช่เลข 0 สองตัวตามที่ต้องการไป และมักเรียกรหัส แถบชนิดนี้ว่า เป็นรหัสสองระดับ (แคบ/กว้าง) ถัดไปรหัสเป็นชนิดต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง กล่าวคือ ใน ชนิดไม่ต่อเนื่องจะมีการแทรกช่องว่างระหว่างตัวอักษรดังนั้นรหัสแถบประเภทนี้จะค่อนข้างกินเนื้อที่มาก จึงได้นิยามความหนาแน่นของรหัสขึ้น โดยให้มันเท่ากับจำนวนตัวอักษรต่อความยาวหนึ่งหน่วย (นิ้วหรือ เซนติเมตร) ความหนาแน่นนี้จะแปรผันตรงกับความกว้างของแถบสีขาวและแถบสีดำทั้งชนิดกว้างและ แคบ พื้นที่ที่เป็นอักษรควบคุม และช่องไฟระหว่างตัวอักษร โดยทั่วไปแล้ว สำหรับรหัสที่มีความหนาแน่น สูง ความกว้างของแถบขาวหรือดำจะต่ำกว่า 0.009 นิ้ว ซึ่งจะให้ความหนาแน่นของตัวอักษรสูงกว่า 8 ตัวอักษรต่อนิ้ว และสำหรับความหนาแน่นขนาดกลาง ความกว้างของแถบดำหรือแถบขาวจะอยู่ระหว่าง 0.009 นิ้ว ถึง 0.020 นิ้ว ให้ความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 4 ถึง 8 ตัวอักษรต่อนิ้ว และสุดท้ายสำหรับกรณี ความหนาแน่นต่ำกว่า 4 ตัวอักษรต่อนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การคำนวณตัวเลขบนบาร์โค้ดแบบ EAN-13

รูปสัญลักษณ์ของรหัสแท่งประเภทนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อใช้สำหรับการเก็บเงิน (check out) ยูพีซีเป็นรหัสแท่งที่มีความยาวของรหัสแท่งที่แน่นอน ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และเป็นมาตรฐานฟที่ถูกกำหนดใช้ในธุรกิจขายปลีกและธุรกิจที่เกี่ยวกับอาหารเท่านั้น ยูพีซีถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้สามารถนำมาใช้งานกับมาตรฐาน รหัสสินค้าที่เป็นตัวเลข 12 หลักสำหรับธุรกิจด้านนี้ EAN-13(European Article Numbering international retail product code) เป็นแบบบาร์โค้ดที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในโลก โดยบาร์โค้ดประเภทนี้จะมีลักษณะเฉพาะของชุดตัวเลขจำนวน 13 หลัก ซึ่งมีความหมายดังนี้ และแสดงในรูปที่ 2.26

- หลักแรก คือ รหัสของประเทศที่กำหนดขึ้นมาเพื่อให้ผู้ผลิตได้ทำการลงทะเบียนได้ทำการผลิตจากประเทศไหน
- หลักถัดมา คือ รหัสโรงงานที่ผลิต
- 5 หลักถัดมา คือ รหัสของสินค้า
- ตัวเลขในหลักสุดท้ายจะเป็นตัวเลขตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค้ด (Check digit)

แม้ว่าบาร์โค้ดแบบ EAN-13 จะได้รับการยอมรับไปทั่วโลก แต่ในสหรัฐอเมริกาและแคนนาดาที่เป็นต้นกำเนิดบาร์โค้ดแบบ UPC-A ยังคงมีการใช้บาร์โค้ดแบบเดิม จนวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2005 หน่วยงาน Uniform Code Council ได้ประกาศให้ใช้บาร์โค้ดแบบ EAN-13 ไปพร้อมกับ UPC-A ที่ใช้อยู่เดิม การออกประกาศในครั้งนี้ทำให้ผู้ผลิตที่ต้องการส่งออกสินค้าไปยังสหรัฐอเมริกาและแคนาดาต้องใช้บาร์โค้ดทั้ง 2 แบบบนผลิตภัณฑ์ การคำนวนตัวเลขตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค้ดแบบ EAN-13 (Check digit Calculation) มีขั้นตอนดังนี้

1.) นำตัวเลขในตำแหน่งคู่ (หลักที่ 2,4,6,8,10,12)มารวมกัน แล้วคูณด้วย 3

2.) นำตัวเลขในตำแหน่งคี่ (หลักที่ 1,3,5,7,9,11)มารวมกัน

3.) นำผลลัพธ์จากข้อ 1 และ 2 มารวมกัน

4.) นำผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 3 ทำการ MOD ด้วย 10 จะได้เป็นตัวเลข (Check digit) ที่จะต้องแสดงในหลักที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.26 ความหมายของแถบบาร์โค้ด EAN-13 แถบต่างๆ [9]

2.5 เครื่องอ่านบาร์โคด (Barcode Reader)

รูปที่ 2.27 เครื่องอ่านบาร์โค้ด [10]

เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) ดังแสดงในรูปที่ 2.27 เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่นำข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกันกับคีย์บอร์ด แต่มีคุณสมบัติเพิ่มเติมคือความสามารถในการอ่านบาร์โค้ดแล้วนำไปประมวลผลเป็นข้อมูลที่สามารถเข้าใจได้ด้วยคอมพิวเตอร์ก่อนส่งต่อให้กับระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องของความรวดเร็วและแม่นยำในการทำงาน แทนการใช้แรงงานคนในการพิมพ์ข้อมูลเข้าสู่ระบบทีละตัวอักษรซึ่งสามารถเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายและมีความล่าช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเลือกใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ดจำเป็นจะต้องพิจารณาถึงรูปแบบของข้อมูลบาร์โค้ดที่เราจะนำเครื่องอ่านไปใช้งานด้วย บาร์โค้ดจะมีอยู่ 2 แบบ คือบาร์โค้ดในแบบ 1 มิติและ บาร์โค้ดในแบบ 2 มิติโดยบาร์โค้ดในแบบ 1มิติจะมีลักษณะเป็นแท่งบาร์โค้ดในแนวนอนทั่วไปที่เราสามารถพบเห็นได้บนตัวสินค้าต่างๆ ซึ่งบาร์โค้ดในแบบ 1มิติ นั้นมีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณการเก็บข้อมูลในแท่งของบาร์โค้ดเนื่องจากข้อมูลจะถูกบันทึกขยายออกไปในแนวนอนกว้างขึ้นเรื่อยๆ ตามปริมาณข้อมูล จนถึงในอัตราส่วนที่เครื่องอ่านไม่สามารถอ่านได้ครอบคลุม จึงเหมาะกับการใช้ในงานทั่วๆ ไปที่ไม่มีความจำเป็นในการเก็บข้อมูลปริมาณมาก เช่น การเก็บตัวเลขรหัสสินค้า หรือการเก็บหมายเลขเครื่อง Serial Number

บาร์โค้ดแบบ 2 มิติจะถูกนำมาใช้ทดแทนข้อด้อยของบาร์โค้ดในแบบ1 มิติคือบาร์โค้ดแบบ 2 มิตินั้นสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอนจึงสามารถเก็บข้อมูลได้ในปริมาณที่มากกว่าเพราะสามารถขยายออกไปได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

ดังนั้นในการเลือกซื้อเครื่องอ่านบาร์โค้ดจึงต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของเครื่องอ่านบาร์โค้ดด้วยว่าจะสามารถอ่านบาร์โค้ดที่ติดอยู่บนสินค้าของผู้ใช้ได้หรือไม่ซึ่งนอกจากจะต้องคำนึงถึงลักษณะของบาร์โค้ดที่ใช้แล้วนั้น เครื่องอ่านบาร์โค้ดยังสามารถแบ่งได้ตามชนิดของหัวอ่าน คือ CCD, Laser, Omni-directional และ Imager โดยจะมีข้อแตกต่างในการใช้งาน ดังต่อไปนี้

2.5.1 CCD Scanner

รูปที่ 2.28 ส่วนประกอบและลักษณะของ CCD Scanner [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CCD Scannerจะเป็นเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่มีลักษณะเป็นตัวปืน มีข้อดีในการใช้งานกลางแจ้ง บริเวณที่มีแสงสว่างมากๆ แต่ข้อเสียก็คือการยิงบาร์โค้ดด้วยเครื่องอ่านชนิดนี้จำเป็นต้องใช้กับบาร์โค้ดที่มีลักษณะพื้นผิวแบนเรียบเท่านั้น จำเป็นต้องยิงในระยะที่ไม่ห่างจากตัวบาร์โค้ดมากเกิน 1 นิ้ว และไม่สามารถอ่านบาร์โค้ดที่กว้างกว่าผิวหน้านำเข้าของตัวเครื่องได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.28

2.5.2 Laser Scanner

รูปที่ 2.29 Laser Scanner [10]

Laser Scannerเป็นเครื่องอ่านบาร์โค้ดที่มีทั้งแบบพกพาติดตัวและการติดตั้งอยู่กับที่ มีข้อดีที่สามารถอ่านข้อมูลบาร์โค้ดในระยะที่ห่างจากตัวบาร์โค้ดได้พอสมควร การยิงจะใช้แสงเลเซอร์ยิงผ่านกระจกและไปตกกระทบที่ตัวบาร์โค้ดเพื่ออ่านข้อมูลจากแสงสะท้อนที่ย้อนกลับมาที่ตัวรับแสง ในการยิงจะเป็นการฉายแสงเลเซอร์ออกมาเป็นเส้นตรงเส้นเดียว มีขนาดเล็ก และความถี่เดียว แสงเลเซอร์จึงไม่กระจายออกไปนอกพื้นที่ที่ต้องการอ่านข้อมูลทำให้สามารถอ่านรหัสที่มีขนาดเล็กได้ดี นอกจากนี้ในหลายๆรุ่นยังสามารถตั้งให้ทำงานโดยอัตโนมัติได้เมื่อมีแถบบาร์โค้ดเคลื่อนผ่านหน้าหัวอ่าน โดยจะประยุกต์ใช้ร่วมกับขาตั้งเครื่องอ่านบาร์โค้ด ดังแสดงในรูปที่ 2.29

2.5.3 Omnidirectional Scanner

รูปที่ 2.30 Omnidirectional Scanner [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Omnidirectional Scanner เป็นเครื่องอ่านแบบเลเซอร์ ลักษณะการทำงานเหมือนกัน แต่มีการฉายแสงเลเซอร์ออกมาลายเส้นหลายทิศทาง มีลักษณะตัดกันไปมาเหมือนใยแมงมุม ซึ่งจะเหมาะกับการอ่านบาร์โค้ดบนสินค้าซึ่งไม่ได้มีการติดตำแหน่งของบาร์โค้ดในจุดเดียวกัน ซึ่งจะช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน แต่จะมีราคาที่สูงกว่าเครื่อง Laser Scanner จึงมักนิยมใช้ในซุปเปอร์มาร์เก็ต หรือห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 2.30

2.5.4 Imager Scanner

รูปที่ 2.31 Imager Scanner [10]

Imager Scanner เป็นเครื่องอ่านที่ใช้หลักการในการจับภาพของตัวบาร์โค้ด เช่นเดียวกันกับกล้องถ่ายรูป และใช้เทคนิคการประมวลผลภาพที่ทันสมัยในการถอดรหัสบาร์โค้ด สามารถอ่านบาร์โค้ดที่มีขนาดเล็กมากๆ ได้ และสามารถทำงานได้ในระยะห่างจากบาร์โค้ดมากยิ่งขึ้น แต่จะประมวลผลข้อมูลที่ช้ากว่าเครื่องอ่านแบบเลเซอร์อยู่เล็กน้อย

เครื่องอ่านบาร์โค้ดยังสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการเคลื่อนย้าย คือในบางรุ่นสามารถเคลื่อนย้ายเครื่องอ่านบาร์โค้ดได้แบบไร้สาย (wireless scanner) โดยมีการทำงานเหมือนโทรศัพท์ไร้สายภายในบ้าน, ในบางรุ่นเป็นเครื่องอ่านแบบมีสายที่ต้องประจำอยู่กับคอมพิวเตอร์แต่มีน้ำหนักเบาและสามารถขยับเคลื่อนย้ายเพื่อใช้งานได้ตามความต้องการเป็นเครื่องอ่านที่มีลักษณะเป็นรูปปืนที่มีปุ่มยิง และในบางรุ่นเป็นเครื่องอ่านชนิดตั้งโต๊ะติดอยู่กับที่ ในการทำงานไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้แต่จะทำการยิงโดยอัตโนมัติเมื่อมีบาร์โค้ดผ่านหัวอ่าน ดังแสดงในรูปที่ 2.31

2.5.5 หลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

ก่อนจะมีการนำรหัสบาร์โค้ดมาใช้กันอย่างแพร่หลายร้านค้าปลีกและโรงงานต่างๆ ต้องใช้พนักงานป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ลงบัญชีทุกครั้งที่มีการรับของและจำหน่ายออก ตลอดจนใช้พนักงานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเดินนับสินค้าในโกดัง จากนั้นนำมาหักลบกับยอดขายเพื่อทำบัญชีในการคำนวณสินค้าคงเหลือ มีขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน สิ้นเปลืองทั้งเวลาและแรงงานคน ทั้งมีโอกาสเกิดความผิดพลาดหรือการทุจริตได้ง่าย ในปัจจุบันการตรวจรหัสสินค้าด้วยเครื่องอ่านบาร์โค้ดให้ประโยชน์มาก เพราะความสะดวกในการเช็คยอดขายและส่งข้อมูลตัดสต็อกสินค้าโดยอัตโนมัติ ทำให้เป็นที่นิยมในร้านสะดวกซื้อทั่วไป ร้านอาหาร ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล การขนส่งและโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

หลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด อธิบายขั้นตอนได้ง่ายๆ ดังนี้

1.) แหล่งกำเนิดแสงของเครื่องอ่านจะฉายแสงลงบนแท่งบาร์โค้ด กวาดแสงอ่านผ่านแท่งบาร์โค้ด การอ่านรหัสแถบบาร์โค้ด โดยทั่วไปนิยมใช้แสงอินฟราเรดอ่านแถบขาวสลับดำ ลำแสงที่ปล่อยออกมาจากหัวอ่านจะสะท้อนกลับจากพื้นสว่างได้มากกว่าพื้นมืด แสงสะท้อนกลับมาจากแท่งบาร์โค้ดมายังตัวรับแสง

2.) ภายในเครื่องอ่านจะมีอุปกรณ์เปลี่ยนแสงที่สะท้อนกลับมาให้กลายเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกับตารางบาร์โค้ดเพื่อถอดเป็นข้อมูล เช่น ตัวเลข ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ ซึ่งระบุชื่อสินค้าและอื่นๆ จากนั้นจะบันทึกข้อมูลในคอมพิวเตอร์โดยตรง โดยไม่ต้องกดปุ่มที่แป้นพิมพ์ สามารถอ่านข้อมูลอย่างถูกต้องแม่นยำและเชื่อถือได้

3.) ระบบการอ่านบาร์โค้ดแสดงผลทั้งการอ่านข้อมูลตามปกติ และการตรวจสอบความถูกต้องของแท่งบาร์โค้ด สำหรับขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้อง หากพบข้อผิดพลาดโปรแกรมจะทำการแก้ไขและอ่านบาร์โค้ดใหม่อีกครั้ง มีความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลตรวจสอบและประมวลได้อย่างแม่นยำมากขึ้น

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับรหัสแท่งมีส่วนสำคัญเพื่อให้ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะการอ่านข้อมูลที่อาศัยหลักการสะท้อนแสงย่อมมีข้อจำกัดเหมือนกัน เครื่องอ่านบาร์โค้ดทำให้ระบบเก็บบันทึกและบริหารจัดการข้อมูลแบบอัตโนมัติ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงาน ผู้ใช้ควรระวังไม่ใช้งานในพื้นที่เปียกชื้น เพราะความชื้นมีผลให้การอ่านข้อมูลผิดพลาด หากวัตถุที่ติดฉลากบาร์โค้ดเคลื่อนที่รวดเร็วจะทำให้อ่านข้อมูลได้ยากเช่นกัน หรือถ้ามีวัตถุสิ่งอื่นปิดบังแถบบาร์โค้ดจะทำให้อ่านข้อมูลไม่ได้ ระบบบาร์โค้ดเป็นมาตรฐานสากล มีความน่าเชื่อถือ หากใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมจะอำนวยความสะดวกและเกิดประโยชน์แก่ผู้ใช้งานมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 GUI

GUI ย่อมาจาก Graphical User Interface GUI (อ่านว่า จียูไอ หรือ กุย) คือการติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ภาพสัญลักษณ์ เป็นการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีการโต้ตอบกับผู้ใช้โดยการใช้ Icon รูปภาพ และสัญลักษณ์อื่นๆ เพื่อแทนลักษณะต่างๆ ของโปรแกรม แทนที่ผู้ใช้จะพิมพ์คำสั่งต่างในการทำงาน ช่วยทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้ง่าย และรวดเร็วขึ้นไม่จำเป็นต้องจดจำคำสั่งต่างๆของโปรแกรมมากนัก ถือเป็นวิธีการให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ให้ติดต่อสื่อสารกับระบบโดยผ่านทางภาพ เช่น ใช้เมาส์กดเลือก icon แทนการพิมพ์คำสั่งดังแต่ก่อน โดยเฉพาะในบางโปรแกรมที่มีคำสั่งมากๆ เช่น โปรแกรม Autocad ที่ใช้ในการวาดแบบ ซึ่งจะมีคำสั่งต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างรูปมากมาย ผู้ใช้สามารถใช้เม้าส์ (mouse) เลือกคำสั่งที่ต้องการจะวาดจาก Icons ที่ปรากฏในโปรแกรมและใช้งานได้เลย โดยไม่ต้องพิมพ์คำสั่งต่างๆ ทางแป้นพิมพ์ ช่วยทำให้เกิดความรวดเร็วในการทำงาน และไม่ต้องเสียเวลาในการเรียนรู้และจดจำคำสั่งที่ต้องการมากนัก เพียงดูจาก Icons ที่ปรากฏในโปรแกรมก็สามารถใช้งานได้ทันที ตัวอย่างโปรแกรมที่ช่วยออกแบบโปรแกรมที่ใช้ GUI เช่น Microsoft Visual Basic และ Nextion Editor เป็นต้น โปรแกรม Nextion Editor ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.32

รูปที่ 2.32 โปรแกรม Nextion Editor [4]

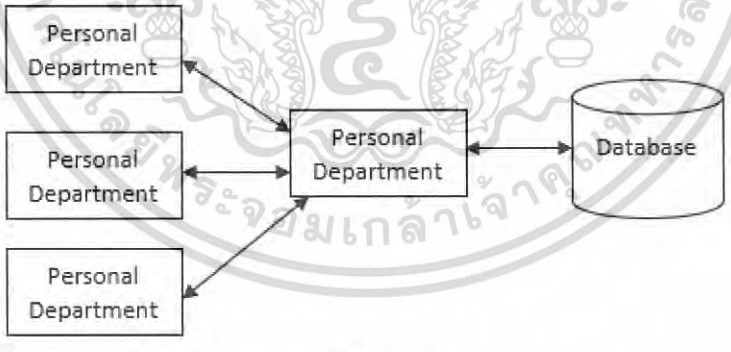
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะดำเนินงานใดๆ มนุษย์จะต้องเกี่ยวข้องกับข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่งเสมอ เช่น การติดต่อราชการที่จะต้องใช้ข้อมูลจากบัตรประชาชน หรือสำมะโนประชากร การติดต่อกับธนาคารที่จะต้องใช้ข้อมูลจากสมุดเงินฝาก เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทคโนโลยีของโลกได้พัฒนาขึ้นจนกระทั่งปัจจุบันที่มีการใช้คอมพิวเตอร์กันอย่างกว้างขวาง ข้อมูลในด้านต่างๆ ซึ่งอดีตจัดเก็บบนกระดาษได้ถูกนำมาจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์แทน โดยในยุคเริ่มต้นจะจัดเก็บข้อมูลต่างๆ อยู่ในแต่ละแฟ้มข้อมูล แต่เมื่อปริมาณข้อมูลมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งข้อมูลได้เปลี่ยนไปเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการแข่งขันทางธุรกิจ การจัดเก็บข้อมูลจึงได้เปลี่ยนไป และเกิดคำว่า “ฐานข้อมูล (Database)”ขึ้นแทน

2.7.1 ความหมายของระบบฐานข้อมูล (Database System)

การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบใหม่ที่เรียกว่า “ฐานข้อมูล (Database)” นั้นจะแตกต่างจากการเก็บข้อมูลแบบแฟ้มข้อมูล เนื่องจากฐานข้อมูลเป็นการนำเอาข้อมูลต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งแต่เดิมจัดเก็บอยู่ในแต่ละแฟ้มข้อมูลมาจัดเก็บไว้ในที่เดียวกัน เช่น ข้อมูลพนักงาน สินค้าคงคลัง พนักงานขายและลูกค้า ซึ่งเดิมถูกจัดเก็บในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลของฝ่ายต่างๆ ได้ถูกนำมาจัดเก็บรวมกันไว้ในฐานข้อมูลเดียว ซึ่งเป็นฐานข้อมูลรวมของบริษัท ดังแสดงในรูปที่ 2.33 ส่งผลให้แต่ละฝ่ายสามารถใช้ข้อมูลร่วมกัน และสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบแฟ้มข้อมูลได้



รูปที่ 2.33 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

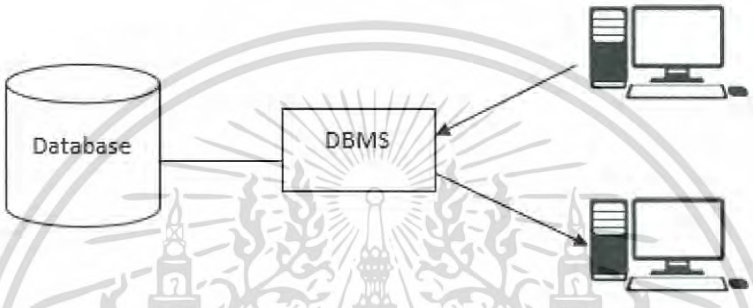
2.7.2 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล (Database System) โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับ 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้

2.7.2.1 ข้อมูล (Data)

ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลไปจนถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่อย่างเช่น เครื่องเมนเฟรม ข้อมูลในแต่ละส่วนจะต้องสามารถนำมาใช้ประกอบกันได้ (Data Integrated)

นอกจากนั้น ในเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีผู้ใช้จำนวนมาก ข้อมูลในฐานข้อมูลจะต้องสามารถถูกใช้ร่วมกัน (Data Sharing) จากผู้ใช้หลายๆ คนได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 ข้อมูลในฐานข้อมูลที่ถูกใช้ร่วมกันจากผู้ใช้หลายๆคน

2.7.2.2 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

อุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ที่มีส่นเกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูล จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆดังนี้

1.) หน่วยความจำสำรอง

หน่วยความจำสำรอง เป็นอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้จัดเก็บข้อมูลของฐานข้อมูล ดังนั้นสิ่งที่ควรคำนึงถึงสำหรับอุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่ ความจุของหน่วยความจำสำรองที่นำมาใช้จัดเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลนั้น

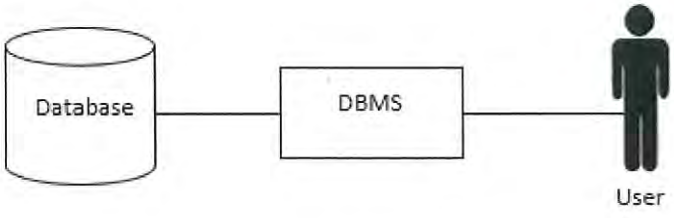
2.) หน่วยประมวลผล และหน่วยความจำหลัก

หน่วยประมวลผล และหน่วยความจำหลัก เป็นอุปกรณ์ที่จะต้องทำงานร่มกัน เพื่อนำข้อมูลจากฐานข้อมูลขึ้นมาประมวลผลตามคำสั่งที่กำหนด ดังนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงสำหรับอุปกรณ์ในส่วนนี้จึงได้แก่ ความเร็วของหน่วยประมวลผล และขนาดของหน่วยความจำหลักของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ประมวลร่วมกับฐานข้อมูลนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.3 ซอฟท์แวร์ (Software)

ในการติดต่อกับข้อมูลภายในฐานข้อมูลของผู้ใช้ จะต้องกระทำผ่านโปรแกรมที่มีชื่อว่าโปรแกรม Database Management System (DBMS) ดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 การติดต่อกับข้อมูลภายในฐานข้อมูลของผู้ใช้ โดยใช้โปรแกรม Database Management System (DBMS)

หน้าที่หลักของโปรแกรม DBMS ได้แก่ การทำให้การเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล เป็นอิสระจากส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง โปรแกรม DBMS จะมีหน้าที่ในการจัดการและควบคุมความถูกต้อง ความซ้ำซ้อน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ ภายในฐานข้อมูลแทนผู้เขียนโปรแกรม ส่งผลให้ผู้ใช้สามารถจะเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลได้โดยไม่จำเป็นที่จะต้องทราบถึงโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูลในระดับที่ลึกเช่นเดียวกับผู้เขียนโปรแกรม เนื่องจากโปรแกรม DBMS นี่จะมีส่วนของ Query Language ซึ่งเป็นภาษาที่ประกอบด้วยคำสั่งต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการ และเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล ซึ่งสามารถนำไปใช้ร่วมกับภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆ เพื่อพัฒนาเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลมาประมวลผล

2.7.2.4 ผู้ใช้งานระบบฐานข้อมูล (User)

ผู้ที่เรียกใช้ข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลมาใช้งาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1.) Application Programmer ได้แก่ ผู้ที่ทำหน้าที่พัฒนาโปรแกรม

2.) End User ได้แก่ ผู้ที่เรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลไปใช้งาน

3.) Database Administrator (DBA) ได้แก่ ผู้ดูแลโครงสร้างฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 PHP

PHP เป็นภาษาจำพวก scripting language คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่าสคริปต์ (script) และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปลชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปก็เช่น JavaScriptและPerl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่ง ที่ช่วยให้เราสามารถสร้างเอกสารแบบ Dynamic HTML ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สมมุติว่าเราต้องการจะแสดงวันเวลาปัจจุบันที่ผู้เข้ามาเยี่ยมชมเว็บไซต์ในขณะนั้นในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งภายในเอกสาร HTML ที่เราต้องการอาจจะใช้คำสั่งในรูปแบบนี้ เช่น อนุมัติก่อนที่จะส่งไปยังผู้อ่านอีกทีหนึ่งอาจจะกล่าวได้ว่า PHP ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแทนที่ SSI รูปแบบเดิมๆ โดยให้มีความสามารถ และมีส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องมือชนิดอื่นมากขึ้น เช่น ติดต่อกับคลังข้อมูลหรือ database เป็นต้น

PHP ได้รับการเผยแพร่เป็นครั้งแรกในปีค.ศ.1994 จากนั้นก็มีการพัฒนาต่อมาตามลำดับเป็นเวอร์ชั่น 1 ในปี 1995 เวอร์ชั่น 2 (ตอนนั้นใช้ชื่อว่า PHP/FI) ในช่วงระหว่าง 1995-1997 และเวอร์ชั่น 3 ช่วง 1997 ถึง 1999 จนถึงเวอร์ชั่น 4 ในปัจจุบัน

PHP เป็นผลงานที่เติบโตมาจากกลุ่มของนักพัฒนาในเชิงเปิดเผยรหัสต้นฉบับ หรือ open source ดังนั้น PHP จึงมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Linux หรือ FreeBSD เป็นต้น ในปัจจุบัน PHP สามารถใช้ร่วมกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) หลายๆตัวบนระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Windows 95/98/NT เป็นต้น

รายชื่อของนักพัฒนาภาษา PHP ที่เป็นแก่นสำคัญในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

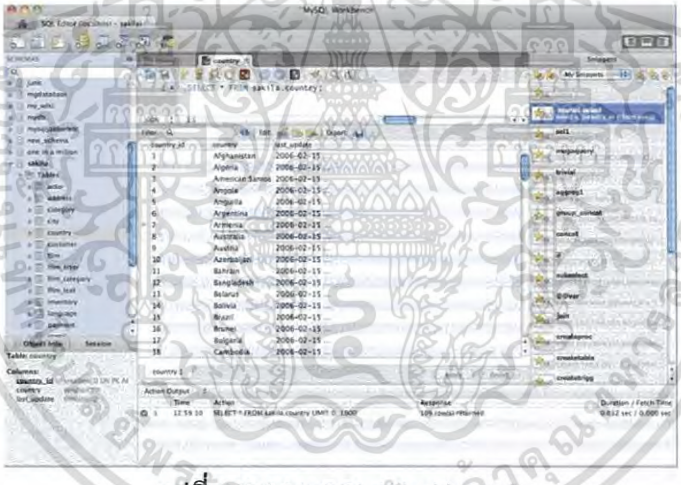
- Andi Gutmans, Israel
- Shane Caraveo, Florida USA
- Stig Bakken, Norway
- Andrey Zmievski, Nebraska USA
- Sascha Schumann, Dortmund, Germany
- Thies C. Arntzen, Hamburg, Germany
- Jim Winstead, Los Angeles, USA
- Rasmus Lerdorf, North Carolina, US

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากว่า PHP ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) ดังนั้นถ้าจะใช้ PHP ก็จะต้องดูก่อนว่าเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) นั้นสามารถใช้สคริปต์ PHP ได้หรือไม่ ยกตัวอย่างเช่น PHP สามารถใช้ได้กับ และ Personal Web Server (PWP) สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows 95/98/NT

ในกรณีของ Apache เราสามารถใช้ PHP ได้สองรูปแบบคือ ในลักษณะของ CGI และ Apache Module ความแตกต่างอยู่ตรงที่ว่า ถ้าใช้ PHP เป็นแบบโมดูล PHP จะเป็นส่วนหนึ่งของ Apache หรือเป็นส่วนขยายในการทำงานนั่นเอง ซึ่งจะทำงานได้เร็วกว่าแบบที่เป็น CGI เพราะว่า ถ้าเป็น CGI แล้ว ตัวแปลชุดคำสั่งของ PHP ถือว่าเป็นแค่โปรแกรมภายนอก ซึ่ง Apache จะต้องเรียกขึ้นมาทำงานทุกครั้ง ที่ต้องการใช้ PHP ดังนั้นในเรื่องของประสิทธิภาพในการทำงานการใช้ PHP แบบที่เป็นโมดูลหนึ่งของ Apache จะทำงานได้มีประสิทธิภาพมากกว่า

2.9 MySQL



รูปที่ 2.36 MySQL Workbench

2.9.1 ประวัติโดยย่อและความเป็นมาของ SQL

SQL จัดเป็นภาษามาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ซึ่งเป็นภาษาที่สามารถนำไปใช้งานได้ในคอมพิวเตอร์หลายระดับด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นเมนเฟรมคอมพิวเตอร์จนถึงไมโครคอมพิวเตอร์จนถึงไมโครคอมพิวเตอร์ ดังนั้นปัจจุบันจะมีผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ระบบจัดการฐานข้อมูลที่ล้วนแต่สนับสนุนคำสั่ง SQL ทั้งสิ้น MySQL Workbench ได้แสดงในรูปที่ 2.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษา SQL ถูกพัฒนาขึ้นจากแนวคิดทางคณิตศาสตร์ คือ Relational Algebra และ Relation Calculus ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของเทคโนโลยีฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ E.F. Codd เป็นผู้คิดค้นขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1970 และต่อมาทางบริษัท BMI ได้เริ่มพัฒนางานวิจัยเมื่อปี ค.ศ. 1974 โดยใช้ชื่อว่า "Structure English Query Language" หรือ SEQUEL (อ่านว่า ซี-ควอล) จากนั้นจึงได้ปรับปรุงเวอร์ชั่นเป็น SEQUEL/2 เมื่อปีค.ศ. 1970 และต่อมาก็ได้เปลี่ยนชื่อมาเป็น SQL (S-Q-L) อันเนื่องมาจากคำย่อคำเดิมนั้นไปซ้ำกับผลิตภัณฑ์ทางการค้าของเจ้าอื่นที่ใช้มาก่อน ดังนั้นปัจจุบันอาจจะได้ยินชื่อจากคนบางกลุ่มที่มักเรียกชุดคำสั่งนี้ว่า SEQUEL แต่นั่นหมายถึง SQL นั่นเอง

2.9.2 วัตถุประสงค์ของ SQL

ภาษาที่ใช้งานในฐานข้อมูลโดยทั่วไปจะต้องสามารถสนับสนุนงานต่อไปนี้

1.) สร้างฐานข้อมูลและโครงสร้างของรีเลชั่น

2.) สนับสนุนงานด้านการจัดการข้อมูลพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย การเพิ่ม การปรับปรุง และการลบข้อมูลจากรีเลชั่น

3.) สนับสนุนงานคิวรีข้อมูล (Query)

2.9.3 ประเภทคำสั่ง SQL

ประเภทคำสั่ง SQL ได้มีการแบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกันดังนี้ (ดังแสดงในรูปที่ 2.37)

2.9.3.1 ภาษานิยามข้อมูล (Data Definition Language : DDL)

ภาษา DDL ประกอบด้วยกลุ่มคำสั่งที่ใช้สำหรับสร้างตาราง แก้ไขตาราง และลบตาราง กล่าวคือเป็นกลุ่มคำสั่งที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูล ด้วยการกำหนดโครงสร้างข้อมูลว่ามีคอลัมน์หรือแอตตริบิวต์ใดบ้าง มีชนิดข้อมูล (Data Type) เป็นชนิดใด รวมทั้งการจัดการด้านการเพิ่ม แก้ไข และลบแอตตริบิวต์ต่างๆ ในรีเลชั่น รวมถึงการสร้างลำดับดัชนี ให้กับรีเลชั่น อย่างไรก็ตาม ชุดคำสั่ง DDL ดังกล่าว ผู้บริหารฐานข้อมูลมักจะกำหนดสิทธิ์การใช้งานชุดคำสั่งสำคัญที่ส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในฐานข้อมูล

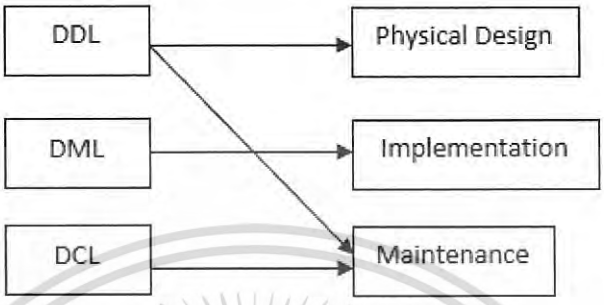
2.9.3.2 ภาษาจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language : DML)

ภาษา DML จัดเป็นกลุ่มที่ถือเป็นแกนสำคัญของภาษา SQL เลยทีเดียว โดยกลุ่มคำสั่งเหล่านี้จะใช้เพื่อการอัพเดตเพิ่ม ปรับปรุง และเรียกดูข้อมูลในฐานข้อมูล ซึ่งคำสั่งดังกล่าวอาจเขียนในรูปแบบของ Interactive SQL หรือแบบ Embedded SQL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3.3 ภาษาควบคุมข้อมูล (Data Control Language : DCL)

ภาษา DCL เป็นกลุ่มคำสั่งที่ช่วยให้ผู้บริหารฐานข้อมูลสามารถควบคุมฐานข้อมูลซึ่งประกอบไปด้วยคำสั่งเพื่อการอนุญาต หรือยกเลิกสิทธิ์ในการเข้าถึงฐานข้อมูล ซึ่งเป็นกระบวนการป้องกันความปลอดภัยต่อฐานข้อมูล



รูปที่ 2.37 DDL , DML , DCL และกระบวนการพัฒนาฐานข้อมูล

2.10 phpMyAdmin

phpMyAdmin คือโปรแกรมที่ถูกคิดค้นพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL แทนการป้อนคำสั่ง เนื่องจากถ้าเราจะใช้ฐานข้อมูลที่เป็น MySQL ในบางครั้งจะมีความลำบากและยุ่งยากในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล MySQL ขึ้นมาเพื่อให้สามารถจัดการ DBMS ที่เป็น MySQL ได้ง่ายและสดวกยิ่งขึ้น โดย phpMyAdmin จัดได้ว่าเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ในการจัดการ

phpMyAdmin เป็นส่วนต่อประสานที่สร้างโดยภาษาพีเอชพี ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยสามารถที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ หรือทำการสร้างตารางใหม่ๆ และยังมีฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการทดสอบการ query ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้น ยังสามารถทำการ insert delete update หรือแม้กระทั่งใช้ คำสั่งต่างๆ เหมือนกับการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล

phpMyAdmin เป็นโปรแกรมประเภท MySQL Client ตัวหนึ่งที่ใช้ในการจัดการข้อมูล MySQL ผ่านเว็บ บราวเซอร์ (web browser) ได้โดยตรง phpMyAdmin ตัวนี้จะทำงานบนเว็บ เซิร์ฟเวอร์ (Web server) เป็น PHP Application ที่ใช้ควบคุมจัดการ MySQL Server ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม phpMyAdmin แสดงไว้ในรูปที่ 2.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

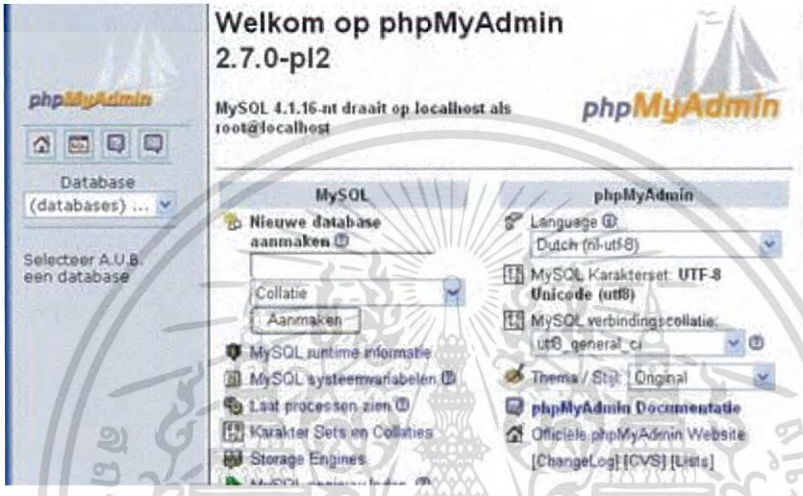
ความสามารถของ phpMyAdmin คือ

1. สร้างและลบฐานข้อมูล (Database)

2. สร้างและจัดการตาราง เช่น แทรก record, ลบ record, แก้ไข record, ลบตาราง , แก้ไข field

3. โหลดเท็กซ์ไฟล์เข้าไปเก็บเป็นข้อมูลในตารางได้

4. หาผลสรุป (Query) ด้วยคำสั่ง SQL



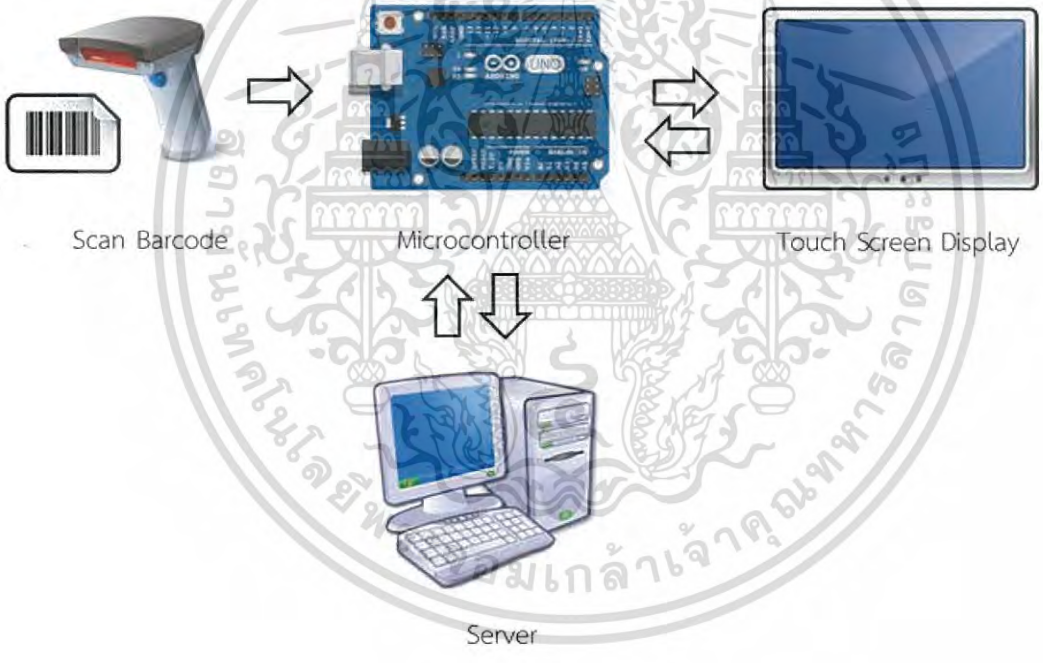
รูปที่ 2.38 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม phpMyAdmin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบและสร้างรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ โดยรถเข็นสินค้านี้สามารถคิดคำนวณราคาสินค้าทั้งหมดได้ รวมถึงยกเลิกรายการสินค้าที่ไม่ต้องการ และตรวจสอบโปรโมชั่นของสินค้าแต่ละชนิดได้ ในการออกแบบได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลหลัก โดยรับอินพุตมาจากการอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ดโดยใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด และแสดงผลออกทางหน้าจอสัมผัส ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกดยกเลิกผ่านหน้าจอแสดงผลนี้ได้ แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของปริญญานิพนธ์ที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การออกแบบ

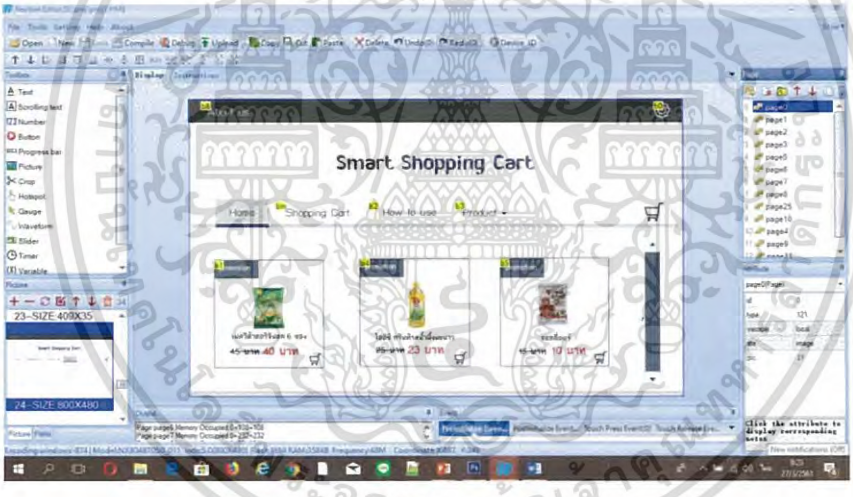
3.1.1 การป้อนข้อมูลผ่านจอแสดงผลแบบสัมผัส

การป้อนข้อมูลผ่านจอแสดงผลแบบสัมผัสนั้น ประกอบด้วย จอแสดงผลแบบสัมผัสที่ใช้ในการแสดงผลและป้อนข้อมูล และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผล

3.1.1.1 การออกแบบส่วนป้อนข้อมูลผ่านจอแสดงผลแบบสัมผัส

ออกแบบหน้าจอเพื่อใช้ในการแสดงผลและป้อนข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Nextion Editor ในการเขียน Graphical User Interface (GUI) ของหน้าจอ โดยจะประกอบด้วย

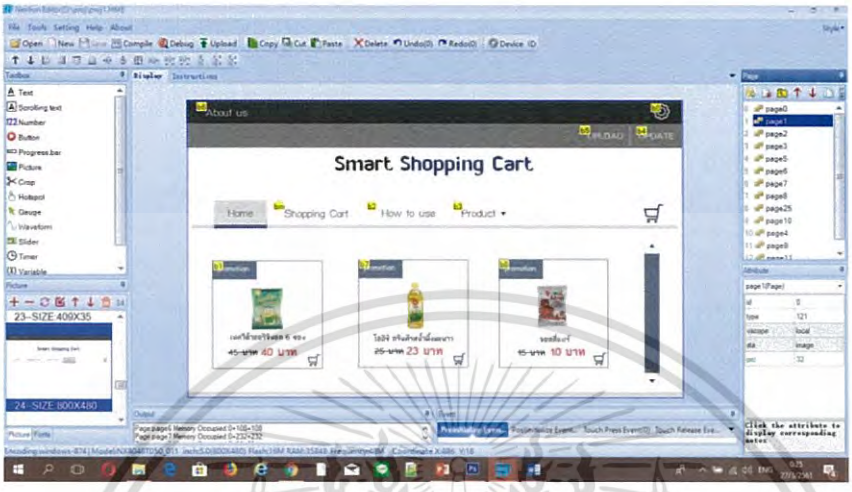
1) หน้าที่ 1 คือ หน้าจอหลักที่ใช้แสดงปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าจออื่นๆ โดยแสดงปุ่มกดไปยังหน้า How to use หน้า Shopping Cart หน้า About us และแสดงโปรโมชั่นของสินค้าแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 หน้าจอสำหรับแสดงหน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน้าที่ 2 คือ หน้าจอหลักเมื่อกดปุ่มตั้งค่าที่มุมบนขวา จะแสดงปุ่มกด UPLOAD เพื่อใช้อัพโหลดข้อมูลเข้ามาและปุ่ม UPDATE ใช้ส่งข้อมูลเพื่อกลับไปที่ฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.3



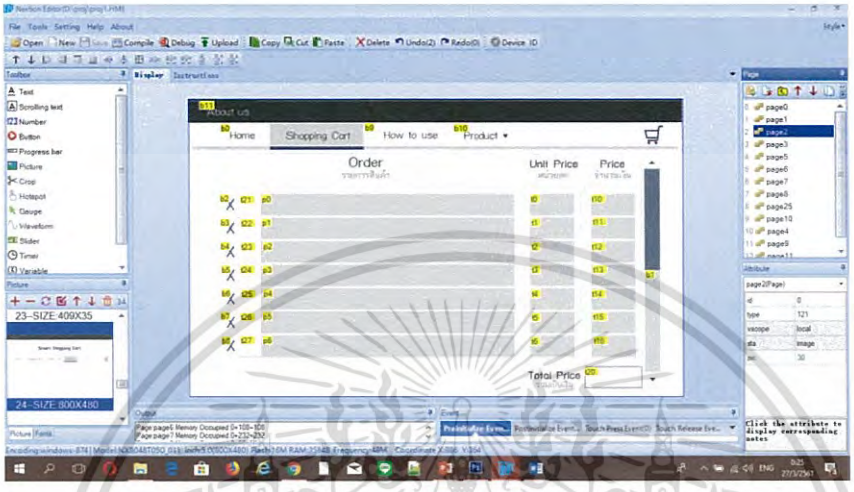
รูปที่ 3.3 หน้าจอหลักที่กดปุ่มตั้งค่า

3) หน้าที่ 3 คือ หน้าจอสำหรับแสดง How to use หรือแสดงวิธีการใช้งานรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ แสดงดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 หน้าจอสำหรับแสดง How to use หรือแสดงวิธีการใช้

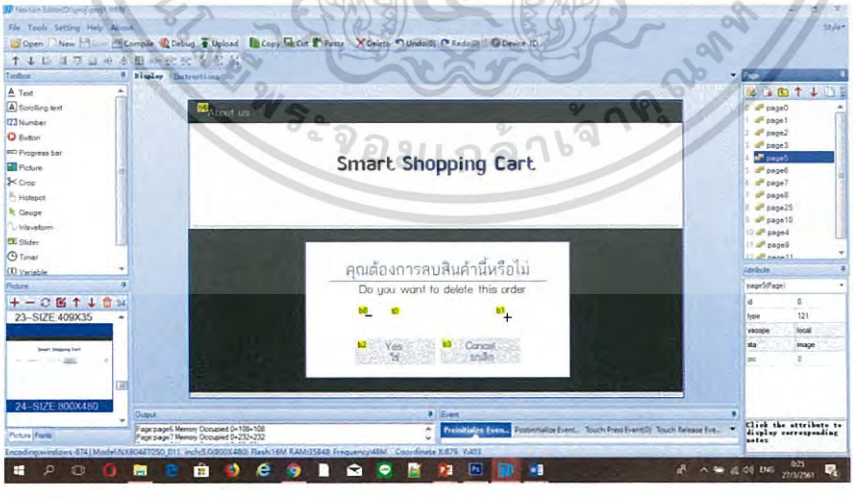
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) หน้าที่ 4 คือ หน้าจอสำหรับแสดงหน้า Shopping Cart หรือ แสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อ ซึ่งจะแสดงชื่อ จำนวน ราคาของสินค้าต่อหนึ่งชิ้นและราคารวมของสินค้าทั้งหมด นอกจากนี้ยังสามารถกดยกเลิกสินค้าที่ไม่ต้องการได้อีกด้วย แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 หน้าจอสำหรับแสดงหน้า Shopping Cart
แสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อ และยกเลิกสินค้าที่ไม่ต้องการ

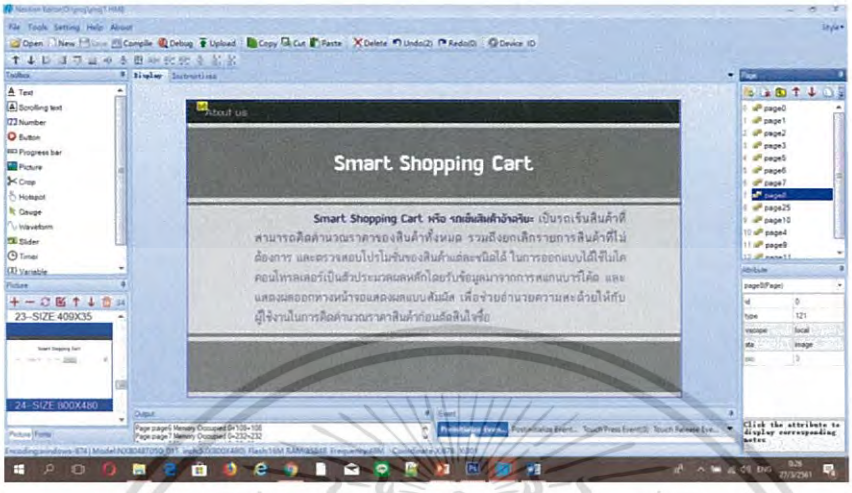
5) หน้าที่ 5 คือหน้าจอแสดงการลบรายการสินค้าที่ไม่ต้องการ เมื่อกดปุ่ม x ที่หน้า Shopping Cart แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 หน้าจอแสดงการลบรายการสินค้าที่ไม่ต้องการ

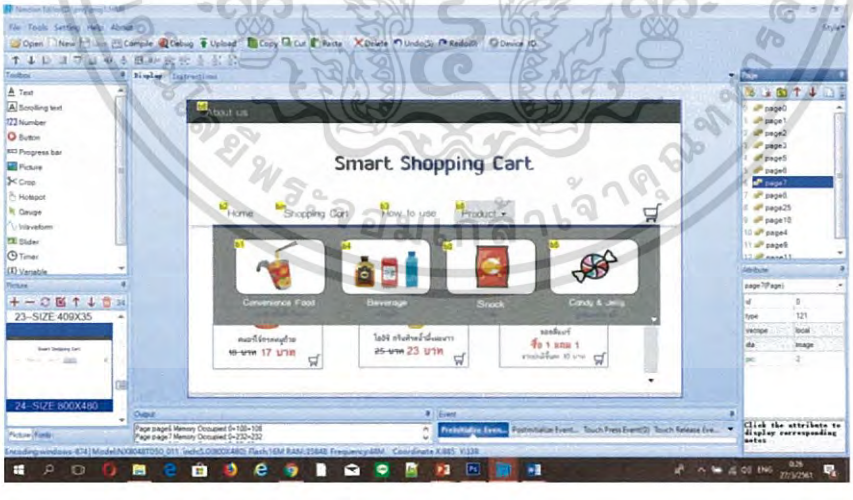
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) หน้าที่ 6 คือหน้าจอสำหรับแสดง หน้า About us หรือการแนะนำว่ารถเข็นสินค้าอัจฉริยะนี้ คืออะไรและมีหลักการทำงานเบื้องต้นอย่างไร แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 หน้าจอสำหรับแสดง หน้า About us หรือการแนะนำอธิบายหลักการทำงานเบื้องต้นของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ

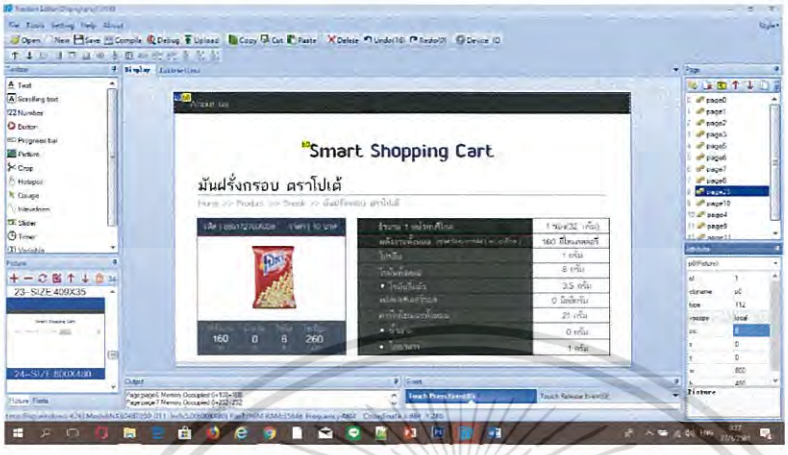
7) หน้าที่ 7 คือหน้าจอสำหรับแสดง หน้า Product หรือแสดงสินค้าที่มีอยู่ในฐานข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 หน้าจอสำหรับแสดง หน้า Product หรือแสดงสินค้าที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) หน้าที่ 8 คือหน้าจอที่แสดงรายละเอียดของสินค้า โดยจะแสดง ชื่อ ราคา เลขรหัส และข้อมูลโภชนาการของสินค้า แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 หน้าจอที่แสดงรายละเอียดของสินค้า

การอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ดนั้นจะประกอบด้วย เครื่องอ่านบาร์โค้ด และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผล เพื่อที่จะแสดงเป็นชื่อ ราคา และจำนวนของสินค้าผ่านหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส หน้าจอที่แสดงรายละเอียดของสินค้า แสดงไว้ในรูปที่ 3.9

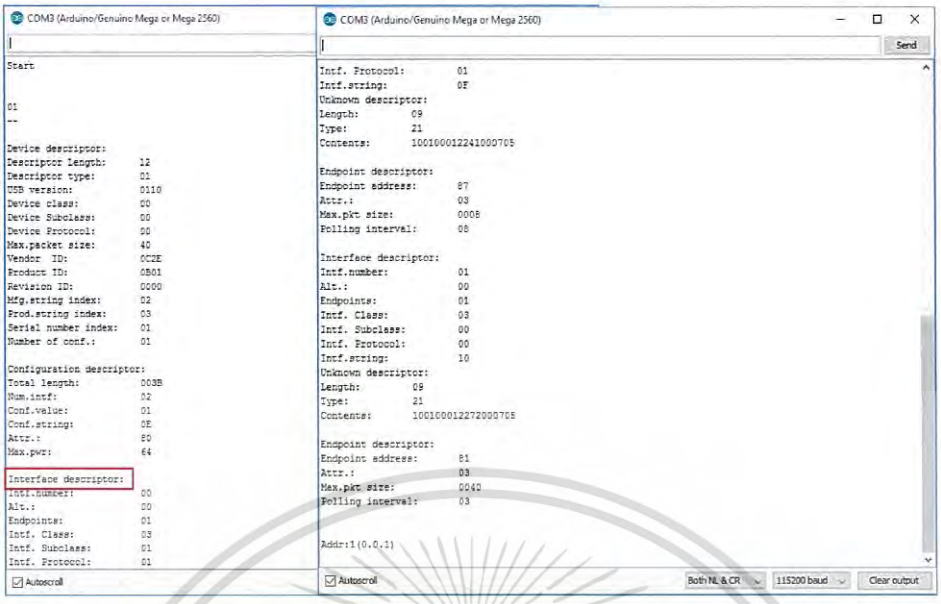
3.1.2.1 การออกแบบส่วนการอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ด เพื่อให้เครื่องอ่านบาร์โค้ดสามารถค่าจากแถบบาร์โค้ด และไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถประมวลผล จากนั้นแสดงผลเป็นรูปของสินค้าและรายละเอียดเบื้องต้นของสินค้า ซึ่งจะใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการออกแบบโค้ด โดยมีวิธีการออกแบบดังนี้

1) ออกแบบโค้ดให้เครื่องอ่านบาร์โค้ดสามารถอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ดได้

2) ออกแบบโค้ดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับค่าจากเครื่องอ่านบาร์โค้ดและประมวลผลเพื่อตัดสินใจว่าเป็นสินค้าชนิดใด

3) ออกแบบโค้ดให้หน้ารายการของสินค้านั้นแสดงชื่อ ราคา และจำนวนของสินค้าผ่านทางหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส รวมถึงแสดงรูปและรายละเอียดสินค้า ทันทีที่เครื่องอ่านบาร์โค้ดนั้นอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ด ซึ่งจะแสดงเป็นเวลา 2 วินาที จากนั้นจะเปลี่ยนไปที่หน้าแสดงรายการของสินค้าแทน ดังแสดงในรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



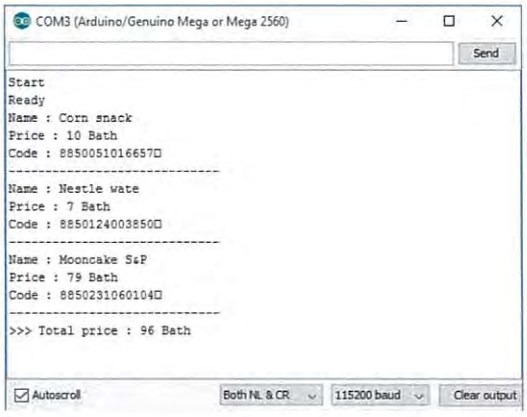
รูปที่ 3.10 หน้าจอ Serial Monitor ที่แสดง Interface Descriptor และรายละเอียดอื่นๆ ที่แสดงผลของการเชื่อมต่อ ระหว่างเครื่องอ่านบาร์โค้ดกับจอแสดงผล

3.1.3 การคำนวณราคาสินค้า

3.1.3.1 การคำนวณราคาสินค้านั้นจะใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการออกแบบโค้ดที่ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถคำนวณราคาสินค้าทั้งหมดได้นั้น หน้าจอ Serial Monitor ที่แสดงชื่อ ราคา และราคารวมของสินค้าที่เลือก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.11 มีวิธีการออกแบบดังนี้

1) ออกแบบโค้ดให้รวมราคาของสินค้าทั้งหมดที่จะเลือกซื้อ
2) ออกแบบโค้ดให้ลบราคาสินค้าที่ไม่ต้องการออก และรวมราคาสินค้าทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 หน้าจอ Serial Monitor ที่แสดงชื่อ ราคา และราคารวมของสินค้าที่เลือก

3.1.4 การสร้างฐานข้อมูลและเชื่อมต่อฐานข้อมูล

3.1.4.1 การสร้างฐานข้อมูลนั้นใช้ โปรแกรม phpMyAdmin เพื่อใช้จัดการฐานข้อมูล Mysql และใช้ภาษา PHP เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นมา ฐานข้อมูลของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.12

มีวิธีการออกแบบดังนี้

1) สร้างฐานข้อมูลชื่อ csquarec_cart และสร้างตาราง ชื่อ Cart
2) เพิ่มข้อมูลในตารางเป็น ชื่อ ราคา รหัส และจำนวนของสินค้า
3) ในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลจะส่ง DNS (Data Source Name) ซึ่งก็คือ ชื่อโฮส์ (host) และชื่อฐานข้อมูล (database) ไปให้ พร้อมกับส่ง ชื่อผู้ใช้ฐานข้อมูล และรหัสผ่าน

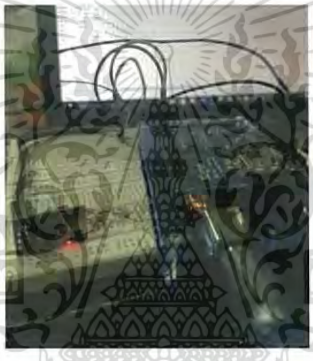
รูปที่ 3.12 ฐานข้อมูลของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

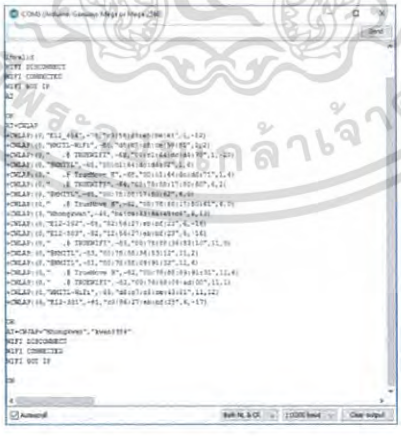
3.1.5 การดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและการอัพเดทฐานข้อมูล

3.1.5.1 การดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลนั้นใช้ โมดูล Wi-Fi ESP 8266 ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลการต่อโมดูล ไวไฟ ESP 8266 ที่ต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ และหน้าจอ Serial Monitor ที่แสดงผลว่าสามารถเชื่อมต่อไวไฟได้ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.13 และ 3.14 มีวิธีการออกแบบดังนี้

1) เขียนโปรแกรมให้ โมดูล Wi-Fi ESP 8266 เชื่อมต่อกับเครือข่าย Wi-Fi ได้
2) เขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นผ่านหน้าเว็บ ซึ่งหน้าเว็บนี้จะแสดงเป็น ชื่อ ราคา รหัสและจำนวนของสินค้าทั้งหมด
3) เขียนโปรแกรมให้อัพเดทฐานข้อมูล เพื่อเปลี่ยนแปลงจำนวนสินค้าในตาราง



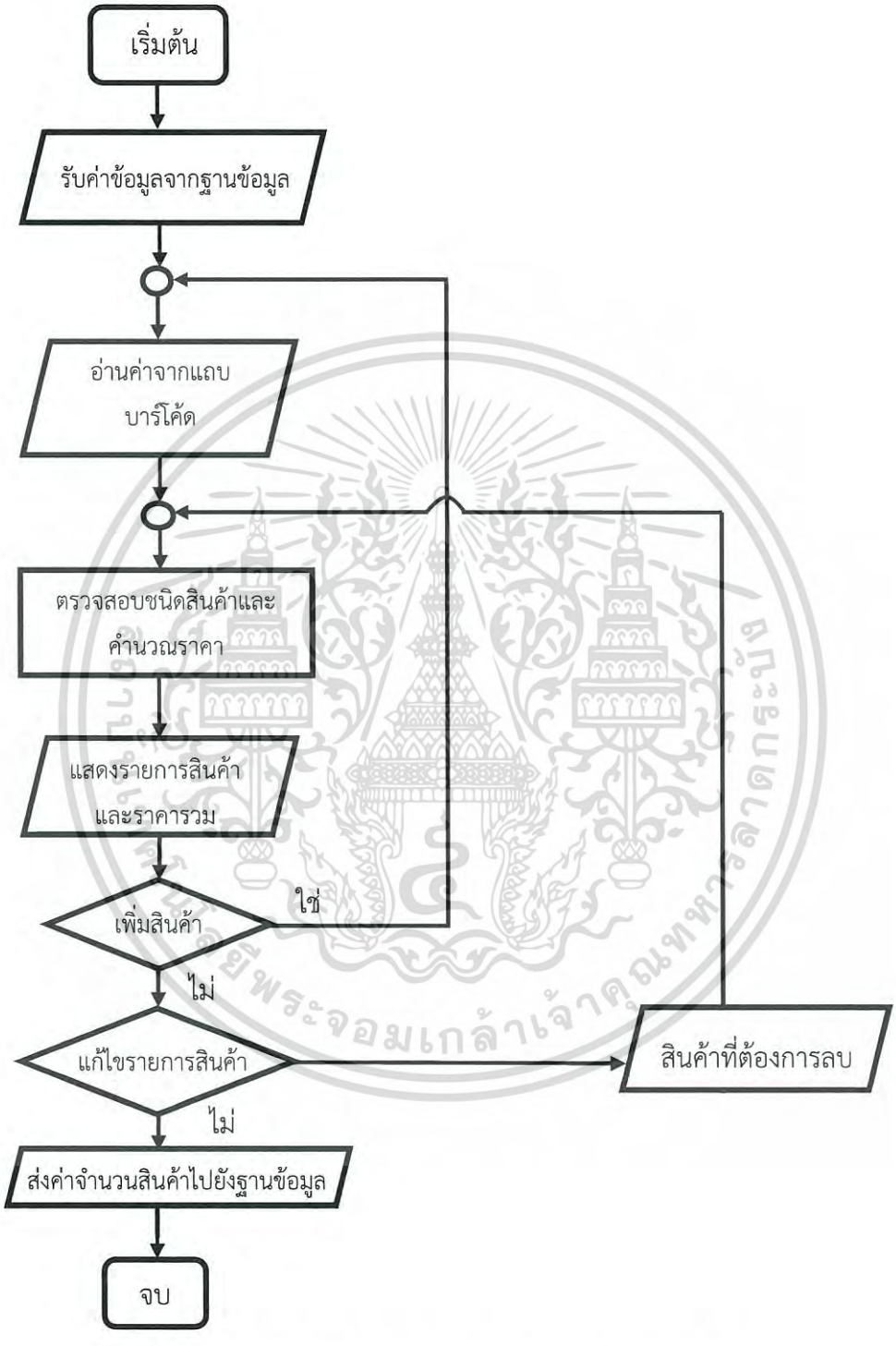
รูปที่ 3.13 การต่อโมดูล ไวไฟ ESP 8266 ที่ต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.14 หน้าจอ Serial Monitor ที่แสดงผลว่าสามารถเชื่อมต่อไวไฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงไว้ในรูปที่ 3.15



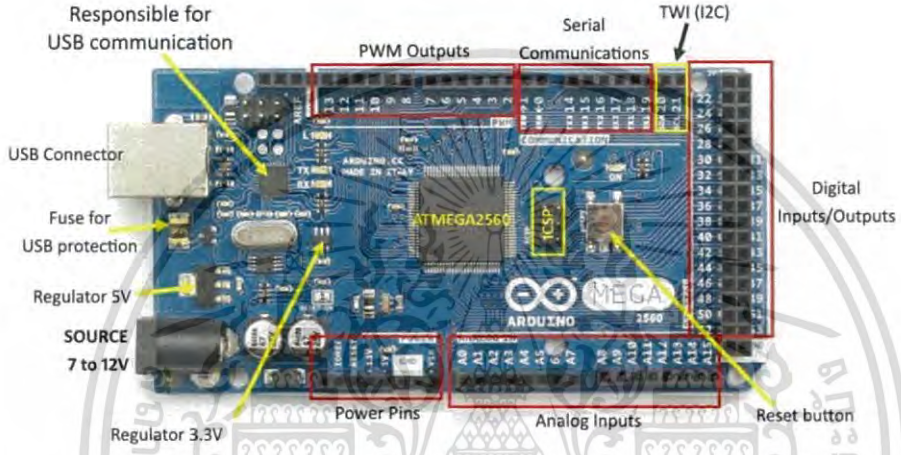
รูปที่ 3.15 แผนผังแสดงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 บอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino Board)

บอร์ดอาร์ดูโน่ เป็นบอร์ดไมโครคอลโทรเลอร์ ที่ใช้ AVR ขนาดเล็กเป็นตัวประมวลผลและสั่งงานควบคุมอุปกรณ์ขาเข้า (input) และขาออก (output) ทั้งแบบดิจิตอล และแบบอนาล็อก ซึ่งมีส่วนประกอบแสดงดังรูปที่ 3.16 มีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.16 บอร์ดอาร์ดูโน่ (Model : Ardruino MEGA 2560) [8]

3.2.1.1 ส่วนประกอบของบอร์ดอาร์ดูโน่ (Model : Ardruino MEGA 2560) มีดังนี้

1) พอร์ตยูเอสบี (Usb Type B Port) ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้าไมโครคอมโทรลเลอร์และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2) ปุ่มรีเซต (Reset) ใช้กดเมื่อต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มการทำงานใหม่

3) พอร์ตไอซีเอสพี (ICST Port) ของไอซี ATmega16u2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com Port บนไอซี ATmega16u2

4) พอร์ตขาเข้าและขาออก (I/O Port) เป็นขา Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D53 นอกจากนี้ บางขาจะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น ขา 0,1 เป็นขา Tx, Rx serial , ขา 3,5,6,9,10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 11 เป็นขา PWM นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

5) พอร์ตไฟเลี้ยง(Power Port) ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์, +5 โวลต์, GND, Vin

6) พอร์ต Power Jack รับไฟจากแหล่งจ่ายไฟ โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 โวลต์

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของบอร์ดอาร์ดูโน่

ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega16u2
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 โวลต์
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7-12 โวลต์
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	16-20โวลต์
พอร์ต Digital I/O	54 พอร์ต (14 พอร์ต เป็น PWM Output และ4 UART TTL)
พอร์ต Analog Input	16 พอร์ต
กระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40 มิลลิแอมป์
กระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3 โวลต์	50 มิลลิแอมป์
พื้นที่โปรแกรมภายใน	256 กิโลไบต์, 8 กิโลไบต์ โดย Bootloader
พื้นที่แรม	8 กิโลไบต์
พื้นที่หน่วยความจำถาวร(EEPROM)	16 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner)

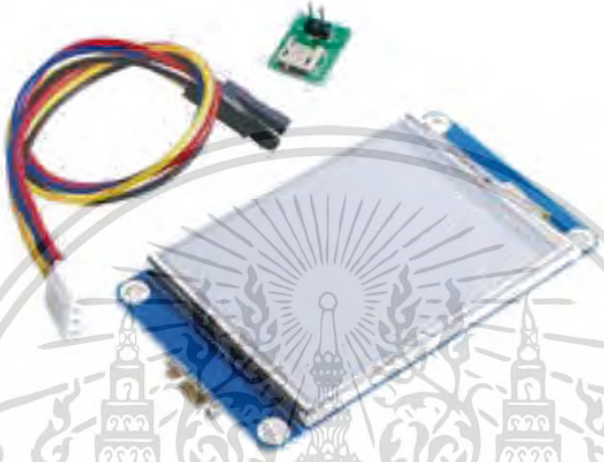
เครื่องอ่านบาร์โค้ดที่เลือกใช้ในปริญญานิพนธ์นี้ในรูปที่ 3.17 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้อ่านข้อมูลที่อยู่ในแถบบาร์โค้ด แล้วแปลงให้เป็นข้อมูลที่สามารถเข้าใจได้โดยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเครื่องอ่านบาร์โค้ดจะฉายแสงลงบนแถบบาร์โค้ด แล้วรับแสงที่สะท้อนกลับจากแถบบาร์โค้ด ซึ่งช่องว่างนั้นจะสะท้อนแสงได้ดีกว่าแท่งบาร์โค้ด จากนั้นปริมาณแสงสะท้อนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า แล้วถูกส่งต่อไปยังตัวถอดรหัส (Decoder) และแปลงให้เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งเป็นเลขรหัส 13 หลัก ที่ใช้แยกสินค้าแต่ละชนิด ซึ่งได้เลือกใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ดรุ่น Honeywell VoyagerGS 9590 ซึ่งเป็นหัวอ่านเป็นแบบเลเซอร์เส้นเดียว อ่านบาร์โค้ดแบบ 1 มิติ

รูปที่ 3.17 เครื่องอ่านบาร์โค้ด [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 หน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส

หน้าจอแสดงผลแบบสัมผัสที่เลือกใช้ในปริญญานิพนนี้แสดงในรูปที่ 3.18 เป็นหน้าจอแบบ LCD Resistive Touch ขนาด 4.3 นิ้วความละเอียด 480 x 272 พิกเซล รุ่น NX8048T043 ในตระกูล Nextion จากผู้ผลิต Itead Studio



รูปที่ 3.18 หน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส รุ่น NX8048T050 [4]

3.2.3.1 คุณสมบัติของหน้าจอสัมผัส NEXTION รุ่น NX8048T043

1) จอแสดงผล LCD แบบ Resistive Touch ขนาด 4.3 นิ้ว
2) สามารถใช้ร่วมกับ Raspberry Pi A +, B + ,Raspberry Pi 2 และ Arduino
3) ความละเอียด 480 x 272
4) RGB 65k
5) หน้าจอ TFT พร้อมแผงสัมผัสแบบรีซิสทีฟ 4 เส้นสำหรับ Raspberry Pi และ Arduino
6) สามารถอินเตอร์เฟซ 4 พินไปยังTTL Serial Host ต่างๆ สำหรับ Arduino
7) หน่วยความจำแฟลช 16 เมกะไบต์
8) บอร์ดไมโคร SD การ์ดสำหรับอัพเกรดเฟิร์มแวร์
9) พื้นที่ภาพ95.04 มม. (ยาว) x 53.86 มม. (กว้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 โมดูล Wi-Fi ESP 8266

ในปริญญานิพนนี้ใช้โมดูล Wi-Fi ที่แสดงในรูปที่ 3.19 สำหรับให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลได้ ซึ่งได้เลือกใช้เป็น โมดูล Wi-Fi ESP 8266 ที่มีความพิเศษตรงที่สามารถโปรแกรมลงในตัวโมดูลได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรม ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V - 3.6V กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200mA และมีความถี่คริสตอล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น LCD ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่าอาร์ดูโน่มาก

รูปที่ 3.19 โมดูล Wi-Fi รุ่น ESP8266 [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 สามารถเชื่อมต่อระหว่างอาร์ดูโน่กับเครื่องอ่านบาร์โค้ด และเครื่องอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ดได้ โดยใช้การเขียนคำสั่งจากโปรแกรม Arduino IDE แสดงดังรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.20 เครื่องอ่านบาร์โค้ดสามารถทำงานได้

3.3.2 สามารถเชื่อมต่อระหว่างอาร์ดูโน่กับหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส โดยสามารถแสดงผล และสามารถป้อนข้อมูลผ่านจอแสดงผลแบบสัมผัสได้ โดยใช้การเขียนคำสั่งจากโปรแกรม Arduino IDE แสดงดังรูปที่ 3.21

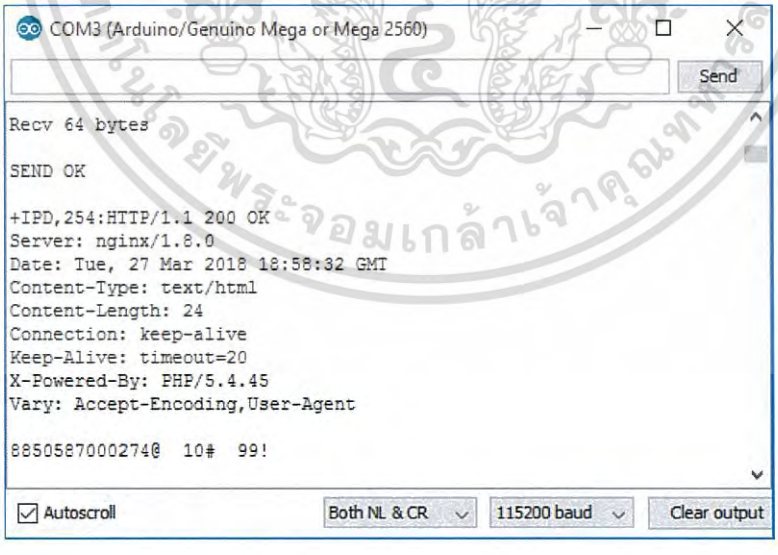
รูปที่ 3.21 แสดงผลและสามารถป้อนข้อมูลผ่านจอแสดงผลแบบสัมผัสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 สามารถเขียนคำสั่งเพื่อให้อาร์ดูโน่รับค่าจากเครื่องอ่านบาร์โค้ด จากนั้นจึงตัดสินใจว่าเป็นสินค้าชนิดใด โดยจะแสดงเป็นชื่อ ราคา และจำนวนของสินค้า บนหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส แสดงดังรูปที่ 3.22

รูปที่ 3.22 แสดงเป็นชื่อ ราคา และจำนวนของสินค้า บนหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส

3.3.4 สามารถเชื่อมต่ออาร์ดูโน่กับ โมดูล Wi-Fi ESP8266 และเขียนคำสั่งเพื่อให้อาร์ดูโน่สามารถเชื่อมต่อและรับค่าจากฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 หน้าจอ Serial Monitor ที่แสดงผลว่าสามารถเชื่อมต่อและรับค่าจากฐานข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอผลการทดลอง โดยจะแสดงผลที่ได้จากการออกแบบ และสร้างรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ ตามที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 เพื่อยืนยันว่ารถเข็นสินค้าอัจฉริยะนี้สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งจะแบ่งหัวข้อที่นำเสนอออกมาเป็นสามส่วนหลัก คือ ผลการทดลองในส่วนการป้อนข้อมูลผ่านหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส ผลการทดลองในส่วนของการอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ด และผลการทดลองในส่วนการคิดคำนวณราคาสินค้า

4.1 ผลการทดลองในส่วนการป้อนข้อมูลผ่านหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส

4.1.1 การแสดงผลการทดลองของหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส ซึ่งใช้โปรแกรม Nextion Editor ในการเขียน Graphical User Interface (GUI) ของหน้าจอ จะแสดงได้ดังนี้

1) หน้าที่ 1 คือ หน้าจอหลักที่ใช้แสดงปุ่มกดเพื่อไปยังหน้าจออื่นๆ โดยแสดงปุ่มกดไปยังหน้า How to use หน้า Shopping Cart หน้า About us และแสดงโปรโมชั่นของสินค้า แสดงในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 หน้าจอสำหรับแสดงหน้าจอหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน้าที่ 2 คือ หน้าจอหลักเมื่อกดปุ่มตั้งค่าที่มุมบนขวา จะแสดงปุ่มกด UPLOAD เพื่อใช้อัพโหลดข้อมูลเข้ามาและปุ่ม UPDATE ใช้ส่งข้อมูลเพื่อกลับไปที่ฐานข้อมูล แสดงในรูปที่ 4.2

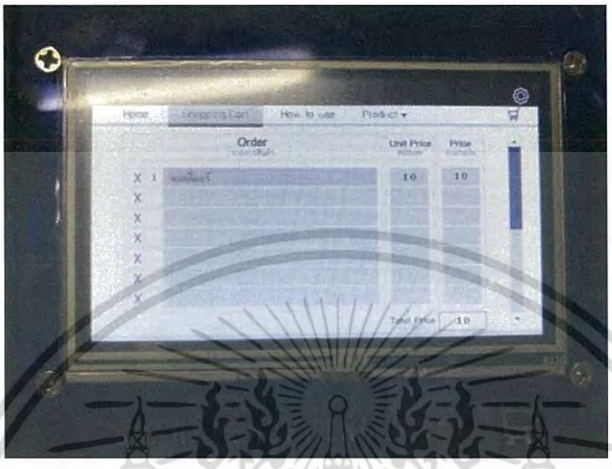
รูปที่ 4.2 หน้าจอหลักเมื่อกดปุ่มตั้งค่า

3) หน้าที่ 3 คือ หน้าจอสำหรับแสดง How to use หรือแสดงวิธีการใช้งานรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ แสดงในรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 หน้าจอสำหรับแสดง How to use หรือแสดงวิธีการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) หน้าที่ 4 คือ หน้าจอสำหรับแสดงหน้า Shopping Cart หรือ แสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อ ซึ่งจะแสดงชื่อ จำนวน ราคาของสินค้าต่อหนึ่งชิ้นและราคารวมของสินค้าทั้งหมด นอกจากนี้ยังสามารถกดยกเลิกสินค้าที่ไม่ต้องการได้อีกด้วย แสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 หน้าจอสำหรับแสดงหน้า Shopping Cart หรือ แสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อ

5) หน้าที่ 5 คือหน้าจอแสดงการลบรายการสินค้าที่ไม่ต้องการ เมื่อกดปุ่ม x ที่หน้า Shopping Cart แสดงในรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงการลบรายการสินค้าที่ไม่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) หน้าที่ 6 คือหน้าจอสำหรับแสดง หน้า About us หรือการแนะนำ อธิบายหลักการทำงานเบื้องต้นของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ แสดงในรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.6 หน้าจอสำหรับแสดง หน้า About us หรือการแนะนำ อธิบายหลักการทำงานเบื้องต้นของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ

7) หน้าที่ 7 คือหน้าจอสำหรับแสดง หน้า Product หรือแสดงสินค้าที่มีอยู่ในฐานข้อมูล แสดงในรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 หน้าจอสำหรับแสดง หน้า Product หรือแสดงสินค้าที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

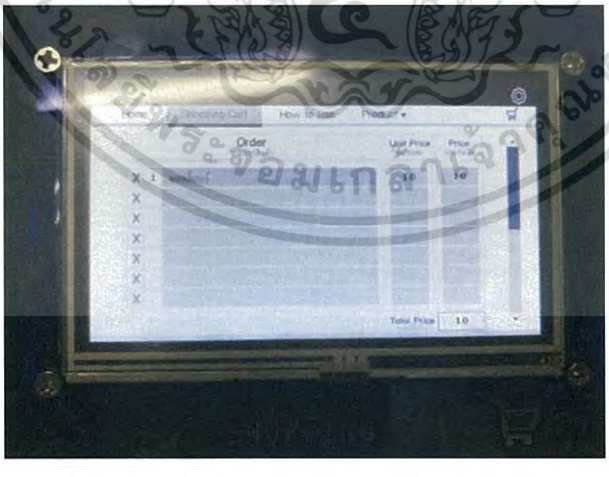
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) หน้าที่ 8 คือหน้าจอที่แสดงรายละเอียดของสินค้า โดยจะแสดง ชื่อ ราคา เลขรหัส และข้อมูลโภชนาการของสินค้า แสดงดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 หน้าจอที่แสดงรายละเอียดของสินค้า

4.2 ผลการทดลองในส่วนของการอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ด

4.2.1 ในการอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ดจะใช้โปรแกรม Arduino IDE สำหรับออกแบบโค้ดให้เครื่องอ่านบาร์โค้ดสามารถอ่านค่าจากแถบบาร์โค้ด และแสดงผลเป็นชื่อ ราคา และจำนวนของสินค้า รวมถึงแสดงหน้าจอที่มีรูปและรายละเอียดสินค้าทันทีที่อ่านบาร์โค้ดได้ ซึ่งจะแสดงผลการทดลองได้ดังรูปที่ 4.9 และ 4.10



รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อ
เมื่อสินค้านี้ถูกอ่านแถบบาร์โค้ดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงรูปและรายละเอียดสินค้า

4.3 ผลการทดลองในส่วนของการคิดคำนวณราคาสินค้า

4.3.1 การคิดคำนวณราคาสินค้า จะใช้โปรแกรม Arduino IDE สำหรับออกแบบโค้ดให้เครื่องอ่านบาร์โค้ดสามารถคำนวณราคาสินค้าและเปลี่ยนแปลงรายการสินค้าที่ไม่ต้องการ จากนั้นจึงคำนวณราคาสินค้าทั้งหมดใหม่อีกครั้ง ซึ่งจะแสดงผลเป็นราคารวมของสินค้าก่อน และหลังการเปลี่ยนแปลงรายการสินค้า แสดงในรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12

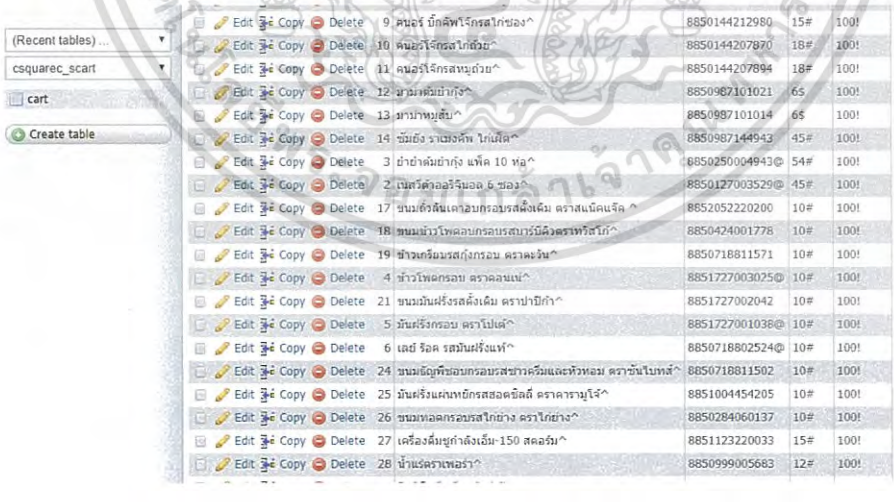
รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อ
ก่อนทำการเปลี่ยนแปลงรายการสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงรายการของสินค้าที่จะเลือกซื้อ
หลังทำการเปลี่ยนแปลงรายการสินค้า

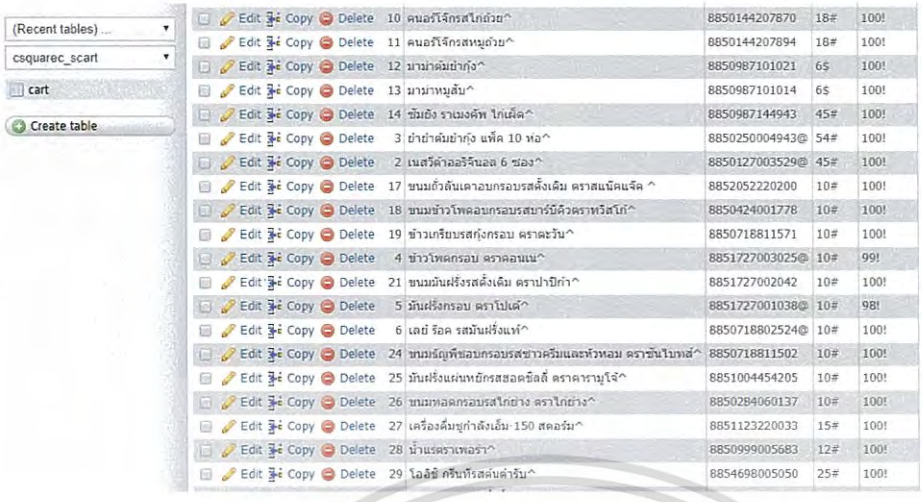
4.4 ผลการทดลองในส่วนของการดึงข้อมูลและอัพเดทข้อมูล

4.4.1 การการดึงข้อมูลจะใช้โปรแกรม Arduino IDE สำหรับออกแบบโค้ดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถดึงข้อมูล และอัพเดทข้อมูลเพื่อเปลี่ยนแปลงจำนวนของสินค้าในฐานข้อมูล ซึ่งจะแสดงผลเป็นชื่อ ราคา รหัส และจำนวนของสินค้าก่อน และหลังการอัพเดท แสดงในรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 ฐานข้อมูลของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ ก่อนการอัพเดท

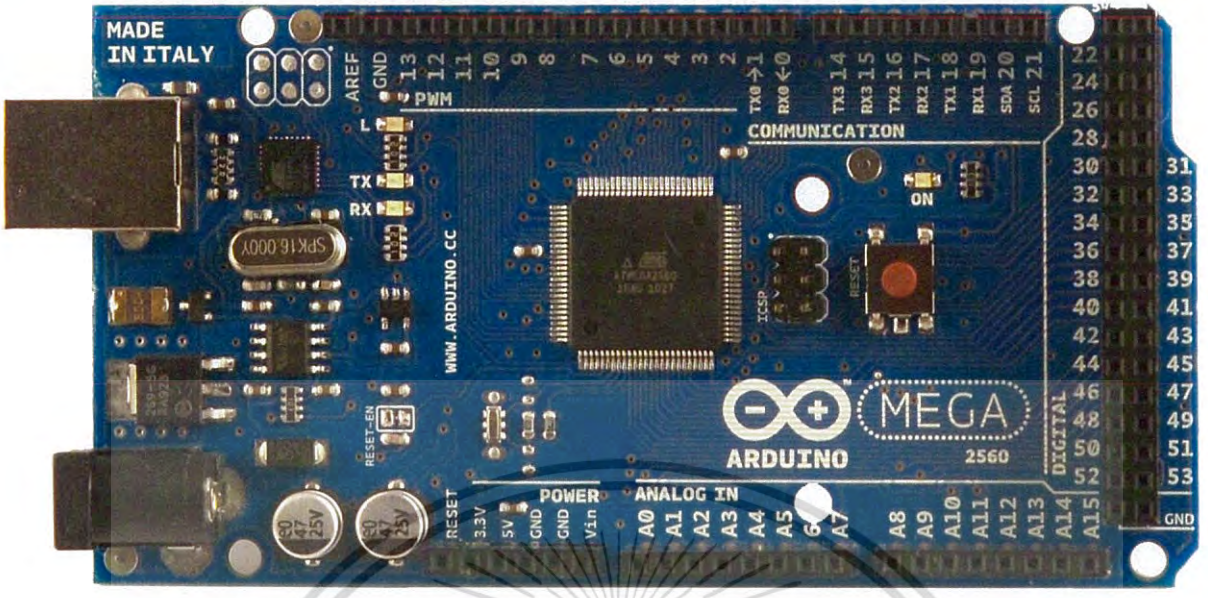
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ฐานข้อมูลของรถเข็นสินค้าอัจฉริยะ หลังการอัพเดท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino MEGA 2560



CE

Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 (datasheet). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical Specifications — Page 2

How to use Arduino
Programming Enviroment, Basic Tutorials — Page 6

Terms & Conditions — Page 7

Enviromental Policies
half sqm of green via Impatto Zero® — Page 7

radiospares RADIONICS ALLIED ELECTRONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

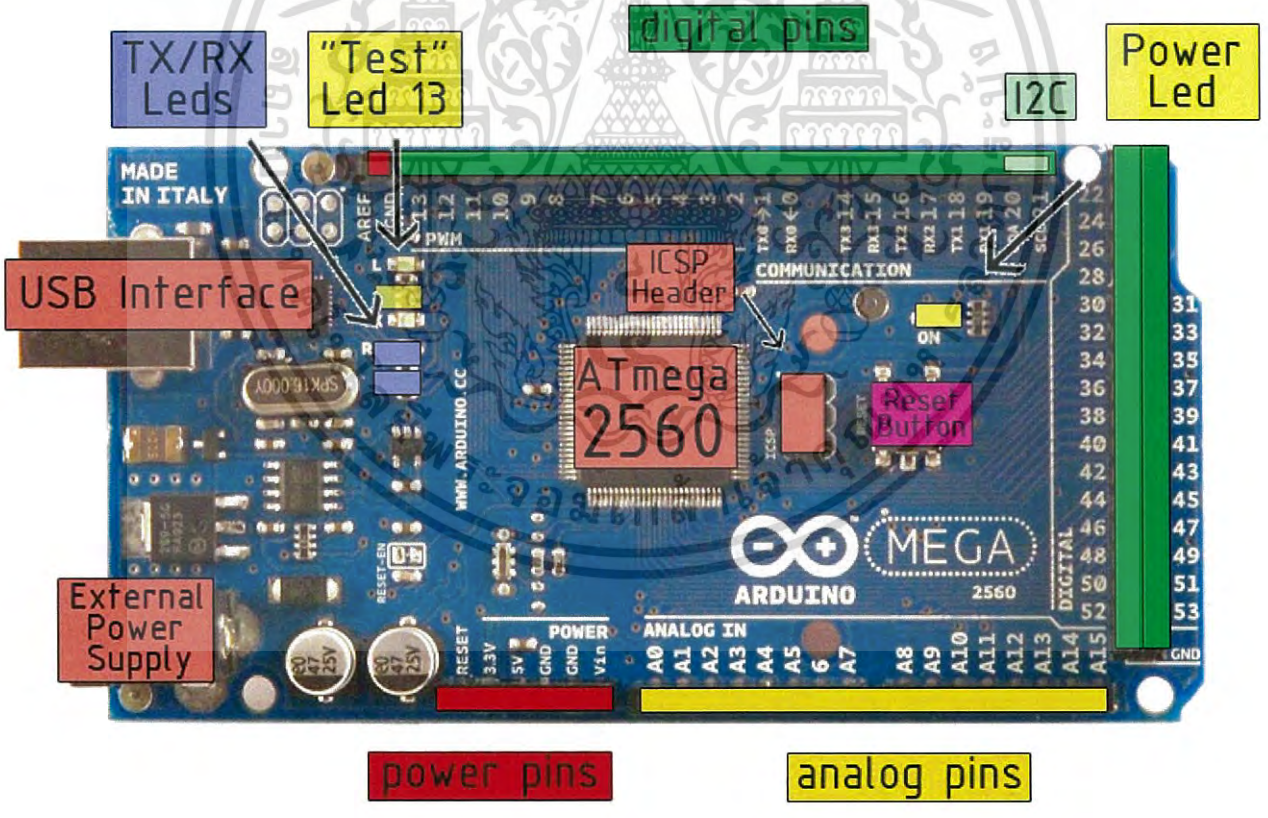
Technical Specification

EAGLE files: arduino-mega2560-reference-design.zip Schematic: arduino-mega2560-schematic.pdf

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the EEPROM library).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using pinMode(), digitalWrite(), and digitalRead() functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the attachInterrupt() function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the analogWrite() function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- **I²C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the Wire library (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and analogReference() function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with analogReference().
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า กรณีใดๆ ที่ไม่ได้รับอนุญาตทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A SoftwareSerial library allows for serial communication on any of the Mega's digital pins.

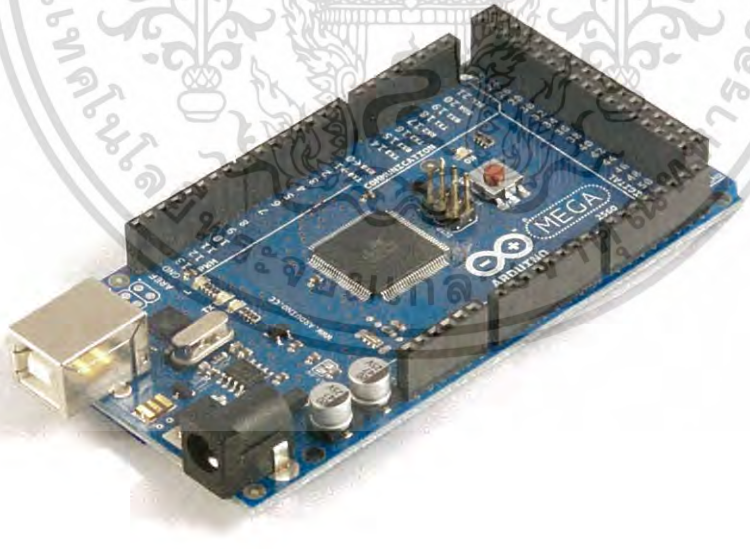
The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the documentation on the Wiring website for details. To use the SPI communication, please see the ATmega2560 datasheet.

Programming

The Arduino Mega2560 can be programmed with the Arduino software (download). For details, see the reference and tutorials.

The Atmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a bootloader that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol (reference, C header files).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see these instructions for details.



RS radiospares RADIONICS ALLIED ELECTRONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic (Software) Reset

Rather then requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Mega contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see this forum thread for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics and Shield Compatibility

The maximum length and width of the Mega PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega is designed to be compatible with most shields designed for the Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega and Duemilanove / Diecimila. **Please note that I^2C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

How to use Arduino

Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the Arduino programming language (based on Wiring) and the Arduino development environment (based on Processing). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platoform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the Arduino site for the latest instructions. *http://arduino.cc/en/Guide/HomePage*

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

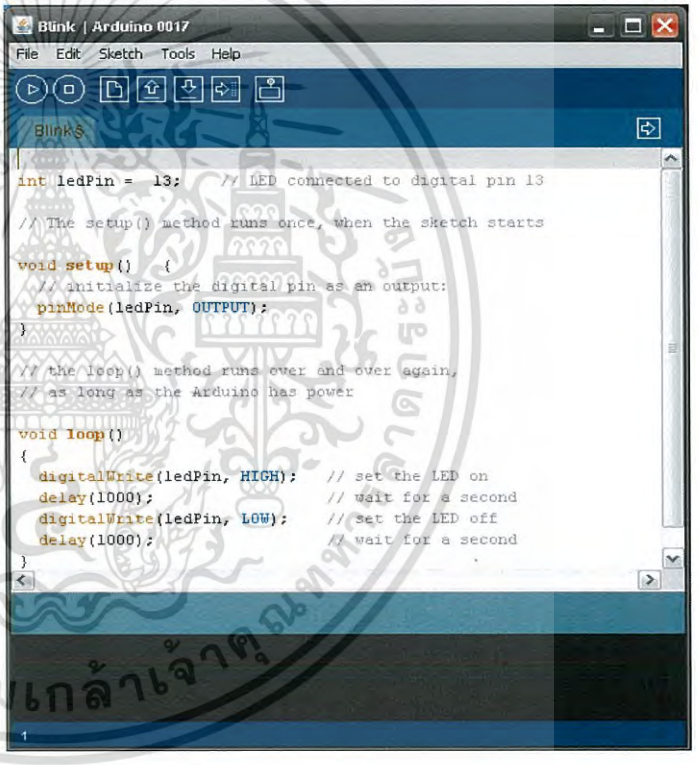
Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

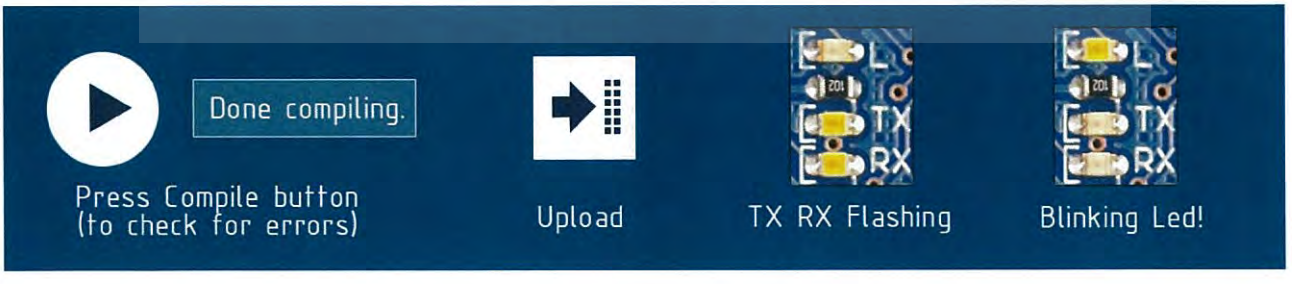
File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink

Once you have your skecth you'll see something very close to the screenshot on the right.

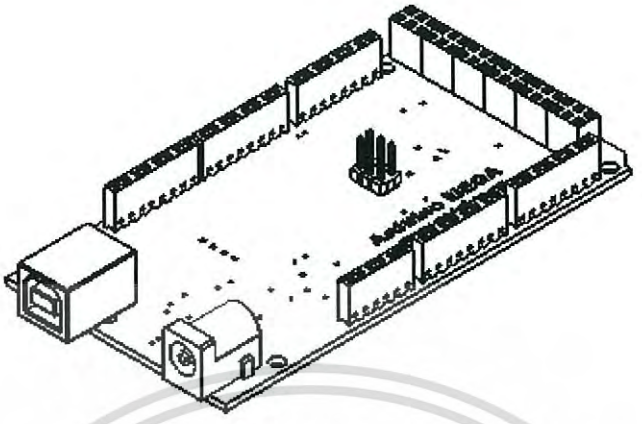
In **Tools>Board** select MEGA

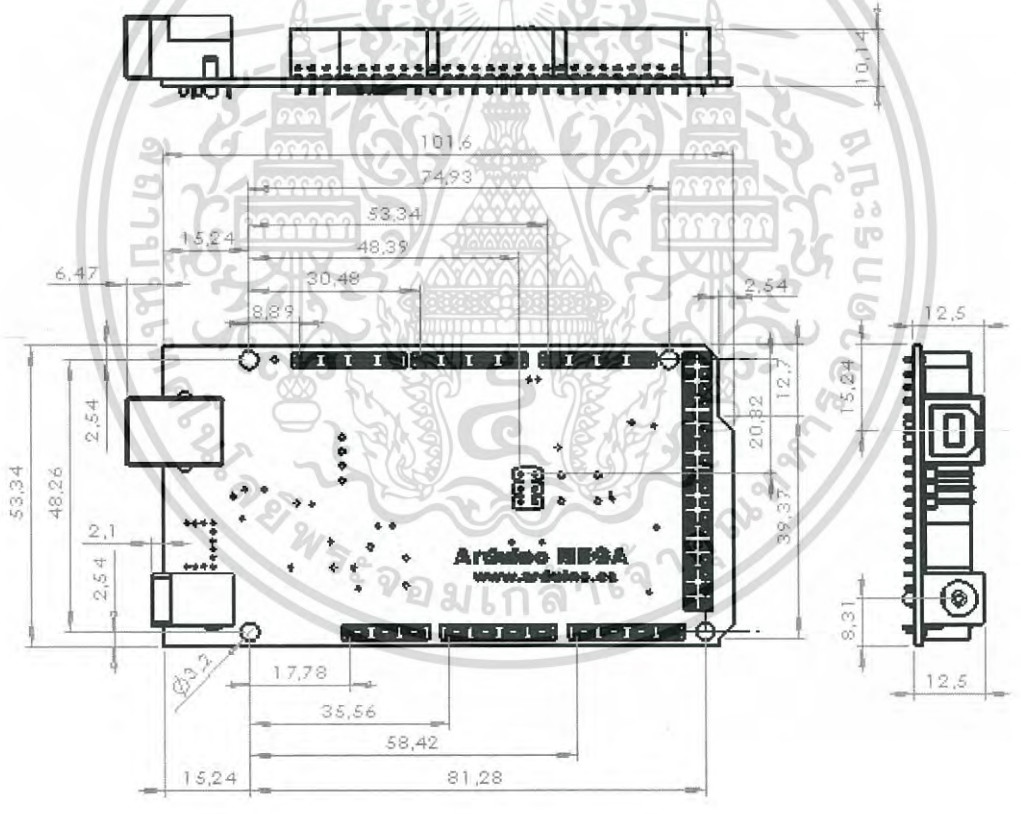
Now you have to go to
Tools>SerialPort
and select the right serial port, the one arduino is attached to.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Terms & Conditions

1. Warranties

1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.

1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.

1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE

1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.

1.5 The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

3. Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.

Enviromental Policies

The producer of Arduino™ has joined the Impatto Zero® policy of LifeGate.it. For each Arduino board produced is created / looked after half squared Km of Costa Rica's forest's.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาของเอกสารนี้ก่อนนำไปใช้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NX4827T043

Records

Date	Description
2015-05-21	Nextion Hardware Manual

•Nextion Models

Nex on Type	Basic
Nex on Models	NX4827T043_011N (N: No touch)
	NX4827T043_011R (R: Resis ve touchscreen)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไมวากรณีใดๆ ทั้งสิน อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

•Spec

	Data	Descrip on
Color	65K(65536) colors	16 bit, 5R6G5B
Layout Size	120(L)×74(W)×5(H)	NX4827T043_011N
	120(L)×74(W)×6.2(H)	NX4827T043_011R
Ac ve Area (A.A.)	105.50mm(L)×67.20mm(W)	
Visual Area (V.A.)	95.04mm(L)×53.86mm(W)	
Resolu on	480×272pixel	Also can be set as272×480
Touch type	Resis ve	
Touches	> 1 million	
Backlight	LED	-
Backlight life me (Average)	>30,000Hours	
Brightness	250nit(NX4827T043_011N)	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
	230 nit(NX4827T043_011R)	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
Weight	79.3g(NX4827T043_011N)	
	93.8g(NX4827T043_011R)	

•Electronic Characteristics

	Test Condi ons	Min	Typical	Max	Unit
Opera ng Voltage		4.75	5	7	V
Opera ng Current	VCC=+5V, Brightness is 100%	-	250	-	mA
	SLEEP Mode		20		mA
Power supply recommend: 5V, 500mA, DC					

•Working Environment & Reliability Parameter

	Test Environment	Min	Typical	Max	Unit
Working Temperature	5V, Humidity 60%	-20	25	70	℃
Storage Temperature	-	-30	25	85	℃
Working Humidity	25℃	10%	60%	90%	RH

•Interfaces Performance

	Test Condi ons	Min	Typical	Max	Unit
Serial Port Baudrate	Standard	2400	9600	115200	bps
Output High Voltage	IOH =-1mA	3.0	3.2	-	V
Output Low Voltage	IOL=1mA	-	0.1	0.2	V

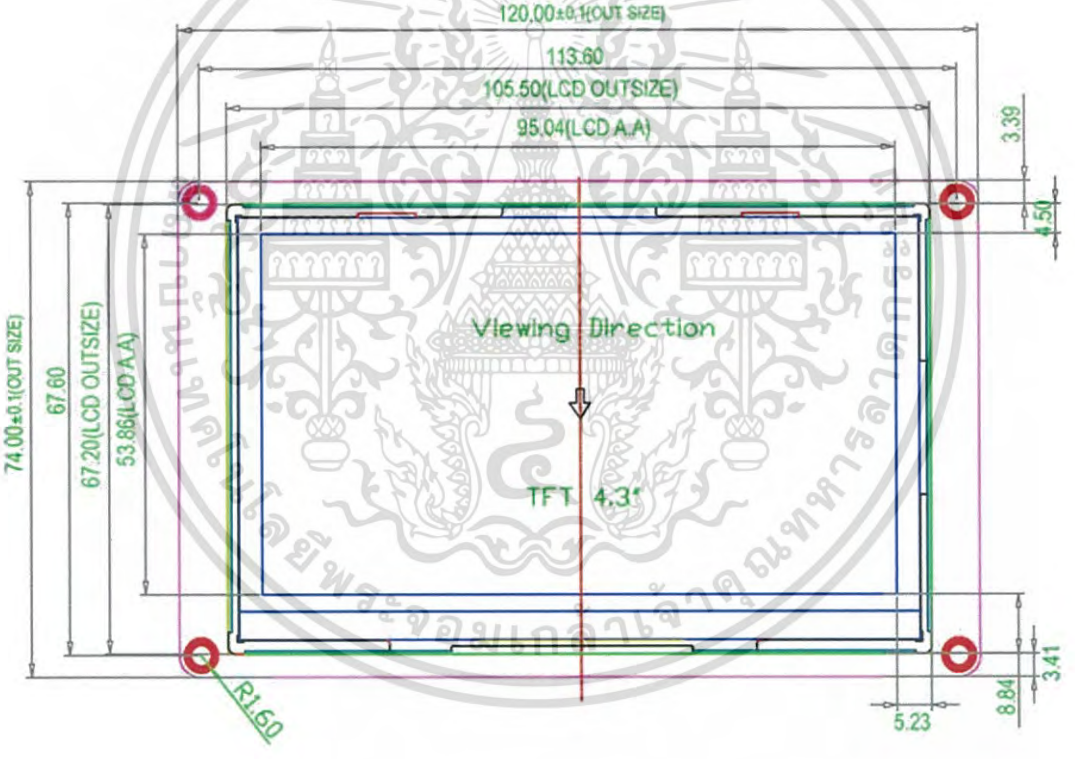
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input High Voltage	-	2.0	3.3	5.0	V
Intput Low Voltage	-	-0.7	0.0	1.3	V
Serial Port Mode	TTL				
Serial Port	4Pin_2.54mm				
USBinterface	No				
SDcard socket	Yes (FAT32 format), support maximum 32G Micro SD card				

•Memory Features

Memory Type	Descrip on	Min	Typical	Max	Unit
FLASH Memory	Store fonts and images	-	-	16	MB
RAM Memory	Store variables	-	2048	-	BYTE

•Product Size



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ESP8266EX
Datasheet

Version 5.8

Copyright © 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

About This Guide

This document introduces the specifications of ESP8266EX.

Release Notes

Date	Version	Release Notes
2015.12	V4.6	Updated Chapter 3.
2016.02	V4.7	Updated Section 3.6 and Section 4.1.
2016.04	V4.8	Updated Chapter 1.
2016.08	V4.9	Updated Chapter 1.
2016.11	V5.0	Added Appendix II "Learning Resources".
2016.11	V5.1	Changed the power consumption during Deep-sleep from 10 μA to 20 μA in Table 5-2.
2016.11	V5.2	Changed the crystal frequency range from "26 MHz to 52 MHz" to "24 MHz to 52 MHz" in Section 3.3.
2016.12	V5.3	Changed the minimum working voltage from 3.0V to 2.5V.
2017.04	V5.4	Changed chip input and output impedance from 50Ω to 39+j6 Ω.
2017.10	V5.5	Updated Chapter 3 regarding the range of clock amplitude to 0.8 ~ 1.5V.
2017.11	V5.6	Updated VDDPST from 1.8V ~ 3.3V to 1.8V ~ 3.6V.
2017.11	V5.7	Corrected a typo in the description of SDIO_DATA_0 in Table 2-1; Added the testing conditions for the data in Table 5-2.
2018.02	V5.8	Updated Wi-Fi protocols in Section 1.1; Updated description of the integrated Tensilica processor in 3.1.

Documentation Change Notification

Espressif provides email notifications to keep customers updated on changes to technical documentation. Please subscribe *here*.

Certification

Download certificates for Espressif products from *here*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table of Contents

1. Overview 1
   1.1. Wi-Fi Protocols 1
   1.2. Specifications 2
   1.3. Applications 3
2. Pin Definitions 4
3. Functional Description 6
   3.1. CPU, Memory, and Flash 6
      3.1.1. CPU 6
      3.1.2. Memory 6
   3.2. AHB and AHB Blocks 7
   3.3. Clock 7
      3.3.1. High Frequency Clock 7
      3.3.2. External Clock Requirements 8
   3.4. Radio 8
      3.4.1. Channel Frequencies 8
      3.4.2. 2.4 GHz Receiver 9
      3.4.3. 2.4 GHz Transmitter 9
      3.4.4. Clock Generator 9
   3.5. Wi-Fi 10
   3.6. Power Management 10
4. Peripheral Interface 12
   4.1. General Purpose Input/Output Interface (GPIO) 12
   4.2. Secure Digital Input/Output Interface (SDIO) 12
   4.3. Serial Peripheral Interface (SPI/HSPI) 13
      4.3.1. General SPI (Master/Slave) 13
      4.3.2. HSPI (Slave) 13
   4.4. I2C Interface 13
   4.5. I2S Interface 14
   4.6. Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) 14
   4.7. Pulse-Width Modulation (PWM) 15
   4.8. IR Remote Control 15
   4.9. ADC (Analog-to-Digital Converter) 16
   4.10. LED Light and Button 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Electrical Specifications 18
5.1. Electrical Characteristics 18
5.2. Power Consumption 18
5.3. Wi-Fi Radio Characteristics 19
6. Package Information 20
I. Appendix - Pin List 21
II. Appendix - Learning Resources 22
II.1. Must-Read Documents 22
II.2. Must-Have Resources 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Overview

Espressif's ESP8266EX delivers highly integrated Wi-Fi SoC solution to meet users' continuous demands for efficient power usage, compact design and reliable performance in the Internet of Things industry.

With the complete and self-contained Wi-Fi networking capabilities, ESP8266EX can perform either as a standalone application or as the slave to a host MCU. When ESP8266EX hosts the application, it promptly boots up from the flash. The integrated high-speed cache helps to increase the system performance and optimize the system memory. Also, ESP8266EX can be applied to any microcontroller design as a Wi-Fi adaptor through SPI / SDIO or I2C / UART interfaces.

ESP8266EX integrates antenna switches, RF balun, power amplifier, low noise receive amplifier, filters and power management modules. The compact design minimizes the PCB size and requires minimal external circuitries.

Besides the Wi-Fi functionalities, ESP8266EX also integrates an enhanced version of Tensilica's L106 Diamond series 32-bit processor and on-chip SRAM. It can be interfaced with external sensors and other devices through the GPIOs. Software Development Kit (SDK) provides sample codes for various applications.

Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP) enables sophisticated features including fast switch between sleep and wakeup mode for energy-efficient purpose, adaptive radio biasing for low-power operation, advance signal processing, spur cancellation and radio co-existence mechanisms for common cellular, Bluetooth, DDR, LVDS, LCD interference mitigation.

1.1. Wi-Fi Protocols

- 802.11 b/g/n support
- 2 x Wi-Fi interface, supports infrastructure BSS Station mode / P2P mode / SoftAP mode support
- Hardware accelerators for CCMP (CBC-MAC, counter mode), TKIP (MIC, RC4), WAPI (SMS4), WEP (RC4), CRC
- 802.11n support (2.4 GHz)
- Supports MIMO 1×1 and 2×1, STBC, and 0.4 μs guard interval
- WMM
- UMA compliant and certified
- Antenna diversity and selection (software managed hardware)
- Configurable packet traffic arbitration (PTA) with dedicated slave processor based design provides flexible and exact timing Bluetooth co-existence support for a wide range of Bluetooth Chip vendor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Dual and single antenna Bluetooth co-existence support with optional simultaneous receive (Wi-Fi/Bluetooth) capability

1.2. Specifications

Table 1-1. Specifications

Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Certification	Wi-Fi Alliance
	Protocols	802.11 b/g/n
	Frequency Range	2.4G ~ 2.5G (2400M ~ 2483.5M)
	Tx Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: –91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: –75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: –72 dbm (MCS7)
	Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit processor
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	Operating Voltage	2.5V ~ 3.6V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	–40°C ~ 125°C
	Storage Temperature Range	–40°C ~ 125°C
	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
	External Interface	-
Software	Wi-Fi Mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP
	User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/iOS App

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3. Applications

- Home appliances
- Home automation
- Smart plugs and lights
- Mesh network
- Industrial wireless control
- Baby monitors
- IP cameras
- Sensor networks
- Wearable electronics
- Wi-Fi location-aware devices
- Security ID tags
- Wi-Fi position system beacons

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Pin Definitions

Figure 2-1 shows the pin layout for 32-pin QFN package.

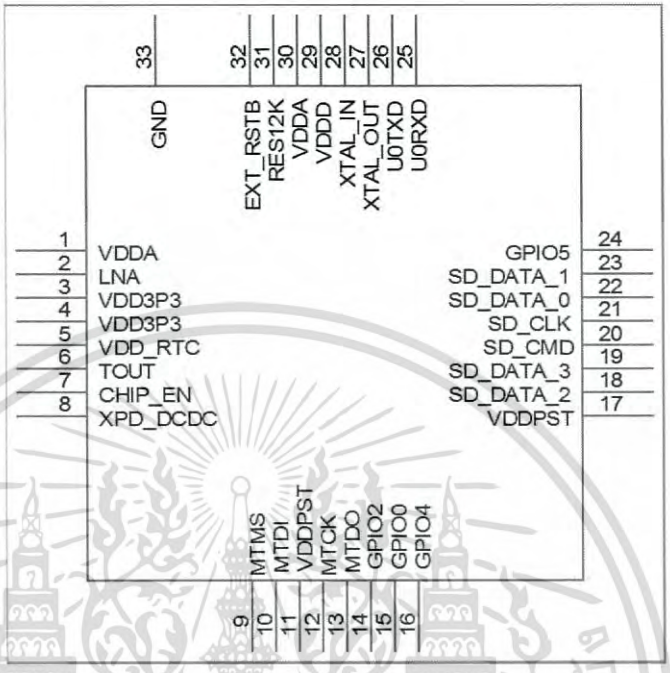


Figure 2-1. Pin Layout

Table 2-1 lists the definitions and functions of each pin.

Table 2-1. ESP8266EX Pin Definitions

Pin	Name	Type	Function
1	VDDA	P	Analog Power 2.5V ~ 3.6V
2	LNA	I/O	RF antenna interface Chip output impedance=39+j6 Ω. It is suggested to retain the π-type matching network to match the antenna.
3	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5V ~ 3.6V
4	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5V ~ 3.6V
5	VDD_RTC	P	NC (1.1V)
6	TOUT	I	ADC pin. It can be used to test the power-supply voltage of VDD3P3 (Pin3 and Pin4) and the input power voltage of TOUT (Pin 6). However, these two functions cannot be used simultaneously.
7	CHIP_PU	I	Chip Enable High: On, chip works properly Low: Off, small current consumed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin	Name	Type	Function
8	XPD_DCDC	I/O	Deep-sleep wakeup (need to be connected to EXT_RSTB); GPIO16
9	MTMS	I/O	GPIO 14; HSPI_CLK
10	MTDI	I/O	GPIO 12; HSPI_MISO
11	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8V ~ 3.6V)
12	MTCK	I/O	GPIO 13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
13	MTDO	I/O	GPIO 15; HSPI_CS; UART0_RTS
14	GPIO2	I/O	UART Tx during flash programming; GPIO2
15	GPIO0	I/O	GPIO0; SPI_CS2
16	GPIO4	I/O	GPIO4
17	VDDPST	P	Digital/IO Power Supply (1.8V ~ 3.6V)
18	SDIO_DATA_2	I/O	Connect to SD_D2 (Series R: 200Ω); SPIHD; HSPIHD; GPIO9
19	SDIO_DATA_3	I/O	Connect to SD_D3 (Series R: 200Ω); SPIWP; HSPIWP; GPIO10
20	SDIO_CMD	I/O	Connect to SD_CMD (Series R: 200Ω); SPI_CS0; GPIO11
21	SDIO_CLK	I/O	Connect to SD_CLK (Series R: 200Ω); SPI_CLK; GPIO6
22	SDIO_DATA_0	I/O	Connect to SD_D0 (Series R: 200Ω); SPI_MISO; GPIO7
23	SDIO_DATA_1	I/O	Connect to SD_D1 (Series R: 200Ω); SPI_MOSI; GPIO8
24	GPIO5	I/O	GPIO5
25	U0RXD	I/O	UART Rx during flash programming; GPIO3
26	U0TXD	I/O	UART Tx during flash programming; GPIO1; SPI_CS1
27	XTAL_OUT	I/O	Connect to crystal oscillator output, can be used to provide BT clock input
28	XTAL_IN	I/O	Connect to crystal oscillator input
29	VDDD	P	Analog Power 2.5V ~ 3.6V
30	VDDA	P	Analog Power 2.5V ~ 3.6V
31	RES12K	I	Serial connection with a 12 kΩ resistor and connect to the ground
32	EXT_RSTB	I	External reset signal (Low voltage level: active)

📖 ***Note:***

GPIO2, GPIO0, and MTDO are configurable on PCB as the 3-bit strapping register that determines the booting mode and the SDIO timing mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Functional Description

The functional diagram of ESP8266EX is shown as in Figure 3-1.

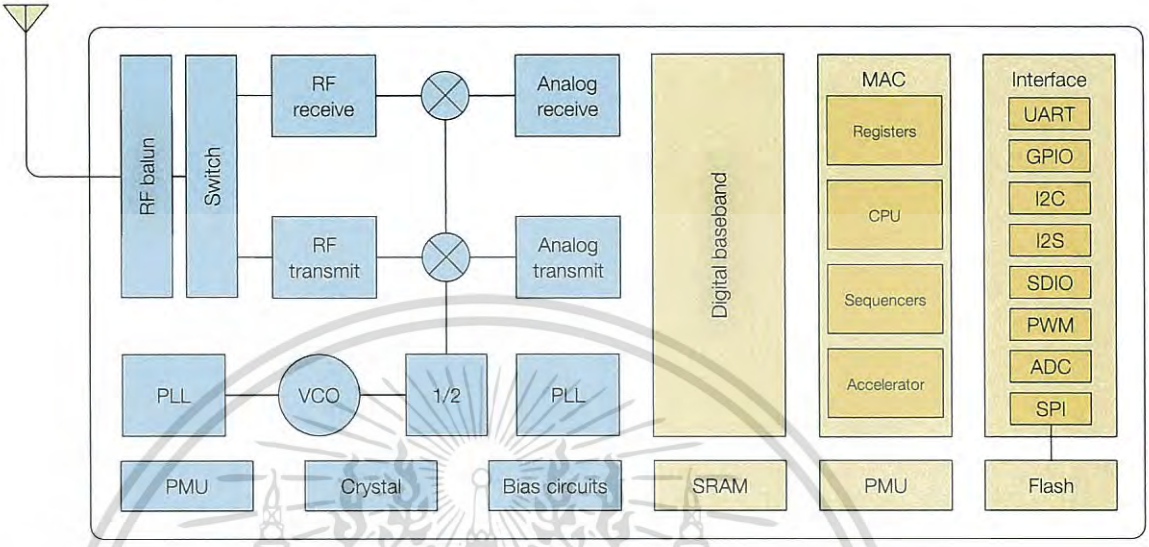


Figure 3-1. Functional Block Diagram

3.1. CPU, Memory, and Flash

3.1.1. CPU

The ESP8266EX integrates a Tensilica L106 32-bit RISC processor, which achieves extra-low power consumption and reaches a maximum clock speed of 160 MHz. The Real-Time Operating System (RTOS) and Wi-Fi stack allow 80% of the processing power to be available for user application programming and development. The CPU includes the interfaces as below.

- Programmable RAM/ROM interfaces (iBus), which can be connected with memory controller, and can also be used to visit flash.
- Data RAM interface (dBus), which can connected with memory controller.
- AHB interface which can be used to visit the register.

3.1.2. Memory

ESP8266EX Wi-Fi SoC integrates memory controller and memory units including SRAM and ROM. MCU can access the memory units through iBus, dBus, and AHB interfaces. All memory units can be accessed upon request, while a memory arbiter will decide the running sequence according to the time when these requests are received by the processor.

According to our current version of SDK, SRAM space available to users is assigned as below.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RAM size < 50 kB, that is, when ESP8266EX is working under the Station mode and connects to the router, programmable space accessible in heap + data section is around 50 kB.
- There is no programmable ROM in the SoC, therefore, user program must be stored in an external SPI flash.

External Flash

ESP8266EX uses external SPI flash to store user programs, and supports up to 16 MB memory capacity theoretically.

The minimum flash memory of ESP8266EX is shown in Table 3-1.

Table 3-1. Minimum Flash Memory

OTA	Minimum Flash Memory
Disabled	512 kB
Enabled	1 MB

3.2. AHB and AHB Blocks

The AHB block performs as an arbiter. It controls the AHB interfaces through the MAC, SDIO (host) and CPU. Depending on the address, the AHB data requests can go into one of the two slaves.

- APB block
- Flash controller (usually for standalone applications)

Data requests to the memory controller are usually high speed requests, and requests to the APB block are usually register access.

The APB block acts as a decoder that only accesses the programmable registers within the main blocks of ESP8266EX. Depending on the address, the APB request can go to radio, SI/SPI, SDIO (host), GPIO, UART, real-time clock (RTC), MAC or digital baseband.

3.3. Clock

3.3.1. High Frequency Clock

The high frequency clock on ESP8266EX is used to drive both transmit and receive mixers. This clock is generated from internal crystal oscillator and external crystal. The crystal frequency ranges from 24 MHz to 52 MHz.

The internal calibration inside the crystal oscillator ensures that a wide range of crystals can be used, nevertheless the quality of the crystal is still a factor to consider to have reasonable phase noise and good Wi-Fi sensitivity. Refer to Table 3-2 to measure the frequency offset.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-2. High Frequency Clock Specifications

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
Frequency	FXO	24	52	MHz
Loading capacitance	CL	-	32	pF
Motional capacitance	CM	2	5	pF
Series resistance	RS	0	65	Ω
Frequency tolerance	ΔFXO	–15	15	ppm
Frequency vs temperature (–25°C ~ 75°C)	ΔFXO,Temp	–15	15	ppm

3.3.2. External Clock Requirements

An externally generated clock is available with the frequency ranging from 24 MHz to 52 MHz. The following characteristics are expected to achieve good performance of radio.

Table 3-3. External Clock Reference

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
Clock amplitude	VXO	0.8	1.5	Vpp
External clock accuracy	ΔFXO,EXT	–15	15	ppm
Phase noise @1-kHz offset, 40-MHz clock	-	-	–120	dBc/Hz
Phase noise @10-kHz offset, 40-MHz clock	-	-	–130	dBc/Hz
Phase noise @100-kHz offset, 40-MHz clock	-	-	–138	dBc/Hz

3.4. Radio

ESP8266EX radio consists of the following blocks.

- 2.4 GHz receiver
- 2.4 GHz transmitter
- High speed clock generators and crystal oscillator
- Real time clock
- Bias and regulators
- Power management

3.4.1. Channel Frequencies

The RF transceiver supports the following channels according to IEEE802.11b/g/n standards.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3-4. Frequency Channel

Channel No.	Frequency (MHz)	Channel No.	Frequency (MHz)
1	2412	8	2447
2	2417	9	2452
3	2422	10	2457
4	2427	11	2462
5	2432	12	2467
6	2437	13	2472
7	2442	14	2484

3.4.2. 2.4 GHz Receiver

The 2.4 GHz receiver down-converts the RF signals to quadrature baseband signals and converts them to the digital domain with 2 high resolution high speed ADCs. To adapt to varying signal channel conditions, RF filters, automatic gain control (AGC), DC offset cancelation circuits and baseband filters are integrated within ESP8266EX.

3.4.3. 2.4 GHz Transmitter

The 2.4 GHz transmitter up-converts the quadrature baseband signals to 2.4 GHz, and drives the antenna with a high-power CMOS power amplifier. The function of digital calibration further improves the linearity of the power amplifier, enabling a state of art performance of delivering +19.5 dBm average power for 802.11b transmission and +16 dBm for 802.11n transmission.

Additional calibrations are integrated to offset any imperfections of the radio, such as:

- Carrier leakage
- I/Q phase matching
- Baseband nonlinearities

These built-in calibration functions reduce the product test time and make the test equipment unnecessary.

3.4.4. Clock Generator

The clock generator generates quadrature 2.4 GHz clock signals for the receiver and transmitter. All components of the clock generator are integrated on the chip, including all inductors, varactors, filters, regulators and dividers.

The clock generator has built-in calibration and self test circuits. Quadrature clock phases and phase noise are optimized on-chip with patented calibration algorithms to ensure the best performance of the receiver and transmitter.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5. Wi-Fi

ESP8266EX implements TCP/IP, the full 802.11 b/g/n WLAN MAC protocol and Wi-Fi Direct specification. It supports not only basic service set (BSS) operations under the distributed control function (DCF) but also P2P group operation compliant with the latest Wi-Fi P2P protocol. Low level protocol functions are handled automatically by ESP8266EX.

- RTS/CTS
- acknowledgement
- fragmentation and defragmentation
- aggregation
- frame encapsulation (802.11h/RFC 1042)
- automatic beacon monitoring / scanning, and
- P2P Wi-Fi direct

Like P2P discovery procedure, passive or active scanning is performed autonomously once initiated by the appropriate command. Power management is handled with minimum interaction with host to minimize active duty period.

3.6. Power Management

ESP8266EX is designed with advanced power management technologies and intended for mobile devices, wearable electronics and the Internet of Things applications.

The low-power architecture operates in three modes: active mode, sleep mode and Deep-sleep mode. ESP8266EX consumes about 20 μA of power in Deep-sleep mode (with RTC clock still running) and less than 1.0 mA (DTIM=3) or less than 0.6 mA (DTIM=10) to stay connected to the access point.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

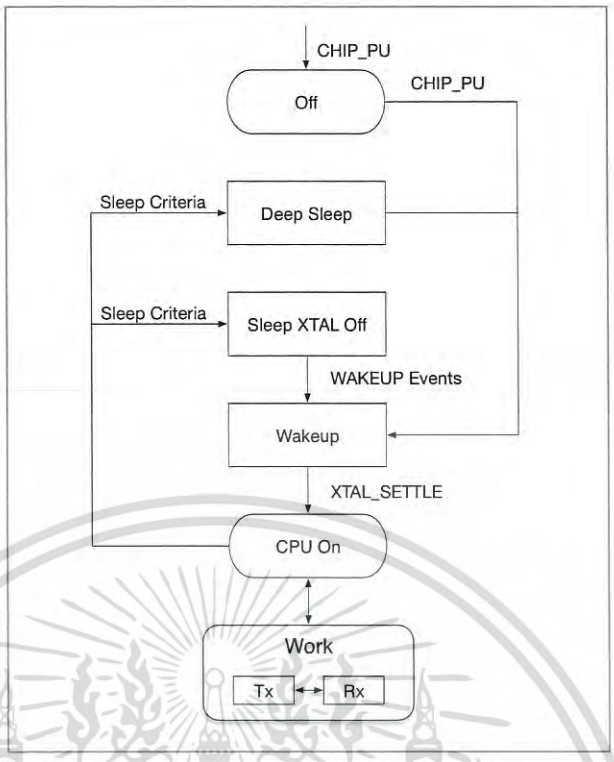


Figure 3-2. Power Management

- **Off**: CHIP_PU pin is low. The RTC is disabled. All registers are cleared.
- **Deep-sleep**: Only RTC is powered on—the rest of the chip is powered off. Recovery memory of RTC can save basic Wi-Fi connection information.
- **Sleep**: Only the RTC is operating. The crystal oscillator is disabled. Any wake-up events (MAC, host, RTC timer, external interrupts) will put the chip into the wakeup mode.
- **Wakeup**: In this state, the system switches from the sleep states to the PWR mode. The crystal oscillator and PLLs are enabled.
- **On**: The high speed clock is able to operate and sent to each block enabled by the clock control register. Lower level clock gating is implemented at the block level, including the CPU, which can be gated off using the WAITI instruction while the system is on.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Peripheral Interface

4.1. General Purpose Input/Output Interface (GPIO)

ESP8266EX has 17 GPIO pins which can be assigned to various functions by programming the appropriate registers.

Each GPIO can be configured with internal pull-up or pull-down, or set to high impedance, and when configured as an input, the data are stored in software registers; the input can also be set to edge-trigger or level trigger CPU interrupts. In short, the IO pads are bi-directional, non-inverting and tristate, which includes input and output buffer with tristate control inputs.

These pins can be multiplexed with other functions such as I2C, I2S, UART, PWM, IR Remote Control, LED Light and Button etc.

For low power operations, the GPIOs can also be set to hold their state. For instance, when the chip is powered down, all output enable signals can be set to hold low.

Optional hold functionality can be built into the IO if requested. When the IO is not driven by the internal or external circuitry, the hold functionality can be used to hold the state to the last used state. The hold functionality introduces some positive feedback into the pad. Hence, the external driver that drives the pad must be stronger than the positive feedback. The required drive strength is small—in the range of 5 µA to pull apart the latch.

4.2. Secure Digital Input/Output Interface (SDIO)

ESP8266EX has one Slave SDIO, the definitions of which are described as Table 4-1.

Table 4-1. Pin Definitions of SDIOs

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
SDIO_CLK	21	IO6	SDIO_CLK
SDIO_DATA0	22	IO7	SDIO_DATA0
SDIO_DATA1	23	IO8	SDIO_DATA1
SDIO_DATA_2	18	IO9	SDIO_DATA_2
SDIO_DATA_3	19	IO10	SDIO_DATA_3
SDIO_CMD	20	IO11	SDIO_CMD

📖 ***Note:***

4-bit 25 MHz SDIO v1.1 and 4-bit 50 MHz SDIO v2.0 are supported.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. Serial Peripheral Interface (SPI/HSPI)

ESP8266EX has three SPIs.

- One general Slave/Master SPI
- One Slave SDIO/SPI
- One general Slave/Master HSPI

Functions of all these pins can be implemented via hardware. The pin definitions are described as below.

4.3.1. General SPI (Master/Slave)

Table 4-2. Pin Definitions of SPIs

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
SDIO_CLK	21	IO6	SPICLK
SDIO_DATA0	22	IO7	SPIQ/MISO
SDIO_DATA1	23	IO8	SPID/MOSI
SDIO_DATA_2	18	IO9	SPIHD
SDIO_DATA_3	19	IO10	SPIWP
U0TXD	26	IO1	SPICS1
GPIO0	15	IO0	SPICS2

Note:

SPI mode can be implemented via software programming. The clock frequency is 80 MHz at maximum.

4.3.2. HSPI (Slave)

Table 4-3. Pin Definitions of HSPI (Slave)

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	HSPICLK
MTDI	10	IO12	HSPIQ/MISO
MTCK	12	IO13	HSPID/MOSI
MTDO	13	IO15	HPSICS

4.4. I2C Interface

ESP8266EX has one I2C used to connect with other microcontrollers and other peripheral equipments such as sensors. The pin definition of I2C is as below.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4-4. Pin Definitions of I2C

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	I2C_SCL
GPIO2	14	IO2	I2C_SDA

Both I2C Master and I2C Slave are supported. I2C interface functionality can be realized via software programming, and the clock frequency is 100 kHz at a maximum. It should be noted that I2C clock frequency should be higher than the slowest clock frequency of the slave device.

4.5. I2S Interface

ESP8266EX has one I2S data input interface and one I2S data output interface. I2S interfaces are mainly used in applications such as data collection, processing, and transmission of audio data, as well as the input and output of serial data. For example, LED lights (WS2812 series) are supported. The pin definition of I2S is shown in Table 4-5. I2S functionality can be enabled via software programming by using multiplexed GPIOs, and linked list DMA is supported.

Table 4-5. Pin Definitions of I2S

I2S Data Input			
Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTDI	10	IO12	I2SI_DATA
MTCK	12	IO13	I2SI_BCK
MTMS	9	IO14	I2SI_WS
MTDO	13	IO15	I2SO_BCK
U0RXD	25	IO3	I2SO_DATA
GPIO2	14	IO2	I2SO_WS

4.6. Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)

ESP8266EX has two UART interfaces UART0 and UART, the definitions are shown in Table 4-6.

Table 4-6. Pin Definitions of UART

Pin Type	Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
UART0	U0RXD	25	IO3	U0RXD
	U0TXD	26	IO1	U0TXD
	MTDO	13	IO15	U0RTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Type	Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
	MTCK	12	IO13	U0CTS
UART1	GPIO2	14	IO2	U1TXD
	SD_D1	23	IO8	U1RXD

Data transfers to/from UART interfaces can be implemented via hardware. The data transmission speed via UART interfaces reaches 115200 x 40 (4.5 Mbps).

UART0 can be used for communication. It supports fluid control. Since UART1 features only data transmit signal (Tx), it is usually used for printing log.

> 📖 ***Note:***
>
> *By default, UART0 outputs some printed information when the device is powered on and booting up. The baud rate of the printed information is relevant to the frequency of the external crystal oscillator. If the frequency of the crystal oscillator is 40 MHz, then the baud rate for printing is 115200; if the frequency of the crystal oscillator is 26 MHz, then the baud rate for printing is 74880. If the printed information exerts any influence on the functionality of the device, it is suggested to block the printing during the power-on period by changing (U0TXD, U0RXD) to (MTDO, MTCK).*

4.7. Pulse-Width Modulation (PWM)

ESP8266EX has four PWM output interfaces. They can be extended by users themselves. The pin definitions of the PWM interfaces are defined as below.

Table 4-7. Pin Definitions of PWM

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTDI	10	IO12	PWM0
MTDO	13	IO15	PWM1
MTMS	9	IO14	PWM2
GPIO4	16	IO4	PWM3

The functionality of PWM interfaces can be implemented via software programming. For example, in the LED smart light demo, the function of PWM is realized by interruption of the timer, the minimum resolution reaches as high as 44 ns. PWM frequency range is adjustable from 1000 µs to 10000 µs, i.e., between 100 Hz and 1 kHz. When the PWM frequency is 1 kHz, the duty ratio will be 1/22727, and a resolution of over 14 bits will be achieved at 1 kHz refresh rate.

4.8. IR Remote Control

One Infrared remote control interface is defined as below.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4-8. Pin Definitions of IR Remote Control

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTMS	9	IO14	IR Tx
GPIO5	24	IO 5	IR Rx

The functionality of Infrared remote control interface can be implemented via software programming. NEC coding, modulation, and demodulation are used by this interface. The frequency of modulated carrier signal is 38 kHz, while the duty ratio of the square wave is 1/3. The transmission range is around 1m which is determined by two factors: one is the maximum value of rated current, the other is internal current-limiting resistance value in the infrared receiver. The larger the resistance value, the lower the current, so is the power, and vice versa. The transmission angle is between 15° and 30° which is determined by the radiation direction of the infrared receiver.

4.9. ADC (Analog-to-Digital Converter)

ESP8266EX is embedded with a 10-bit precision SARADC. TOUT (Pin6) is defined as below:

Table 4-9. Pin Definition of ADC

Pin Name	Pin Num	Function Name
TOUT	6	ADC Interface

The following two functions can be implemented using ADC (Pin6). However, they cannot be implemented at the same time.

- Test the power supply voltage of VDD3P3 (Pin3 and Pin4).

Hardware Design	TOUT must be floating.
RF Initialization Parameter	The 107th byte of ***esp_init_data_default.bin*** (0 ~ 127 bytes), `vdd33_const` must be set to `0xFF`.
RF Calibration Process	Optimize the RF circuit conditions based on the testing results of VDD3P3 (Pin3 and Pin4).
User Programming	Use `system_get_vdd33` instead of `system_adc_read`.

- Test the input voltage of TOUT (Pin6).

Hardware Design	The input voltage range is 0 to 1.0V when TOUT is connected to external circuit.
RF Initialization Parameter	The value of the 107th byte of ***esp_init_data_default.bin*** (0 ~ 127 bytes), `vdd33_const` must be set to the real power supply voltage of Pin3 and Pin4. The working power voltage range of ESP8266EX is between 1.8V and 3.6V, while the unit of `vdd33_const` is 0.1V, therefore, the effective value range of `vdd33_const` is 18 to 36.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RF Calibration Process	Optimize the RF circuit conditions based on the value of `vdd33_const`. The permissible error is ±0.2V.
User Programming	Use `system_adc_read` instead of `system_get_vdd33`.

> 📖 ***Notes:***
>
> ***esp_init_data_default.bin*** *is provided in SDK package which contains RF initialization parameters (0 ~ 127 bytes).*
>
> *You can define the 107th byte in* ***esp_init_data_default.bin*** *to* `vdd33_const` *as below.*
>
> - *If vdd33_const = 0xff, the power voltage of Pin3 and Pin4 will be tested by the internal self-calibration process of ESP8266EX itself. RF circuit conditions should be optimized according to the testing results.*
> - *If 18 =< vdd33_const =< 36, ESP8266EX RF Calibration and optimization process is implemented via (vdd33_const/10).*
> - *If vdd33_const < 18 or 36 < vdd33_const < 255, ESP8266EX RF Calibration and optimization process is implemented via the default value 2.5V.*

4.10. LED Light and Button

ESP8266EX features 17 GPIOs, all of which can be assigned to support various functions of LED lights and buttons. Definitions of some GPIOs that are assigned with certain functions in demo application design are shown as below:

Table 4-10. Pin Definition of LED and Button

Pin Name	Pin Num	IO	Function Name
MTCK	12	IO13	Button (Reset)
GPIO0	15	IO0	Wi-Fi Light
MTDI	10	IO12	Link Light

Altogether three interfaces have been defined, one is for the button, while the other two are for LED light. Generally, MTCK is used for controlling the reset button; GPIO0 is used as an signal to indicate the Wi-Fi working state; MTDI is used as a signal light to indicate communication status between the device and the server.

> 📖 ***Note:***
>
> *Most interfaces described in this chapter can be multiplexed. Pin definitions that can be defined is not limited to the ones herein mentioned; you can customize the functions of the pins according to your specific application scenarios via software programming and hardware design.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Electrical Specifications

5.1. Electrical Characteristics

Table 5-1. Electrical Characteristics

Parameters		Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Storage Temperature Range		-	–40	Normal	125	°C
Maximum Soldering Temperature		IPC/JEDEC J-STD-020	-	-	260	°C
Working Voltage Value		-	2.5	3.3	3.6	V
I/O	V_{IL}/V_{IH}	-	–0.3/0.75V_{IO}	-	0.25V_{IO}/ 3.6	V
	V_{OL}/V_{OH}	-	N/0.8V_{IO}	-	0.1V_{IO}/N	
	I_{MAX}	-	-	-	12	mA
Electrostatic Discharge (HBM)		TAMB=25°C	-	-	2	KV
Electrostatic Discharge (CDM)		TAMB=25°C	-	-	0.5	KV

5.2. Power Consumption

Unless otherwise specified, the power consumption measurements are taken with a 3.0V supply at 25°C of ambient temperature. All transmitters' measurements are based on a 50% duty cycle.

Table 5-2. Power Consumption

Parameters	Min	Typical	Max	Unit
Tx802.11b, CCK 11Mbps, P_{OUT}=+17 dBm	-	170	-	mA
Tx 802.11g, OFDM 54Mbps, P_{OUT}=+15 dBm	-	140	-	mA
Tx 802.11n, MCS7, P_{OUT}=+13dBm	-	120	-	mA
Rx 802.11b, 1024 bytes packet length , –80 dBm	-	50	-	mA
Rx 802.11g, 1024 bytes packet length, –70 dBm	-	56	-	mA
Rx 802.11n, 1024 bytes packet length, –65 dBm	-	56	-	mA
Modem-sleep①	-	15	-	mA
Light-sleep②	-	0.9	-	mA
Deep-sleep③	-	20	-	μA
Power Off	-	0.5	-	μA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

📖 *Notes:*

① *Modem-sleep mode is used in the applications that require the CPU to be working, as in PWM or I2S applications. According to 802.11 standards (like U-APSD), it shuts down the Wi-Fi Modem circuit while maintaining a Wi-Fi connection with no data transmission to optimize power consumption. E.g. in DTIM3, maintaining a sleep of 300 ms with a wakeup of 3 ms cycle to receive AP's Beacon packages at interval requires about 15 mA current.*

② *During Light-sleep mode, the CPU may be suspended in applications like Wi-Fi switch. Without data transmission, the Wi-Fi Modem circuit can be turned off and CPU suspended to save power consumption according to the 802.11 standards (U-APSD). E.g. in DTIM3, maintaining a sleep of 300 ms with a wakeup of 3ms to receive AP's Beacon packages at interval requires about 0.9 mA current.*

③ *During Deep-sleep mode, Wi-Fi is turned off. For applications with long time lags between data transmission, e.g. a temperature sensor that detects the temperature every 100s, sleeps for 300s and wakes up to connect to the AP (taking about 0.3 ~ 1s), the overall average current is less than 1mA. The current of 20 μA is acquired at the voltage of 2.5V.*

5.3. Wi-Fi Radio Characteristics

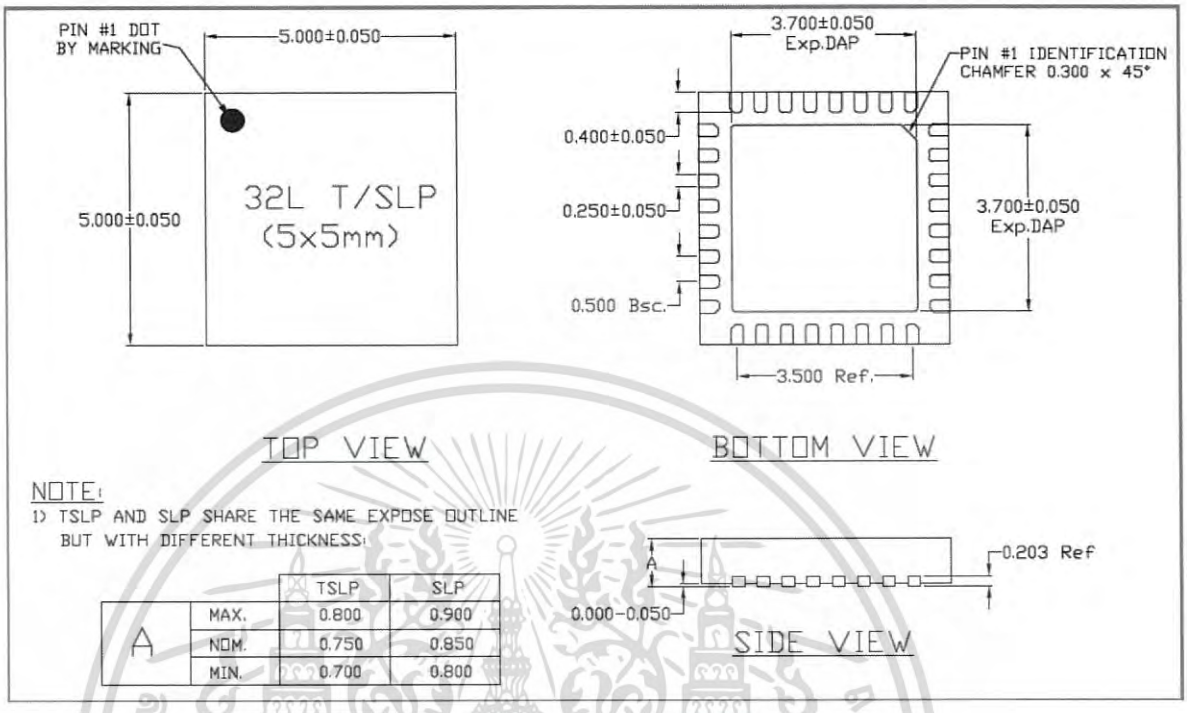
The following data are from tests conducted at room temperature, with a 3.3V power supply.

Table 5-3. Wi-Fi Radio Characteristics

Parameters	Min	Typical	Max	Unit
Input frequency	2412	-	2484	MHz
Output impedance	-	39+j6	-	Ω
Input reflection	-	-	–10	dB
Output power of PA for 72.2 Mbps	15.5	16.5	17.5	dBm
Output power of PA for 11b mode	19.5	20.5	21.5	dBm
Sensitivity				
DSSS, 1 Mbps	-	–98	-	dBm
CCK, 11 Mbps	-	–91	-	dBm
6 Mbps (1/2 BPSK)	-	–93	-	dBm
54 Mbps (3/4 64-QAM)	-	–75	-	dBm
HT20, MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps)	-	–72	-	dBm
Adjacent Channel Rejection				
OFDM, 6 Mbps	-	37	-	dB
OFDM, 54 Mbps	-	21	-	dB
HT20, MCS0	-	37	-	dB
HT20, MCS7	-	20	-	dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Package Information



		TSLP	SLP
A	MAX.	0.800	0.900
	NOM.	0.750	0.850
	MIN.	0.700	0.800

Figure 6-1. ESP8266EX Package

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I. Appendix - Pin List

For detailed pin information, please see *ESP8266 Pin List*.

- Digital Die Pin List
- Buffer Sheet
- Register List
- Strapping List

> 📖 ***Notes:***
>
> - *INST_NAME refers to the IO_MUX REGISTER defined in* ***eagle_soc.h****, for example MTDI_U refers to PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U.*
> - *Net Name refers to the pin name in schematic.*
> - *Function refers to the multifunction of each pin pad.*
> - *Function number 1 ~ 5 correspond to FUNCTION 0 ~ 4 in SDK. For example, set MTDI to GPIO12 as follows.*
>   - `#define FUNC_GPIO12 3 //defined in eagle_soc.h`
>   - `PIN_FUNC_SELECT(PERIPHS_IO_MUX_MTDI_U,FUNC_GPIO12)`

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

II. Appendix - Learning Resources

II.1. Must-Read Documents

- *ESP8266 Quick Start Guide*

  Description: This document is a quick user guide to getting started with ESP8266. It includes an introduction to the ESP-LAUNCHER, instructions on how to download firmware to the board and run it, how to compile the AT application, as well as the structure and debugging method of RTOS SDK. Basic documentation and other related resources for the ESP8266 are also provided.

- *ESP8266 SDK Getting Started Guide*

  Description: This document takes ESP-LAUNCHER and ESP-WROOM-02 as examples of how to use the ESP8266 SDK. The contents include preparations before compilation, SDK compilation and firmware download.

- *ESP8266 Pin List*

  Description: This link directs you to a list containing the type and function of every ESP8266 pin.

- *ESP8266 System Description*

  Description: This document provides a technical description of the ESP8266 series of products, including ESP8266EX, ESP-LAUNCHER and ESP-WROOM.

- *ESP8266 Hardware Matching Guide*

  Description: This document introduces the frequency offset tuning and antenna impedance matching for ESP8266 in order to achieve optimal RF performance.

- *ESP8266 Technical Reference*

  Description: This document provides an introduction to the interfaces integrated on ESP8266. Functional overview, parameter configuration, function description, application demos and other pieces of information are included.

- *ESP8266 Hardware Resources*

  Description: This zip package includes manufacturing BOMs, schematics and PCB layouts of ESP8266 boards and modules.

- *FAQ*

II.2. Must-Have Resources

- *ESP8266 SDKs*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Description: This webpage provides links both to the latest version of the ESP8266 SDK and the older ones.

- *ESP8266 Tools*

  Description: This webpage provides links to both the ESP8266 flash download tools and the ESP8266 performance evaluation tools.
- *ESP8266 Apps*
- *ESP8266 Certification and Test Guide*
- *ESP8266 BBS*
- *ESP8266 Resources*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Espressif IOT Team

www.espressif.com

Disclaimer and Copyright Notice

Information in this document, including URL references, is subject to change without notice.

THIS DOCUMENT IS PROVIDED AS IS WITH NO WARRANTIES WHATSOEVER, INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE, OR ANY WARRANTY OTHERWISE ARISING OUT OF ANY PROPOSAL, SPECIFICATION OR SAMPLE.

All liability, including liability for infringement of any proprietary rights, relating to use of information in this document is disclaimed. No licenses express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights are granted herein.

The Wi-Fi Alliance Member logo is a trademark of the Wi-Fi Alliance. The Bluetooth logo is a registered trademark of Bluetooth SIG.

All trade names, trademarks and registered trademarks mentioned in this document are property of their respective owners, and are hereby acknowledged.

Copyright © 2018 Espressif Inc. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้