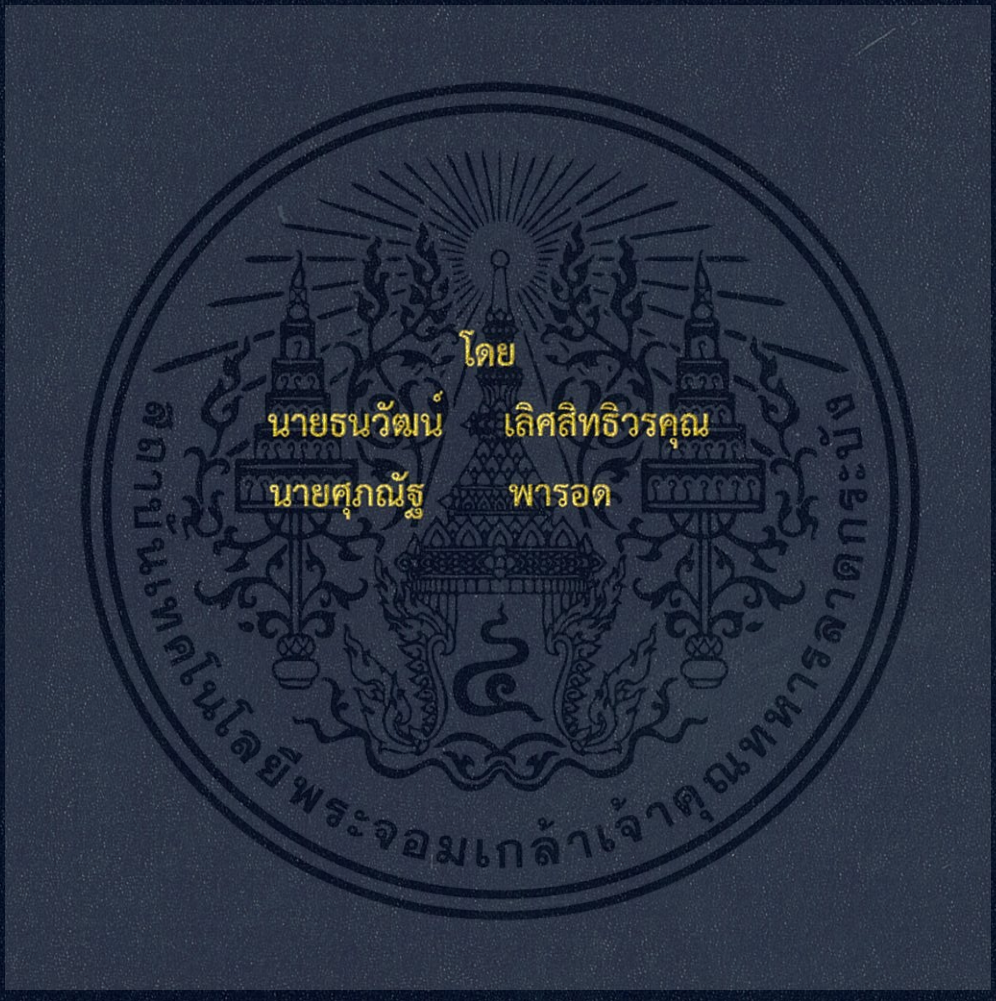
ระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการ
SERVICE QUEUING MANAGEMENT SYSTEM



โดย

นายธนวัฒน์ เลิศสิทธิวรคุณ

นายศุภณัฐ พารอด

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการ
SERVICE QUEUING MANAGEMENT SYSTEM

โดย

นายธนวัฒน์ เลิศสิทธิวรคุณ 55010514

นายศุภณัฐ พารอด 55011236

สจหมู่.....
เลขทะเบียน 144369
รับเดือน ปี 24 พ.ย. 2559

.b. 4128149542
.i.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

รศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์

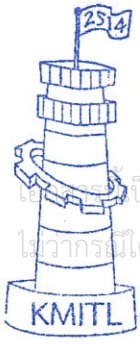
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

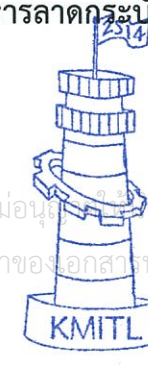
ปีการศึกษา 2558



ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)
อาจารย์ที่ปรึกษา
12/05/59

วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering



ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน
15/5/59

วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการ

SERVICE QUEUING MANAGEMENT SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายธนวัฒน์ เลิศสิทธิวรคุณ 55010514
2. นายศุภณัฐ พารอด 55011236

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานปริญญานิพนธ์“ระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการ”จะไม่สามารถทำสำเร็จได้ด้วยดีได้เลยหากขาดการสนับสนุนและกำลังใจจากหลายๆ ฝ่าย

การได้รับทุนอุดหนุนในการทำปริญญานิพนธ์จากภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน และ รศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา และ ผศ.ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์ ที่ค่อยให้คำปรึกษาคำแนะนำและแนวทางการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาและสนับสนุนทั้งสถานที่เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อปริญญานิพนธ์

นศ.ปริญญาโทและปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ห้อง T-109 ที่คอยให้คำปรึกษาคำแนะนาความรู้ต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ บิดามารดาและครอบครัวของผู้จัดทำที่คอยให้กำลังใจและเงินทุนสนับสนุนในการทำชิ้นงานของโครงงานปริญญานิพนธ์นี้

นายธนวัฒน์ เลิศสิทธิวรคุณ
นายศุภณัฐ พารอด
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการ
SERVICE QUEUING MANAGEMENT SYSTEM

โดย นายธนวัฒน์ เลิศสิทธิวรคุณ 55010514
นายศุภณัฐ พารอด 55011236

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เรื่องระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการ ระบบที่นำเสนอประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ 1) ระบบการจัดการการเข้าคิว 2) ชาร์จไร้สาย จะประกอบด้วยหลัก MCU ปุ่มกด หน้าจอ 7 ส่วนและลูกค้า MCU (มอเตอร์) เมื่อมีการได้รับอาหาร MCU (เครื่องส่ง) ในกรณีที่ถึงลำดับคิว MCU (เครื่องส่ง) จะส่งสัญญาณให้กับลูกค้า MCU นี้ (มอเตอร์) มอเตอร์ที่ระบุจะสั่นและให้ไฟ LED ที่จะแจ้งให้ลูกค้า สำหรับส่วนที่สองคือระบบชาร์จไร้สาย มีให้สำหรับการชาร์จแบตเตอรี่มอเตอร์ระบบประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขดลวดหลักที่เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟ AC 220/50Hz ไฟตรงที่ได้รับจะเป็นแบบไร้สายที่ส่งจากฐานชาร์จ

ABSTRACT

This project proposes a service queuing management system.The proposed system is composed of two main parts which are 1) the queuing management and 2) wireless charger. For queuing management part, It is composed of MCU master, keypad,7-segment screen, and MCU clients (motors). In case that the queue is ready, the MCU master will send the signal to the MCU clients (motors). The specified motors will vibrate and provide LED light to inform the customers. For the second part, wireless charger. Is provided for charging battery to the motors. It is composed of a transformer that has the primary coil connected to the AC power supply 220/50Hz. The obtained DC signal will be wireless transmitted to the charger base

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญ (ต่อ)		IV
สารบัญรูป		VI
สารบัญรูป (ต่อ)		VII
สารบัญตาราง		XII
บทที่ 1	**บทนำ**	
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	
	2.1 การชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย	3
	2.1.1 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	3
	2.1.2 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนาที่เกิดขึ้นบนเส้นลวดตัวนำที่เคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก	3
	2.1.3 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)	5
	2.2 การชาร์จแบตเตอรี่	7
	2.2.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	7
	2.2.2 วงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ซีเนอร์ไดโอด (Zener voltage regulator)	8
	2.2.3 วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซี (IC voltage regulator)	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 แบตเตอรี่	13
2.3.1 การจ่ายกระแสไฟฟ้า (Discharge)	13
2.3.2 การประจุไฟ (Charging)	14
2.3.3 ข้อควรระวังเกี่ยวกับแบตเตอรี่	14
2.4 ระบบเครือข่าย	15
2.4.1 OSI Model	15
2.4.2 การสื่อสารข้อมูล (Data communication)	20
2.4.3 Wireless LAN	21
2.4.4 โปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล	22
2.4.5 โปรโตคอลในลำดับชั้นเน็ตเวิร์ก	26
2.4.6 การกำหนดตำแหน่งที่อยู่ (Addressing)	28
2.4.7 คลาส (Classes)	31
2.4.8 การแบ่งเครือข่ายออกเป็นเครือข่ายย่อย (Subnetting)	31
2.4.9 ซับเน็ตมาสก์ (Subnet Mask)	33
2.4.10 โปรโตคอลในลำดับชั้นแอปพลิเคชัน	35
2.5 ชุดบอร์ดประมวลผล	39
2.5.1 อาร์ดูโน่	39
2.5.2 โมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266	39
2.5.3 จอสัมผัส (Touch screen)	42
2.5.4 โมดูลชาร์จไร้สาย (Wireless charger module)	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	
	3.1 การออกแบบ	50
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	66
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	70
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	
	4.1 การทดสอบการทำงานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์	71
	4.2 การทดสอบการทำงานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์	73
	4.3 การทดสอบการสื่อสารของเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย	76
	4.4 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์คีย์แพด	77
	4.5 การทดสอบการส่งผ่านแรงดันไฟฟ้าแบบไร้สาย	80
	4.6 การทดสอบทำการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย	82
	4.7 การทดสอบทำการเก็บค่าพิกัดตำแหน่งในแกน X และแกน Y บนหน้าจอสัมผัส	85
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	
	5.1 สรุปผล	92
	5.2 ข้อเสนอแนะ	92
บรรณานุกรม		**93**
ภาคผนวก		94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในเส้นลวดตรง	3
2.2	ขดลวดตัวนำหมุนตัดฟลักซ์แม่เหล็ก	4
2.3	โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	5
2.4	บล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดัน	8
2.5	การต่อวงจรเรกกูเลเตอร์กับโหลด	8
2.6	กราฟลักษณะสมบัติทางกระแสและแรงดันของซีเนอร์ไดโอด	9
2.7	สัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอด	9
2.8	กราฟแสดงคุณลักษณะของกระแสและแรงดันของซีเนอร์ไดโอดเมื่อได้รับไบอัสกลับ	9
2.9	วงจรสมมูลของซีเนอร์ไดโอดและการหาค่าความต้านทานภายในของซีเนอร์ไดโอด	10
2.10	เมื่อต่อซีเนอร์ไดโอดกับไฟตรงปรับค่าได้	11
2.11	วงจรรักษาระดับแรงดันโดยซีเนอร์ไดโอดเมื่อโหลดมีความต้านทานไม่คงที่	11
2.12	รูปร่างของไอซีเรกกูเลเตอร์	13
2.13	โครงสร้าง OSI Model	15
2.14	Application-oriented layers	16
2.15	Network-dependent layer	16
2.16	Application Layer	17
2.17	Session Layer	18
2.18	Transport Layer	19
2.19	องค์ประกอบพื้นฐานของการสื่อสารข้อมูล	20
2.20	การสื่อสารทางเดียว (Simplex)	20
2.21	การสื่อสารกึ่งสองทิศทาง (Half Duplex)	20
2.22	การสื่อสารแบบสองทิศทาง (Full Duplex)	21
2.23	เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในมุมมองของ TCP/IP	22
2.24	เปรียบเทียบระหว่างแบบจำลอง OSI และสถาปัตยกรรมชุดโปรโตคอล TCP/IP	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.25	TCP/IP และแบบจำลอง OSI	24
2.26	การจัดเรียงลำดับหมายเลขของแต่ละดาต้าแกรม	24
2.27	แสดงการเอ็นแคปซูเลตและดีแคปซูเลตของ TCP/IP Network Model	24
2.28	การจำลองทำงานแบบคอนเน็กชันเลสของโปรโตคอล UDP	26
2.29	การจำลองสร้างคอนเน็กชันเพื่อเชื่อมต่อกับโฮสตปลายทางก่อนที่จะดำเนินการส่งข้อมูลของโปรโตคอล TCP	26
2.30	ไอพีดาต้าแกรม (IP datagram)	27
2.31	ส่วนประกอบของไอพีแอดเดรส	29
2.32	การอ้างอิงไอพีแอดเดรสดวยรูปแบบทศนิยม (Dotted–Decimal Notation)	29
2.33	รูปแบบไอพีแอดเดรส (IP Address Format)	29
2.34	แสดงช่วงความกว้างของไอพีแอดเดรสในแต่ละคลาส	30
2.35	เครือข่ายที่มีลำดับสามระดับหรือการทำซับเน็ต	32
2.36	การกำหนดตำแหน่งในเครือข่ายแบบไม่มีซับเน็ตและแบบมีซับเน็ต	33
2.37	การติดตั้งซับเน็ตมาสก์	34
2.38	แสดงการบริหารจัดการเครือข่ายด้วย SNMP	36
2.39	HTTP ทรานแซกชัน	37
2.40	แสดงรูปแบบและส่วนต่างๆ ของ URL	38
2.41	การใช้ภาษา HTML และเครื่องหมายแท็กที่ให้แสดงตัวอักษรตัวหนาโดยผ่านโปรแกรมบราวเซอร์เพื่อแสดงดูผลลัพธ์	38
2.42	ตัวอย่างโมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266	40
2.43	ตัวอย่างบอร์ด NodeMCU รุ่น DW.miniESP (ESP8266-07 Model)	40
2.44	ตำแหน่งขาต่างๆ ของโมดูล ESP-01	41
2.45	จอสัมผัสแบบ Resistive	42
2.46	โครงสร้างภายในของจอสัมผัส	42
2.47	หน้าจอชั้นบนโค้งลงไปกระทบกับแผ่นกระจกชั้นล่าง	43
2.48	แกน XY ที่ใช้ในการแบ่งแรงดัน	44
2.49	ส่วนที่ใช้การควบคุมการสลับแกนและคำนวณระยะห่าง	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.50	จอสัมผัสแบบ Capacitive	46
2.51	โมดูลชาร์จไร้สาย	47
3.1	บล็อกไดอะแกรมของระบบจัดการลำดับคิวของการเข้ารับบริการ	49
3.2	บล็อกไดอะแกรมของระบบส่วนของอุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย	49
3.3	การส่งข้อมูลโดยผ่านอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อสัญญาณอินเตอร์เน็ต	50
3.4	ระบบเครื่องแม่ข่าย	51
3.5	แพ็กเกจของเครื่องแม่ข่าย	51
3.6	แผนผังการทำงานของระบบเครื่องแม่ข่าย	52
3.7	ระบบเครื่องแม่ข่ายแบบหน้าจอสัมผัส	52
3.8	แพ็กเกจของเครื่องแม่ข่ายแบบหน้าจอสัมผัส	53
3.9	ตัวอย่างตำแหน่งที่ทำการรับค่าพิกัดแกน X และแกน Y	53
3.10	ตำแหน่งพิกัดของการกำหนดปุ่มบนหน้าจอสัมผัส	54
3.11	แผนผังกำหนดพิกัดบนหน้าจอสัมผัส	55
3.12	แผนผังการทำงานของระบบเครื่องแม่ข่ายแบบหน้าจอสัมผัส	56
3.13	วงจรแปลงไฟ 5 โวลต์	57
3.14	ลายวงจรวงจรแปลงไฟ 5 โวลต์	57
3.15	วงจรของเครื่องลูกข่ายโดยใช้ NodeMCU	58
3.16	ลายวงจรของเครื่องลูกข่ายโดยใช้บอร์ด NodeMCU	58
3.17	แผนผังการทำงานของระบบเครื่องลูกข่าย	59
3.18	วงจรของเครื่องลูกข่ายโดยใช้ชิป ESP8266	60
3.19	ลายวงจรของเครื่องลูกข่ายโดยใช้ชิป ESP8266	60
3.20	แพ็กเกจของเครื่องลูกข่ายขนาด 7 X 9 X 5 ซม. น้ำหนัก 0.2 Kg	60
3.21	การออกแบบการเหนี่ยวนำของขดลวดทองแดง	61
3.22	วงจรชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายฝั่งปฐมภูมิ	62
3.23	วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น	62
3.24	โมดูลชาร์จแบตเบอรี่แบบไร้สาย	63
3.25	แพ็กเกจแท่นสำหรับชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย (ด้านหน้า)	64
3.26	แพ็กเกจแท่นสำหรับชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย (ด้านข้าง)	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.27	หน้าเว็บเพจที่ใช้สั่งการระบบจัดการคิว	65
3.28	หน้าเว็บเพจระบบป้องกันการเข้าถึงของบุคคลอื่นเบื้องต้น	65
3.29	แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง	66
3.30	เครื่องกำเนิดสัญญาณ	66
3.31	เครื่องออสซิโลสโคป	67
3.32	บอร์ดอาร์ดูโน่	67
3.33	บอร์ด Node MCU รุ่น DW.miniESP (ESP8266-07 Model)	68
3.34	คีย์แพด (Keypad)	68
3.35	แบตเตอรี่ 4.8 โวลต์ 800 มิลลิแอมป์	69
3.36	ชิป ESP8266 (ESP-12)	69
3.37	จอ TFT Touch Screen	70
4.1	วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์	71
4.2	ผลการทดสอบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์	71
4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับแรงดันอินพุตของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์	72
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับความต้านทานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์	73
4.5	วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์	73
4.6	ผลการทดสอบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์	74
4.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับแรงดันอินพุตของวงจรแปลงแรงดัน 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์	75
4.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับความต้านทานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์	76
4.9	ข้อมูลการสื่อสารระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่าย	76
4.10	ผลการทำงานของมอเตอร์ไวเบรเตอร์ที่เครื่องลูกข่าย เมื่อได้รับคำสั่ง /status/1	77
4.11	การทดลองวัดสัญญาณของอุปกรณ์คีย์แพด	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.12	สัญญาณเอาต์พุตที่แถว 1 และที่คอลัมน์ 1 ของคีย์แพดในกรณีไม่มีการกดปุ่มคีย์แพด	78
4.13	สัญญาณเอาต์พุตที่แถว 1 และที่คอลัมน์ 1 ของคีย์แพดเมื่อทำการกดหมายเลข 1	78
4.14	สัญญาณเอาต์พุตที่แถว 1 และที่คอลัมน์ 1 ของคีย์แพดเมื่อทำการกดปุ่มหมายเลขอื่นที่อยู่ในแถวที่ 1	79
4.15	สัญญาณเอาต์พุตที่แถว 1 และที่คอลัมน์ 1 ของคีย์แพดเมื่อทำการกดปุ่มหมายเลขอื่นที่อยู่ในคอลัมน์ที่ 1	79
4.16	การส่งผ่านแรงดันไฟฟ้าแบบไร้สาย	80
4.17	ผลการทดสอบการส่งผ่านแรงดันแบบไร้สาย โดยเอาสัญญาณอินพุตเทียบกับสัญญาณเอาต์พุต	80
4.18	โมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย	81
4.19	สัญญาณเอาต์พุตของการส่งสัญญาณที่ขดลวดฝั่งปฐมภูมิ เมื่อสัญญาณอินพุตเป็นแรงดันไฟตรง 12 โวลต์	81
4.20	สัญญาณที่ขาเอาต์พุตฝั่งทุติยภูมิของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย	82
4.21	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ชาร์จเข้าแบตเตอรี่ (โวลต์) เทียบกับเวลา (นาที) ของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย	83
4.22	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ชาร์จเข้าแบตเตอรี่ (แอมป์) เทียบกับเวลา (นาที) ของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย	83
4.23	การออกแบบตำแหน่งปุ่มบนหน้าจอ	85
4.24	ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 1	85
4.25	ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 2	86
4.26	ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 3	86
4.27	ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 4	87
4.28	ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 5	87
4.29	ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 6	88
4.30	ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 7	88
4.31	ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 8	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.32 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 9 89
4.33 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 0 90
4.34 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่ม Clear 90
4.35 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่ม Enter 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงความแตกต่างของแต่ละมาตรฐานเครือข่ายแลนไร้สาย	21
2.2	รายละเอียดไอพีแอดเดรสคลาส A,B และ C	31
2.3	ค่าดีฟอลต์ซับเน็ตมาสก์ของแต่ละคลาส	34
2.4	เครือข่ายที่ไม่มีการทำซับเน็ต	34
2.5	เครือข่ายที่มีการมาสก์เพื่อทำซับเน็ต	35
2.6	ตัวอย่างชื่อย่อโดเมนและชนิดของโดเมน	35
2.7	ขาของโมดูล ESP8266 ESP-01	41
2.8	ค่าของอุปกรณ์โมดูลชาร์จไร้สาย	48
4.1	แรงดันเอาต์พุตของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ ที่ค่าความต้านทานต่างๆ	72
4.2	แรงดันเอาต์พุตของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ ที่ค่าแรงดันอินพุตต่างๆ	74
4.3	แรงดันเอาต์พุตของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ ที่ค่าความต้านทานต่างๆ	75
4.4	ผลการทดสอบการชาร์จเข้าแบตเตอรี่ของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากปัญหาความแออัดของลูกค้าภายในร้านบริเวณหน้าเคาน์เตอร์ของผู้ให้บริการขนาดใหญ่ ซึ่งปัญหาที่พบเจอบ่อย ทำให้มีผู้ที่มาใช้บริการต้องรอคิวหนาแน่นบริเวณหน้าเคาน์เตอร์ซึ่งการรอคอยเป็นเวลานาน ก็อาจทำให้เกิดความตึงเครียดแก่ลูกค้าได้ นอกจากนั้นทางร้านจะต้องจัดหาพนักงานมาทำหน้าที่เรียกคิวซึ่งอาจทำให้เกิดเสียงรบกวนแก่ผู้ใช้บริการคนอื่นๆ ได้

ดังนั้นปริญญานิพนธ์นี้ จึงได้นำเสนอระบบที่จะช่วยแก้ปัญหาที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยชุดอุปกรณ์นี้เหมาะสำหรับการให้บริการที่มีผู้ใช้บริการหนาแน่น โดยใช้ในการเรียกคิวผู้ใช้บริการระหว่างรออยู่ในบริเวณใกล้เคียง เมื่อถึงคิวใดผู้ให้บริการเพียงแค่กดปุ่มหมายเลขคิวเพื่อส่งสัญญาณแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้บริการที่ได้รับหมายเลขคิวนั้นไปยังอุปกรณ์ที่ผู้ใช้บริการถืออยู่ ซึ่งอุปกรณ์จะทำการแสดงผลการเรียกด้วยไฟและการสั่น ระบบบัตรคิวอิเล็กทรอนิกส์นี้สามารถช่วยลดความแออัดบริเวณด้านหน้าเคาน์เตอร์ของทางร้านผู้ให้บริการ ซึ่งจะช่วยจัดการปัญหาความแออัดบริเวณหน้าเคาน์เตอร์ของผู้ให้บริการ นอกจากนี้เนื่องจากอุปกรณ์บัตรคิวอิเล็กทรอนิกส์ต้องถูกใช้งานทั้งวันการเปลี่ยนแบตเตอรี่บ่อยๆ จึงไม่ค่อยสะดวก ผู้จัดทำจึงได้สร้างแท่นชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายให้กับบัตรคิวอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งการชาร์จแบบไร้สายสามารถป้องกันการกระชากของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับกรณีใช้สายได้ ทำให้สามารถยืดอายุแบตเตอรี่ของตัวอุปกรณ์ได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 สร้างเครื่องอำนวยความสะดวกในการสั่งซื้อสินค้าและบัตรคิวอิเล็กทรอนิกส์สามารถแจ้งเตือนให้ลูกค้าทราบ

1.2.2 สร้างแท่นชาร์ตแบตเตอรี่ลูกข่ายแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 เครื่องลูกข่ายจะแสดงผลโดยการมีสั่นและหลอดไฟ LED กระพริบเมื่อมีการส่งสัญญาณมาจากเครื่องแม่ข่าย

1.3.2 เครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายสามารถส่งสัญญาณและรับสัญญาณแบบโครงข่ายไร้สายในระยะ 10 เมตร

1.3.3 สามารถควบคุมและอ่านคำสั่งบนบอร์ดอาร์ดูโน่ผ่านระบบ Wi-Fi โดยใช้โมดูล ESP8266

1.3.4 เครื่องลูกข่ายสามารถชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายได้ทันทีเมื่ออยู่บนแท่นชาร์จ

1.3.5 ระบบสามารถรองรับเครื่องลูกข่ายสูงสุดได้ 10 เครื่องและมีระยะที่สามารถเรียกเครื่องลูกข่ายได้ 100 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

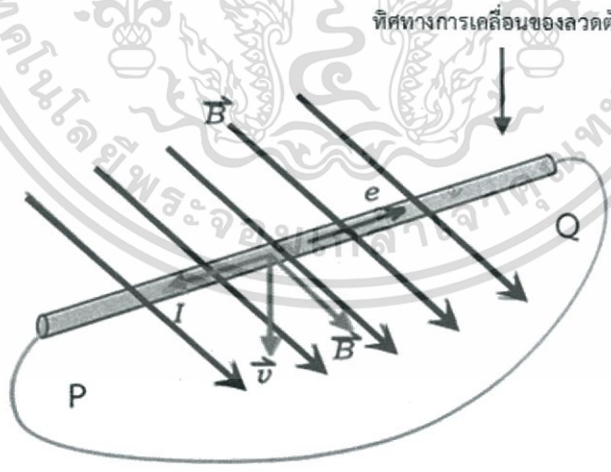
2.1 การชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย

2.1.1 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

กระแสเหนี่ยวนำจะเกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำซึ่งจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหรือฟลักซ์แม่เหล็กบริเวณรอบลวดตัวนำนั้น ในทางกลับกันฟลักซ์แม่เหล็กจะทำให้มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นซึ่งเป็นไปตามกฎของ ไมเคิล ฟาราเดย์ กล่าวคือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งการเปลี่ยน ฟลักซ์แม่เหล็กนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในตัวนำที่วางอยู่ในบริเวณนั้นเรียกผลที่เกิดขึ้นว่า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) และเรียกกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากวิธีนี้ว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ [1]

2.1.2 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นบนเส้นลวดตัวนำที่เคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก

ภายในลวดตัวนำนั้นจะมีอิเล็กตรอนอิสระอยู่เป็นจำนวนมากเมื่อให้ลวดตัวนำนี้เคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับฟลักซ์แม่เหล็ก จะมีผลทำให้อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ภายในลวดตัวนำเคลื่อนที่ด้วยจึงเกิดแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนให้เคลื่อนจากปลาย Q ไปปลาย P ดังรูปที่ 2.1 หรือเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในลวดนี้ในทิศจากปลาย P ไปปลาย Q เรียกกระแสที่เกิดขึ้นนี้ว่า “กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ” [2]

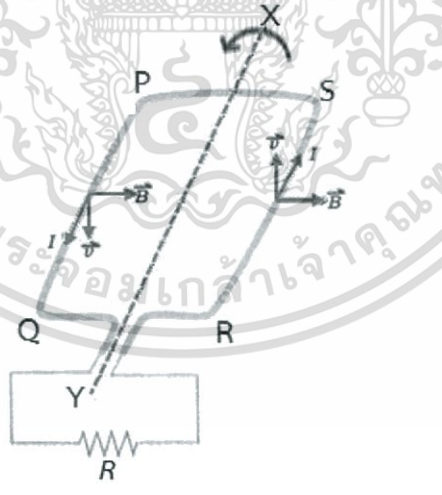


รูปที่ 2.1 การเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในเส้นลวดตรง [2]

เมื่อเคลื่อนเส้นลวดตัวนำในสนามแม่เหล็กเส้นลวดตัวนำ PQ เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $\vec{v}$ ในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ ดังนั้นจะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่ออิเล็กตรอนอิสระในเส้นลวดตัวนำในทิศตั้งฉากกับระนาบของ $\vec{v}$ และ $\vec{B}$ ซึ่งจะอยู่ในแนวเส้นลวด PQ มีผลทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต่างศักย์ระหว่างปลาย PQ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าปลายทั้งสองของเส้นลวดตัวนำมีความต่างศักย์ VPQ ดังนั้นถ้าต่อเส้นลวดตัวนำนี้ให้ครบวงจรก็จะมีกระแสไฟฟ้าในวงจรแสดงว่า ปลายทั้งสองของเส้นลวดตัวนำทำหน้าที่เสมือนเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induced electromotive force) จากที่กล่าวมาแล้วเป็นการใช้เส้นลวดตัวนำตรงเคลื่อนที่ตัดฟลักซ์แม่เหล็กถ้าให้ขดลวดตัวนำรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากหมุนตัดฟลักซ์แม่เหล็กในแนวตั้งฉากกับทิศสนามแม่เหล็ก จะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดรูปสี่เหลี่ยมดังรูปที่ 2.2 โดยให้ขดลวด PQRS หมุนรอบแกน XY ในทิศทวนเข็มนาฬิกาเมื่อพิจารณาลวดตัวนำส่วน PQ และ RS จะเห็นว่าลวด PQ และ RS เคลื่อนที่ตัดฟลักซ์แม่เหล็กในทิศลงและขึ้น ดังนั้นจะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ I โดยกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมีทิศจาก P ไป Q และจาก R ไป S พร้อมกันและเมื่อนำขดลวดตัวนำต่อกับแอมมิเตอร์ที่สามารถวัดกระแสไฟฟ้าค่าน้อยๆได้และนำขดลวดนี้เคลื่อนที่เข้าใกล้หรือออกห่างแท่งแม่เหล็ก จะพบว่าขณะที่ขดลวดตัวนำเคลื่อนนั้นจะมีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นซึ่งสังเกตได้จากการเบนของเข็มชี้ของแอมมิเตอร์แต่ขณะที่ขดลวดตัวนำอยู่นิ่งจะไม่มีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเป็นผลที่ได้จากแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า เมื่อฟลักซ์แม่เหล็กผ่านที่ขดลวดตัวนำมีค่าเปลี่ยนแปลงจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในขดลวดตัวนำซึ่งเป็นผลให้มีกระแสไฟฟ้าในขดลวดตัวนำนั้น

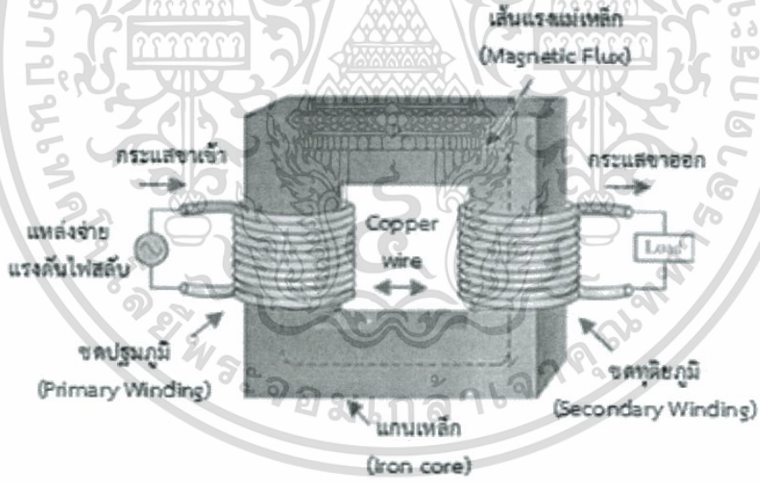


รูปที่ 2.2 ขดลวดตัวนำหมุนตัดฟลักซ์แม่เหล็ก [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้านั้นอาศัยหลักการความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเส้นแรงแม่เหล็กในการสร้างแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำให้กับตัวนำ คือเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดตัวนำก็จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบๆตัวนำนั้น และถ้ากระแสที่ป้อนมีขนาดและทิศทางที่เปลี่ยนแปลงไปมาก็จะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยถ้าสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวตัดผ่านตัวนำก็จะเกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นที่ตัวนำนั้น โดยขนาดของแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำจะสัมพันธ์กับความเข้มของสนามแม่เหล็กและความเร็วในการตัดผ่านตัวนำของสนามแม่เหล็ก [3] พิจารณาจากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่าโครงสร้างของหม้อแปลงจะประกอบไปด้วยขดลวด 2 ขดพันรอบแกนที่เป็นสื่อกลางของเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งอาจเป็นแกนเหล็ก แกนเฟอไรท์หรือแกนอากาศขดลวดที่ต้องจ่ายไฟเข้าไปเรียกว่า ขดปฐมภูมิ (Primary Winding) และขดลวดอีกขดที่ต่อเข้ากับโหลดเรียกว่า ขดทุติยภูมิ (Secondary Winding) เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับให้กับขดปฐมภูมิก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไปมาโดยเส้นแรงแม่เหล็กดังกล่าวก็จะวิ่งไปมาตามแกนและไปตัดกับขดทุติยภูมิ ทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดทุติยภูมิที่ต่อกับโหลดโดยแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กและจำนวนรอบของขดลวด



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1 การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

เมื่อปล่อยแรงดันไฟสลับเข้าที่ขดปฐมภูมิจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กชักนำขึ้น ทำให้เกิดแรงดันไฟสลับขึ้นที่ขดทุติยภูมิโดยมีความถี่เท่าเดิม ขดทุติยภูมิจะมีขดลวดขดเดียวหรือหลายขดก็ได้ แรงดันไฟสลับที่เกิดขึ้นที่ขดทุติยภูมิจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของขดลวดระหว่างขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ สามารถคำนวณได้ว่าทางขดปฐมภูมิจะใช้ขดลวดกี่รอบต่อ 1 โวลต์แล้ว ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของขดลวด

เมื่อสามารถหาได้ว่าขดลวดกี่รอบต่อโวลต์แล้ว ทางขดทุติยภูมิก็สามารถที่จะพันให้ได้จำนวนรอบตามที่ต้องการได้และถ้าจำนวนรอบของขดปฐมภูมิเท่ากับจำนวนรอบของขดทุติยภูมิแรงดันไฟสลับที่ออกมาที่ขดทุติยภูมิจะเท่ากับแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้าไปที่ขดปฐมภูมิ ซึ่งถ้าป้อนแรงดันไฟสลับเข้าที่ขดปฐมภูมิ 220 โวลต์ แรงดันไฟสลับออกที่ขดทุติยภูมิจะเท่ากับ 220 โวลต์เช่นกัน

ถ้าให้ E_p เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าทางขดปฐมภูมิ

E_s เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิ

N_p เป็นจำนวนรอบของขดปฐมภูมิ

N_s เป็นจำนวนรอบของขดทุติยภูมิ

และให้ $\Delta\emptyset$ เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก

กำหนดสมการได้ดังนี้ คือ

$$E_p = N_p \times \Delta\emptyset \quad (2.1)$$

และ $$E_p = N_s \times \Delta\emptyset \quad (2.2)$$

เมื่อนำสมการที่ (2.1) มาหารด้วยสมการที่ (2.2)

จะได้

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad (2.3)$$

จากสมการที่ (2.3) จะได้ว่า

$$E_s = \frac{N_s}{Np} E_p \quad (2.4)$$

จากสมการที่ (2.4) จะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนจำนวนรอบของขดทุติยภูมิและขดปฐมภูมิ โดยถ้าเราพันขดลวดทุติยภูมิให้มีจำนวนรอบมากกว่าขดปฐมภูมิแรงดันไฟฟ้าขาออกทางขดทุติยภูมิก็จะสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามาทางขดปฐมภูมิเรียกว่า หม้อแปลงชนิดแปลงแรงดันขึ้น (Step up transformer) แต่ถ้าพันขดทุติยภูมิให้มีจำนวนรอบน้อยกว่าขดปฐมภูมิแรงดันไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิก็จะต่ำกว่าแรงดันที่จ่ายเข้ามาทางขดปฐมภูมิเรียกว่า หม้อแปลงชนิดแปลงแรงดันลง (Step down transformer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย ถ้าให้ I_p เป็นกระแสไฟฟ้าทางขดปฐมภูมิ

I_s เป็นกระแสไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิ

และสมมุติว่าไม่มีการสูญเสียใดๆ คือ กำลังไฟฟ้าขาออก เท่ากับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามา

จะได้ว่า $I_s \times E_s = I_p \times E_p$

หรือ $$\frac{I_s}{I_p} = \frac{E_p}{E_s}$$

และพิจารณาจากสมการที่ (2.3) จะได้

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

หรือ $$I_s = \frac{N_p}{N_s} I_p \qquad (2.5)$$

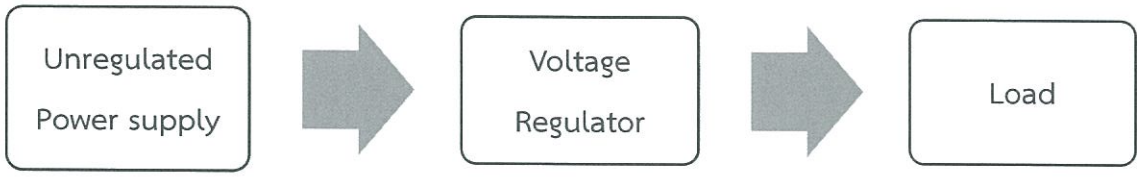
จากสมการที่ (2.5) ถ้าโหลดมีการดึงกระแสทางขดทุติยภูมิมากขึ้น กระแสไฟฟ้าทางขดปฐมภูมิก็จะสูงขึ้นด้วย ในกรณีเป็นหม้อแปลงชนิดแปลงขึ้น คือ $N_s > N_p$ กระแสทางขดทุติยภูมิ (I_s) ก็จะน้อยกว่าค่ากระแสทางขดปฐมภูมิ (I_p) ซึ่งหมายถึง ขนาดของลวดที่ใช้พันขดทุติยภูมิจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดของขดปฐมภูมิ แต่ถ้าเป็นหม้อแปลงชนิดแปลงแรงดันลง คือ $N_s < N_p$ ค่าของกระแสทางขดทุติยภูมิ (I_s) ก็จะสูงกว่ากระแสทางขดปฐมภูมิ (I_p) ซึ่งหมายถึง ขนาดของลวดที่ใช้พันขดทุติยภูมิจะมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของขดปฐมภูมิ

2.2 การชาร์จแบตเตอรี่

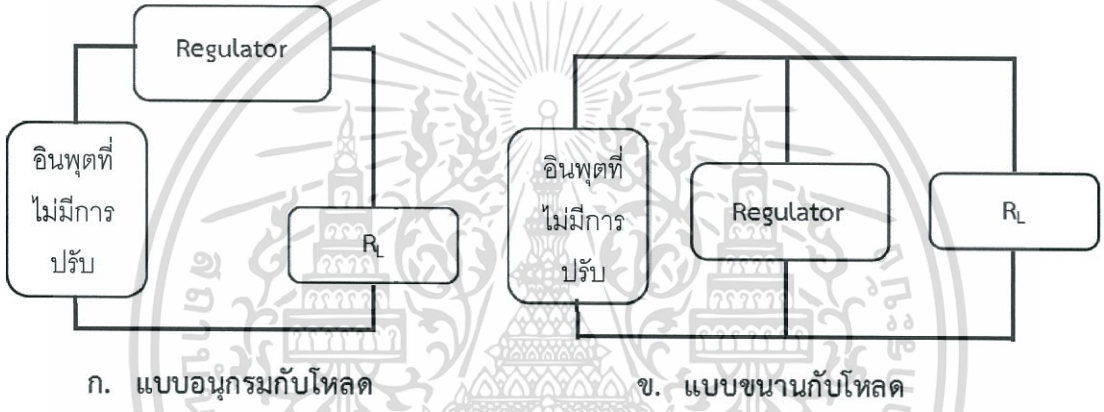
2.2.1 วงจรรักษาระดับแรงดันไฟตรง

วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage regulator) คือวงจรที่ต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟตรงไม่คงค่า (Unregulator Power Supply) กับโหลด ซึ่งมีหน้าที่จ่ายไฟตรงให้กับโหลดและสามารถรักษาแรงดันให้คงที่ขณะที่โหลดเปลี่ยน (กระแสขาออกเปลี่ยนแปลง) แรงดันของแหล่งจ่ายไฟตรงไม่คงค่าเปลี่ยนแปลงทั้งนี้รวมถึงระลอกคลื่น (Ripple) และอุณหภูมิของวงจรเปลี่ยนแปลงด้วยจากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2.4 ซึ่งแสดงบล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันสัญญาณที่ออกมาจากเอาต์พุตของวงจรกรองแรงดันยังคงไม่เรียบเท่าที่ควร ซึ่งยังมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นๆ ลงๆ ในลักษณะคล้ายสัญญาณฟันเลื่อย เนื่องจากว่าตัวเก็บประจุมีการเก็บและคายประจุอยู่ตลอดเวลา หากจะนำสัญญาณเอาต์พุตของวงจรนี้ไปใช้งาน ควรใช้กับงานที่ไม่ต้องการความละเอียดของแหล่งจ่ายไฟมากนัก แต่ถ้าเป็นงานที่ต้องการความละเอียดของแหล่งจ่ายไฟ จะต้องใช้วงจรเรกกูเลเตอร์ซึ่งจะทำหน้าที่ปรับแต่งสัญญาณที่ไม่ราบเรียบ ให้เรียบจนเกือบเป็นไฟตรง 100% การสร้างวงจรเรกกูเลเตอร์จะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การสร้างแบบอนุกรมกับโหลด และแบบขนานกับโหลด โดยใช้ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์และไอซี ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดัน



ก. แบบอนุกรมกับโหลด **ข. แบบขนานกับโหลด**

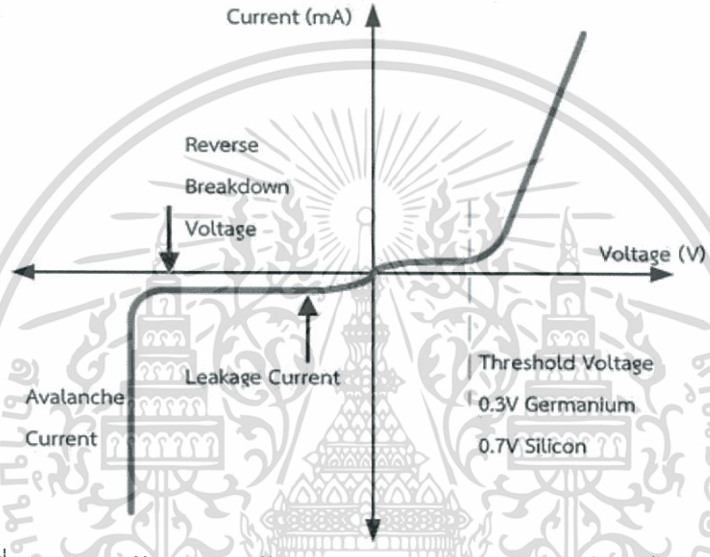
รูปที่ 2.5 การต่อวงจรเรกกูเลเตอร์กับโหลด

2.2.2 วงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ซีเนอร์ไดโอด (Zener voltage regulator)

ซีเนอร์ไดโอด (Zener diode) เป็นไดโอดชนิดพิเศษที่สร้างให้มีการทำงานแตกต่างจากไดโอดเรียงกระแสทั่วไปกล่าวคือ เมื่อให้ไบอัสตรงกับซีเนอร์ไดโอดการทำงานจะเหมือนกับไดโอดเรียงกระแส คือนำกระแสได้และมีแรงดันตกคร่อมที่ซีเนอร์ไดโอดขณะได้รับไบอัสเท่ากับ V_B แต่เมื่อซีเนอร์ไดโอดได้รับไบอัสกลับถึงค่าแรงดันที่กำหนดซีเนอร์ไดโอดจะนำกระแสได้และจะเกิดแรงดันตกคร่อมตัวเองที่เท่ากับแรงดันที่กำหนดจากบริษัทผู้ผลิต กราฟคุณสมบัติและสัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอดแสดงในรูปที่ 2.6 และ 2.7 ตามลำดับ [4]

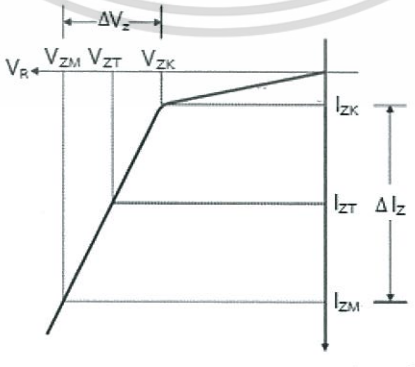
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะของการพังทลาย (Breakdown Characteristics) พิจารณาจากกราฟลักษณะสมบัติโดยเฉพาะการพังทลายของซีเนอร์ไดโอดเมื่อได้รับการไบอัสกลับดังรูปที่ 2.8 เมื่อเพิ่มแรงดันไบอัสกลับจนถึงค่าแรงดันซีเนอร์ (V_Z) จะเกิดกระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดมากขึ้นที่จุดเอียงของกราฟ (knee Point) จะมีกระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดเท่ากับ I_{ZK} และถ้าซีเนอร์ไดโอดได้รับแรงดันสูงสุดขึ้นอีกกระแสจะเพิ่มขึ้นแต่แรงดันซีเนอร์จะคงที่ แต่ถ้าเพิ่มกระแสเกินกว่าค่ากระแสซีเนอร์สูงสุด (I_{ZM}) แรงดันซีเนอร์จะไม่คงที่



รูปที่ 2.6 กราฟลักษณะสมบัติทางกระแสและแรงดันของซีเนอร์ไดโอด [4]

รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอด [4]



รูปที่ 2.8 กราฟแสดงคุณลักษณะของกระแสและแรงดันของซีเนอร์ไดโอดเมื่อได้รับไบอัสกลับ [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการนำซีเนอร์ไดโอดไปใช้ในการควบคุมให้แรงดันไฟตรงคงที่ โดยใช้ค่าแรงดันซีเนอร์นั้นจึงต้องออกแบบวงจรควบคุมให้มีกระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดย่านระหว่างค่ากระแส I_{ZK} ถึงค่า I_{ZM} สำหรับกระแส I_{ZT} หมายถึง ค่ากระแสทดสอบค่าแรงดันซีเนอร์ (Zener Test Current) ซึ่งเป็นค่ากระแสที่พิกัดของแรงดันซีเนอร์ตามค่าที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

2.2.2.1 วงจรสมมูลของซีเนอร์ไดโอด (Zener diode equivalent)

เนื่องจากซีเนอร์ไดโอดมีคุณสมบัติจ่ายแรงดันคงที่ เมื่อได้รับการไบอัสกลับ ดังนั้นในทางอุดมคติ (Ideal) ซีเนอร์ไดโอดจึงมีวงจรเทียบเท่าหรือวงจรสมมูลเป็นแบตเตอรี่มีขนาดแรงดันไฟตรงเท่ากับ V_z โดยมีขั้วบวกของ V_z อยู่ที่แคโทดและขั้วลบของ V_z อยู่ที่แอโนด ดังรูปที่ 2.9 ก. แต่ในทางปฏิบัติจะมีค่าความต้านทานภายในรอยต่อของซีเนอร์ไดโอด R_z อยู่ด้วย ดังนั้นวงจรสมมูลของซีเนอร์ไดโอดในทางปฏิบัติจึงเป็นดังรูปที่ 2.9 ข. ซึ่งค่าความต้านทานของซีเนอร์ไดโอดจะหาได้จากสมการที่ (2.6)

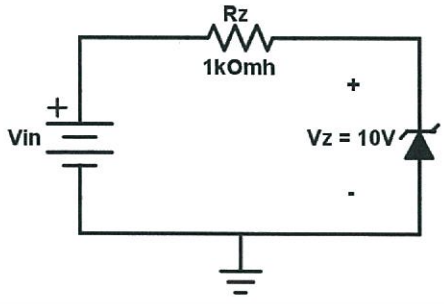
$$R_z = \frac{\Delta V_z}{\Delta I_z} \tag{2.6}$$

รูปที่ 2.9 วงจรสมมูลของซีเนอร์ไดโอดและการหาค่าความต้านทานภายในของซีเนอร์ไดโอด [4]

2.2.2.2 การออกแบบวงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ซีเนอร์ไดโอด

การควบคุมแรงดันขาออกให้คงที่เมื่อแรงดันขาเข้าเปลี่ยนแปลง เมื่อนำซีเนอร์ไดโอดต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรงปรับค่าได้ (DC power supply) ดังรูปที่ 2.10 และปรับค่าแรงดันป้อนเข้าซีเนอร์ไดโอด (V_{in}) ให้มีค่ามากกว่าแรงดันซีเนอร์จะเกิดกระแสซีเนอร์ (I_z) ไหลผ่านตัวต้านทานและซีเนอร์ไดโอดจะเห็นว่าแรงดันขาออกของวงจร (V_{out}) มีค่าคงที่ แต่ถ้าลดแรงดัน V_{in} ลงแต่ต้องไม่น้อยกว่าค่าของ V_z จะทำให้กระแส I_z ลดลงซึ่งถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง I_{ZK} ถึง I_{ZM} แล้วค่าของ V_{out} จะยังคงที่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 เมื่อต่อซีเนอร์ไดโอดกับไฟตรงปรับค่าได้ [4]

ดังตัวอย่างเช่น เมื่อนำซีเนอร์ไดโอดขนาด V_{in} = 10V ต่อกับแหล่งจ่ายไฟอีกอันหนึ่งและต่อตัวต้านทานจำกัดกระแสขนาด 1kΩ ซึ่งไดโอดนี้มีค่า I_{ZK} = 4mA และ I_{ZM} = 40mA ต้องการทราบว่าแรงดันขาเข้า V_{in} จะมีค่าอยู่ในช่วงใดแรงดันขาออก V_{out} จึงมีค่าเท่ากับ 10V

ที่ I_{ZK} : $V_R = 4mA \times 1k\Omega = 4V$

แต่ $V_R = V_{in} - V_z$

ดังนั้น $V_{in} = V_R + V_z = 14V$

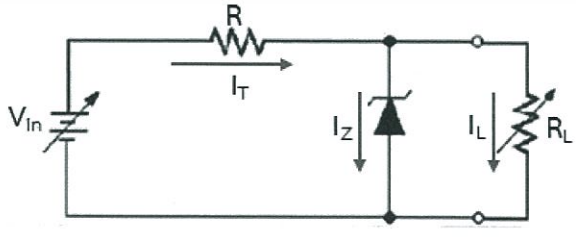
ที่ I_{ZM} : $V_R = 40mA \times 1k\Omega = 40V$

ดังนั้น $V_{in} = V_R + V_z = 50V$

แสดงว่า แรงดันเอาต์พุต V_{out} = 10 V ได้ในย่านการเปลี่ยนแปลงของแรงดันอินพุตระหว่าง V_{in} = 14V ~ 50V

2.2.2.3 การควบคุมแรงดันเมื่อโหลดเปลี่ยนแปลง

เมื่อนำโหลด (R_L) มาต่อที่เอาต์พุตของวงจรควบคุมแรงดันคงที่ ที่ใช้ซีเนอร์ไดโอด ดังรูปที่ 2.11 ซึ่งซีเนอร์ไดโอดจะทำหน้าที่ควบคุมแรงดันตกคร่อมที่โหลดให้มีค่าแรงดันคงที่ที่แรงดันซีเนอร์ ซึ่งขึ้นกับค่ากระแสที่ไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดนั่นเอง การเปลี่ยนแปลงค่าของกระแสโหลด (I_L) เนื่องจากความต้านทานโหลดเปลี่ยนแปลงนั้นจะเป็นผลให้ค่าของกระแสซีเนอร์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย การที่ซีเนอร์ไดโอดจะรักษาระดับแรงดันซีเนอร์ให้มีค่าคงที่ได้ กระแสซีเนอร์ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง $I_{ZK} - I_{ZM}$ และย่านของกระแสโหลดที่เปลี่ยนแปลงไปแต่ระดับแรงดันตกคร่อมโหลดยังคงที่อยู่ได้ (Load regulation)



รูปที่ 2.11 วงจรรักษาระดับแรงดันโดยซีเนอร์ไดโอดเมื่อโหลดมีความต้านทานไม่คงที่ [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.4 เปอร์เซ็นต์เรกกูเลชัน (Percent Regulation)

ในวงจรซีเนอร์ไดโอดจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์เรกกูเลชัน 2 ส่วนคือ

1) เปอร์เซ็นต์ Line regulation หมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงแรงดันขาออกของวงจรรักษาแรงดันกับอัตราการเปลี่ยนแปลงแรงดันขาเข้าของวงจรมีค่า ดังสมการที่ 2.7

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Line regulation} = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}} \times 100\% \quad (2.7)$$

2) เปอร์เซ็นต์ Load regulation หมายถึงอัตราการส่วนระหว่างความแตกต่างของแรงดันตกคร่อมโหลด เมื่อโหลดมีค่าความต้านทานต่ำสุด และเมื่อโหลดมีค่าความต้านทานสูงสุดมีค่าดังสมการที่ 2.8

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Load regulation} = \frac{V_{NL}-V_{FL}}{V_{FL}} \times 100\% \quad (2.8)$$

2.2.3 วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซี (IC voltage regulator)

วงจรแหล่งจ่ายไฟสมัยใหม่ที่นิยมมากที่สุดคือ วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซี (Integrated Circuit : IC) เนื่องจากใช้งานง่ายและมีราคาไม่แพงมาก อีกทั้งยังมีวงจรป้องกันภายในตัวไอซีเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีหลายประเภทไว้ให้เลือกเพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน ไอซีวงจรรักษาระดับแรงดันจะมีลักษณะต่างๆดังนี้ คือ วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีหลายขา วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซี 3 ขาแบบแรงดันเอาต์พุตคงที่บวกและลบ และวงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซี 3 ขา แบบปรับค่าแรงดันเอาต์พุตได้ วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีจะได้สัญญาณแรงดันอินพุตมาจากวงจรเรคติไฟเออร์ที่ผ่านการกรองแรงดันมาแล้ว โดยวงจรเรกกูเลเตอร์จะทำหน้าที่ปรับแต่งแรงดันให้เรียบขึ้นและรักษาระดับแรงดันให้คงที่ตลอดการใช้งาน

2.2.3.1 วงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ไอซี 3 ขาแบบแรงดันเอาต์พุตคงที่

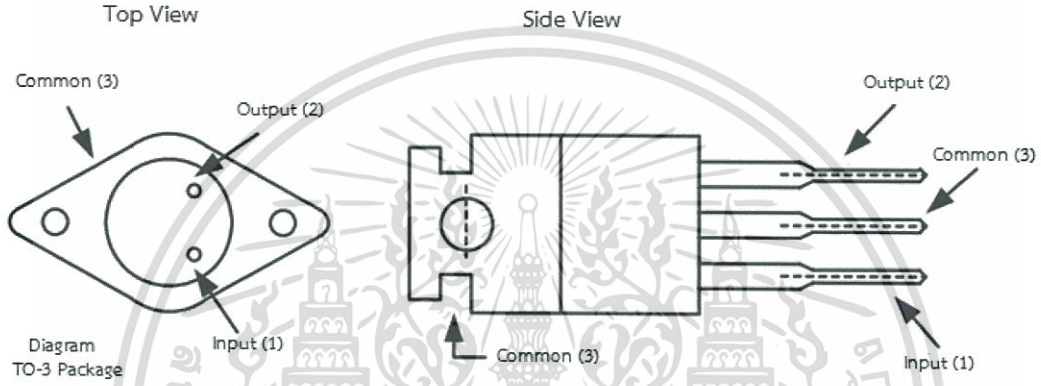
แรงดันคงที่ชนิด 3 ขา (Three- terminal fixed voltage regulators) เป็นไอซีที่ให้แรงดันออกมาคงที่ (ตามเบอร์ไอซี) โดยประกอบด้วย 3 ขาคือ อินพุตของแรงดันที่ยังไม่มีการรักษาระดับแรงดัน (Unregulated input) เอาต์พุตที่มีการรักษาระดับแรงดัน (Regulated output) และจุดร่วม (Common) หรือจุดลงกราวนด์ (Ground) ไอซีชนิดนี้สามารถจำแนกได้ 2 ประเภทคือ

1) วงจรรักษาระดับแรงดันคงที่ด้านบวก (Fixed voltage regulators) จะขึ้นต้นด้วย 78XX โดยที่ XX นี้หมายถึงแรงดันไฟตรงที่ผ่านการรักษาระดับแรงดันแล้ว เช่น 7805 จะให้แรงดันไฟตรงออกมาคงที่ 5V

2) วงจรรักษาระดับแรงดันคงที่ด้านลบ (Negative fixed Voltage Regulators) จะขึ้นต้นด้วย 79XX โดยที่ XX นี้มีความหมายคือเป็นแรงดันไฟลบที่ผ่านการรักษาระดับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปร่างของไอซีชนิดนี้จะมีอยู่ 2 แบบ ดังรูปที่ 2.12 คือ ถ้าเป็นไอซีที่จ่ายกระแสได้ประมาณ 1A ตัวไอซีจะมีรูปร่าง TO –220 Package แต่ถ้าจ่ายกระแสได้สูงกว่านั้น ตัวไอซีจะมีรูปร่างเป็น TO-3 Package โดยทั้ง 2 แบบนี้ต้องติดแผ่นระบายความร้อนให้กับตัวไอซีด้วย ถ้าไอซีที่จ่ายกระแสได้ต่ำกว่า 1A ก็จะมีรูปร่างเล็กลงไปด้วย ซึ่งผู้ผลิตจะไม่มีการเตรียมสำหรับยึดตัวไอซีเข้ากับแผนระบายความร้อน (Heat Sink) เนื่องจากเกิดความร้อนขึ้นไม่มาก แต่เราก็ไม่ค่อยนำมาใช้มากนัก เนื่องจากจ่ายกระแสได้ต่ำ



รูปที่ 2.12 รูปร่างของไอซีเรกกูเลเตอร์ [4]

2.3 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ (Battery) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไป ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) ที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ พร้อมกับสารละลายอิเล็กโตรไลต์ (Electrolyte solution) แบตเตอรี่อาจประกอบด้วยเซลล์กัลวานิกเพียง 1 เซลล์หรือมากกว่าก็ได้

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บไฟฟ้าเท่านั้น ไม่ได้ผลิตไฟฟ้าสามารถประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ (Recharge) ได้หลายครั้ง และประสิทธิภาพจะไม่เต็ม 100% จะอยู่ที่ประมาณ 80% เพราะมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาเคมีจากการประจุหรือจ่ายประจุ

2.3.1 การจ่ายกระแสไฟฟ้า (Discharge)

การกระจ่ายกระแสไฟฟ้านั้นควรหลีกเลี่ยงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเกินความสามารถของแบตเตอรี่ (Over discharge) โดยการใช้งานหนักเกินความจำเป็น (Over load) เนื่องจากจะทำให้อายุของแบตเตอรี่สั้นลง เพราะฉะนั้นควรให้แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าประมาณ 70-80% ของตัวเก็บประจุ เช่น แบตเตอรี่ 24V ควรมี Cut-off discharge voltage ประมาณ 20.4V

สภาพการใช้และความจุของแบตเตอรี่ ความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับสภาพของแบตเตอรี่ เช่น แบตเตอรี่ที่แห้งและสะอาด จะมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ ซึ่งควรมีความระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง การจ่ายกระแสไฟฟ้าจะทำให้ความจุของแบตเตอรี่ลดลงเมื่อจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิ ความจุของแบตเตอรี่จะลดลงเมื่อใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิต่างๆ การใช้งานมานาน ความจุของแบตเตอรี่จะลดลงเมื่อมีอายุมากขึ้น การใช้งานบ่อยครั้งหรือเป็นเวลานานขึ้น

2.3.2 การประจุไฟ (Charging)

1) แบตเตอรี่เมื่อผ่านการใช้งานเสร็จสิ้นในแต่ละวัน ต้องได้รับการประจุไฟแต่ควรระวังไม่ให้อุณหภูมิของอิเล็กโตรไลต์ (Electrolyte) สูงเกิน 50°C ควรลดกระแสในการประจุไฟเพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของอิเล็กโตรไลต์สูงขึ้น

2) ตรวจสอบให้แน่ใจว่าในการต่อปลั๊ก เพื่อการประจุไฟต้องแน่นกระชับ ขั้วถูกต้อง ชาร์จอยู่ในตำแหน่งปิด (off) เมื่อเสร็จสิ้นการชาร์จแล้ว ห้ามถอดหรือขยับปลั๊ก เพราะอาจทำให้เกิดประกายไฟซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสะพานไฟ ข้อต่อต่างๆ หากมีความจำเป็นควรตัดแหล่งจ่ายไฟ

3) การต่อแบตเตอรี่เข้ากับเครื่องประจุไฟ ต้องใช้กระแสไฟตรง (Direct current) เท่านั้นในการประจุไฟ โดยต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่เข้ากับขั้วบวกของเครื่องประจุไฟ ขั้วลบของแบตเตอรี่เข้ากับขั้วลบของเครื่องประจุไฟ ตรวจดูให้แน่ใจเสมอว่า ต่อขั้วแบตเตอรี่ถูกต้อง แน่นเรียบร้อยดี

4) ทำการประจุไฟติดต่อกันไปตลอดด้วยกระแสไฟ และ ตามเวลาที่กำหนดในคุณสมบัติของแบตเตอรี่

5) ขณะประจุไฟ ถ้าอุณหภูมิของอิเล็กโตรไลต์ (Electrolyte) สูงเกิน 50°C ให้ลดกระแสไฟลงหรือหยุดประจุไฟ อย่าให้อุณหภูมิของอิเล็กโตรไลต์สูงถึง 60°C

6) การวัดและจดบันทึกข้อมูลขณะทำการประจุไฟครั้งแรก ควรมีการวัดและจดบันทึกค่าของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ความถ่วงจำเพาะ (SP.gr.) และอุณหภูมิ

2.3.3 ข้อควรระวังเกี่ยวกับแบตเตอรี่

1) อย่าให้แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟเกินความสามารถ (Over discharge) เพราะทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานสั้นลงกว่าปกติ

2) อย่าประจุไฟแบตเตอรี่มากเกินไป ควรประจุไฟให้ถูกต้องเหมาะสม มิเช่นนั้นแบตเตอรี่จะเสื่อมสภาพเร็วขึ้น

3) อย่าให้อุณหภูมิของอิเล็กโตรไลต์สูงเกินกว่า 50 °C

4) รักษาแบตเตอรี่ให้แห้ง สะอาดอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการรั่วซึมและผุกร่อน

5) อย่านำโลหะหรือเครื่องมือ เช่น ประแจหรือไขควงวางบนสะพานไฟ (Connector) เพราะอาจเกิดสะเก็ดไฟ ทำให้แบตเตอรี่ชำรุดเสียหาย

6) อย่าสูบบุหรี่บริเวณที่มีการประจุไฟแบตเตอรี่

7) ตรวจสอบทุกครั้งเมื่อมีการเชื่อมต่อปลั๊กของแบตเตอรี่เข้ากับปลั๊กของตัวชาร์จต้องเป็นขนาดเดียวกัน และขั้วบวก ขั้วลบ ถูกต้อง

8) อย่าถอดหรือขยับปลั๊ก เมื่อมีการชาร์จ

9) ถอดปลั๊กออกทุกครั้งเมื่อเลิกการชาร์จหรือเลิกการประจุไฟแบตเตอรี่

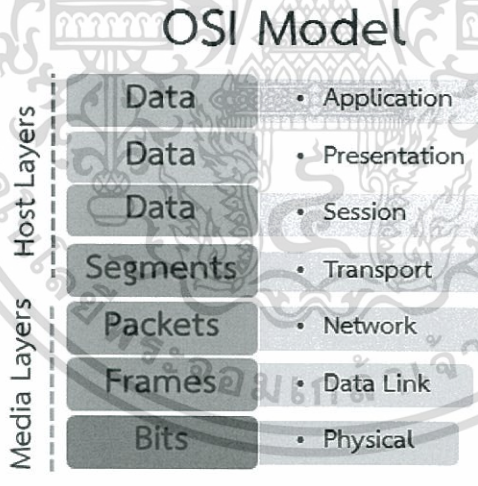
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบเครือข่าย

ระบบเครือข่ายคือ ระบบที่มีการนำคอมพิวเตอร์อย่างน้อยสองเครื่องมาเชื่อมต่อกันโดยใช้สื่อกลาง เพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลถึงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ทรัพยากรร่วมกัน ทำให้ประหยัดทรัพยากรในการใช้งาน เช่น Printer, Hard disk, CD ROM, Scanner เป็นต้น ระบบเครือข่าย ที่เป็นที่นิยมได้แก่ ระบบแลน (LAN : Local Area Network)

2.4.1 OSI Model

OSI Model เป็นโมเดลการโครงสร้างการสื่อสารข้อมูล ดังรูปที่ 2.13 ที่กำหนดขึ้นให้มีคุณสมบัติดังนี้ คือ ในแต่ละชั้นของแบบการสื่อสารข้อมูลเราจะเรียกว่า Layer หรือ "ชั้น" ของแบบการสื่อสารข้อมูล ประกอบด้วยชั้นย่อยๆ 7 ชั้น ในแต่ละชั้นหรือแต่ละ Layer จะเสมือนเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลอยู่กับชั้นเดียวกันในคอมพิวเตอร์อีกด้านหนึ่ง แต่ในการเชื่อมกันจริงๆ นั้นจะเป็นเพียงการเชื่อมในระดับ Layerที่ 1 ซึ่งเป็นชั้นล่างสุดเท่านั้น ที่มีการรับส่งข้อมูลผ่านสายส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้งสองโดยที่ Layer อื่นๆ ไม่ได้เชื่อมต่อกันจริงๆ เพียงแต่ทำงานเสมือนกับว่ามีการติดต่อรับส่งข้อมูลกับชั้นเดียวกันของคอมพิวเตอร์อีกด้านหนึ่ง [5] [6]



รูปที่ 2.13 โครงสร้าง OSI Model [5]

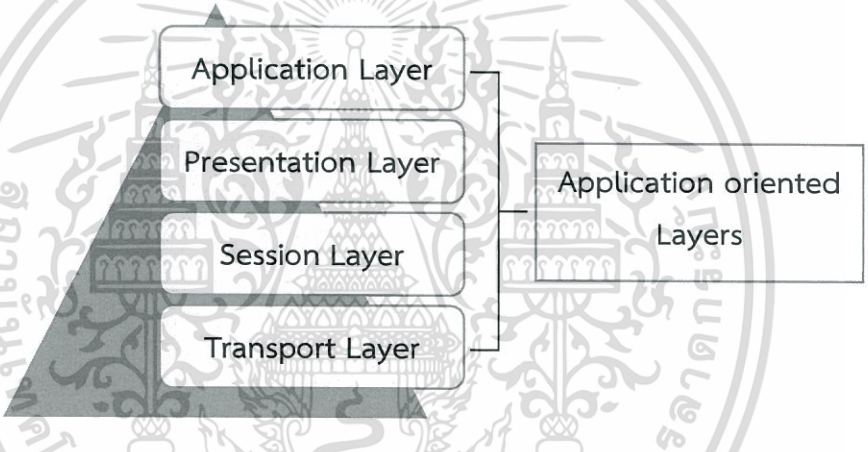
คุณสมบัติข้อที่สองของ OSI Model คือแต่ละชั้นที่รับส่งข้อมูลจะมีการติดต่อรับส่งข้อมูลกับชั้นที่อยู่ติดกับตัวเองเท่านั้น จะติดต่อรับส่งข้อมูลข้ามกระโดดไปชั้นอื่นๆในคอมพิวเตอร์ของตัวเองไม่ได้ เช่น คอมพิวเตอร์ด้านส่งข้อมูลออกไปให้ผู้รับใน Layer ที่ 7 ซึ่งอยู่ที่ด้านบนสุดของด้านส่งข้อมูลจะมีการเชื่อมต่อกับ Layer ที่ 6 เท่านั้น ในส่วน Layer ที่ 6 จะมีการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลกับ Layer ที่ 5 และ Layer ที่ 7 เท่านั้น Layer ที่ 7 จะไม่มีการกระโดดไป Layer ที่ 4 หรือ 5 ได้ จะมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

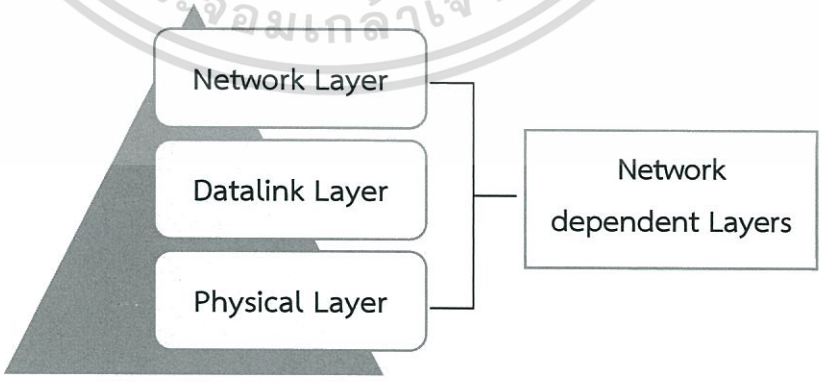
ส่งข้อมูลตามลำดับลงมา จากบนลงล่าง จนถึง Layer ที่ 1 แล้วเชื่อมต่อกับ Layer ที่ 1 ในด้านการรับข้อมูล ไล่ขึ้นไปจนถึง Layer ที่ 7 ในทางปฏิบัติ OSI Model ได้แบ่งลักษณะการทำงานออก เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

กลุ่มแรก ได้แก่ 4 ชั้นสื่อสารด้านบน คือ Layer ที่ 7, 6, 5 และ 4 ดังรูปที่ 2.14 ทำหน้าที่เชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมประยุกต์ เพื่อให้รับส่งข้อมูลกับฮาร์ดแวร์ที่อยู่ชั้นล่างได้อย่างถูกต้อง เรียกว่า Application-oriented layers ดังรูปที่ 2.27 ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับซอฟต์แวร์เป็นหลัก โดยใน 4 ชั้นบนมักจะเป็นซอฟต์แวร์ของบริษัทใดบริษัทหนึ่งในโปรแกรมเดียว

กลุ่มที่สอง จะเป็นชั้นล่าง ได้แก่ Layer ที่ 3, 2 และ 1 ดังรูปที่ 2.15 ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับส่งข้อมูลผ่านสายส่ง และควบคุมการรับส่งข้อมูล ตรวจสอบข้อผิดพลาด รวมทั้งเลือกเส้นทางในการรับส่งข้อมูล ซึ่งจะเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์เป็นหลักเรียกว่า Network-dependent layers



รูปที่ 2.14 Application-oriented layers



รูปที่ 2.15 Network-dependent layer

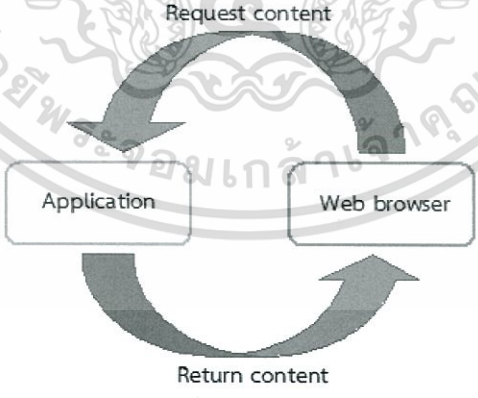
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ซึ่งในส่วนของ 3 ชั้นล่างสุด หรือ Layer ที่ 1,2 และ 3 นั้นมักจะเกี่ยวข้องกับโปรแกรมควบคุมในส่วนฮาร์ดแวร์และฮาร์ดแวร์เป็นหลัก ทำให้สามารถแยกแต่ละชั้นออกจากกันได้ง่ายและผลิตภัณฑ์ของต่างบริษัทกันในแต่ละชั้นได้อย่างไม่มีปัญหา OSI Model แบ่งเป็น 7 ชั้น แต่ละชั้นจะมีชื่อเรียกและหน้าที่การทำงานดังนี้

Layer ที่ 7 Application Layer ดังรูปที่ 2.16 เป็นชั้นที่อยู่บนสุดของขบวนการรับส่งข้อมูล ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยจะรับคำสั่งต่างๆ จากผู้ใช้ส่งให้คอมพิวเตอร์แปลความหมาย และทำงานตามคำสั่งที่ได้รับในระดับโปรแกรมประยุกต์ เช่น การแปลความหมายของการกดปุ่มบนเมาส์ให้เป็นคำสั่งในการก็อปปี้ไฟล์หรือดึงข้อมูลมาแสดงบนจอภาพ เป็นต้น ซึ่งการแปลคำสั่งจากผู้ใช้ส่งให้กับคอมพิวเตอร์รับไปทำงานนี้ จะต้องแปลออกมาถูกต้องตามกฎ (Syntax) ที่ใช้ในระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์นั้นๆ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการก็อปปี้ไฟล์เกิดขึ้นในระบบ คำสั่งที่ใช้จะต้องสร้างไฟล์ได้ถูกต้อง มีชื่อไฟล์ยาวไม่เกินจำนวนที่ระบบปฏิบัติการนั้นกำหนดไว้ รูปแบบของชื่อไฟล์ตรงตามข้อกำหนด เป็นต้น

Layer ที่ 6 Presentation Layer เป็นชั้นที่ทำหน้าที่ตกลงกับคอมพิวเตอร์อีกด้านหนึ่งในระดับชั้นเดียวกันว่า การรับส่งข้อมูลในระดับโปรแกรมประยุกต์จะมีขั้นตอนและข้อบังคับอย่างไร ข้อมูลที่รับส่งกันใน Layer ที่ 6 จะอยู่ในรูปแบบของข้อมูลชั้นสูงมีกฎบังคับแน่นอน เช่น ในการก็อปปี้ไฟล์จะมีขั้นตอนย่อยประกอบกัน คือสร้างไฟล์ที่กำหนดขึ้นมาเสียก่อน จากนั้นจึงเปิดไฟล์ แล้วทำการรับข้อมูลจากปลายทางลงมาเก็บลงในไฟล์ที่สร้างขึ้นใหม่นี้ โดยเนื้อหาของข้อมูลที่ทำการรับส่งระหว่างกัน ก็คือคำสั่งของขั้นตอนย่อยๆ ข้างต้น นอกจากนี้ Layer ที่ 6 ยังทำหน้าที่แปลคำสั่งที่ได้รับจาก Layer ที่ 7 ให้เป็นคำสั่งระดับปฏิบัติการส่งให้ Layer ที่ 5 ต่อไป

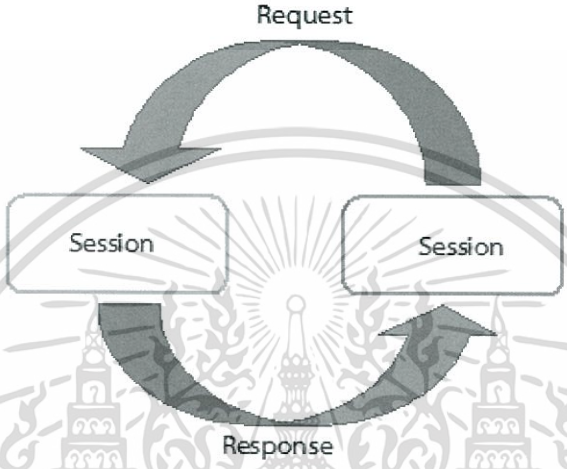


รูปที่ 2.16 Application Layer

Layer ที่ 5 Session Layer ดังรูปที่ 2.17 ทำหน้าที่ควบคุม "จังหวะ" ในการรับส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทั้งสองด้าน ที่รับส่งแลกเปลี่ยนข้อมูลกันให้มีความสอดคล้องกัน (Synchronization) และกำหนดวิธีที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล เช่น อาจจะเป็นในการสลับกันส่ง (Half

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
144369

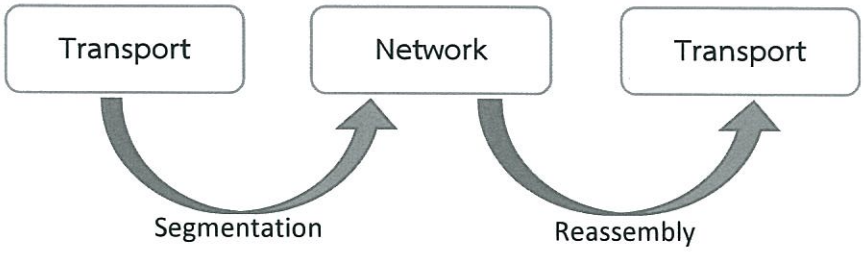
Duplex) หรือการรับส่งข้อมูลพร้อมกันทั้งสองด้าน (Full Duplex) ข้อมูลที่รับส่งใน Layer ที่ 5 จะอยู่ในรูป dialog หรือประโยคสนทนาโต้ตอบกันระหว่างด้านรับและด้านส่งข้อมูล เช่น เมื่อได้รับข้อมูลส่วนแรกจากผู้ส่ง ก็จะตอบโต้กลับให้ผู้ส่งได้รู้ว่าได้รับข้อมูลส่วนแรกแล้ว พร้อมที่จะรับข้อมูลส่วนถัดไป ซึ่งคล้ายกับการสนนาโต้ตอบกันระหว่างผู้รับและผู้ส่ง



รูปที่ 2.17 Session Layer

Layer ที่ 4 Transport Layer ดังรูปที่ 2.18 ทำหน้าที่เชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลระดับสูงของ Layer ที่ 5 มาเป็นข้อมูลที่รับส่งในระดับฮาร์ดแวร์ เช่น แปลงค่าหรือชื่อของเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายให้เป็น network address พร้อมทั้งเป็นชั้นที่ควบคุมการรับส่งข้อมูลจากปลายด้านส่งถึงปลายด้านรับข้อมูล ให้ข้อมูลมีการไหลลื่นตลอดเส้นทางตามจังหวะที่ควบคุมจาก Layer ที่ 5 โดยในชั้น Layer ที่ 4 นี้จะเป็นรอยต่อระหว่างการรับส่งข้อมูลซอฟต์แวร์กับฮาร์ดแวร์การรับส่งข้อมูลของระดับสูงจะถูกแยกจากฮาร์ดแวร์ที่ใช้รับส่งข้อมูลที่ Layer ที่ 4 และจะไม่มีส่วนใดผูกติดกับฮาร์ดแวร์ที่ใช้รับส่งข้อมูลในระดับล่าง ดังนั้นฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลในระดับล่างลงไปจาก Layer ที่ 4 จึงสามารถสับเปลี่ยนและใช้ข้ามไปมากับซอฟต์แวร์รับส่งข้อมูลในระดับตามที่อยู่ข้างบน (ตั้งแต่ Layer ที่ 4 ขึ้นไปถึง Layer ที่ 7) ได้ง่าย หน้าที่อีกประการหนึ่งของ Layer ที่ 4 คือการควบคุมคุณภาพการรับส่งข้อมูลให้มีมาตรฐานในระดับที่ตกลงกันทั้งสองฝ่าย และการตัดข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ให้เหมาะกับลักษณะการทำงานของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในเครือข่าย เช่น หาก Layer ที่ 5 ต้องการส่งข้อมูลที่มีความยาวเกินกว่าที่ระบบเครือข่ายที่จะส่งให้ Layer ที่ 4 ก็ทำหน้าที่ตัดข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ แล้วส่งไปให้ผู้รับ ข้อมูลที่ได้รับปลายทางก็จะถูกนำมาต่อกันที่ Layer ที่ 4 ของฝั่งผู้รับและผู้ส่งไปให้ Layer ที่ 5 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 Transport Layer

Layer ที่ 3 Network Layer ทำหน้าที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้านรับ และด้านส่งเข้าหากันผ่านระบบเครือข่าย พร้อมทั้งเลือกหรือกำหนดเส้นทางที่จะใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างกัน และส่งผ่านข้อมูลที่ได้รับไปยังอุปกรณ์ในเครือข่ายต่าง ๆ จนกระทั่งถึงปลายทาง ใน Layer ที่ 3 ข้อมูลที่รับส่งกันจะอยู่ในรูปแบบของกลุ่มข้อมูลที่เรียกว่า Packet หรือ Frame ข้อมูล Layer ที่ 4, 5, 6 และ 7 มองเห็นเป็นคำสั่งและ Dialog ต่าง ๆ นั้น จะถูกแปลงและผนึกรวมอยู่ในรูปของ Packet หรือ Frame ที่มีเพียงแอดเดรสของผู้รับ ผู้ส่ง ลำดับการรับส่งและส่วนของข้อมูลเท่านั้น หน้าที่อีกประการหนึ่ง คือการทำ Call Setup หรือเรียกติดต่อคอมพิวเตอร์ปลายทางก่อนการรับส่งข้อมูล และการทำ Call Cleaning หรือการยกเลิกการติดต่อคอมพิวเตอร์เมื่อการรับส่งข้อมูลจบลงแล้ว ในกรณีที่มีการรับส่งข้อมูลนั้นต้องมีการติดต่อกันก่อน

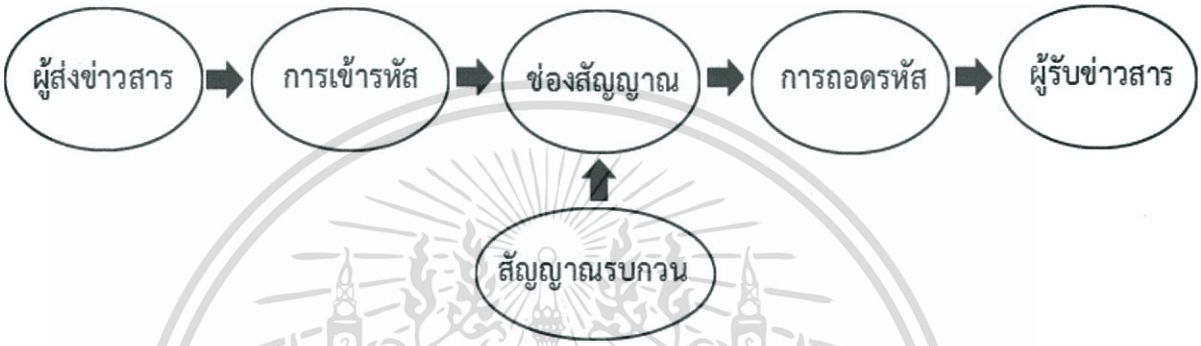
Layer ที่ 2 Data link Layer เป็นชั้นที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลในระดับฮาร์ดแวร์ โดยเมื่อมีการสั่งให้รับข้อมูลจากใน Layer ที่ 3 ลงมา Layer ที่ 2 จะทำหน้าที่แปลคำสั่งนั้นให้เป็นคำสั่งควบคุมฮาร์ดแวร์ที่ใช้รับส่งข้อมูล ทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลของระดับฮาร์ดแวร์ และทำการแก้ข้อผิดพลาดที่ได้ตรวจพบข้อมูลที่อยู่ใน Layer ที่ 2 จะอยู่ในรูปของ Frame เช่น ถ้าฮาร์ดแวร์ที่ใช้เป็น Ethernet LAN ข้อมูลจะมีรูปร่างของ Frame ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานของ Ethernet หากว่าฮาร์ดแวร์ที่ใช้รับส่งข้อมูลเป็นชนิดอื่น รูปร่างของ Frame ก็จะเปลี่ยนไปตามมาตรฐานนั้น ๆ

Layer ที่ 1 Physical Layer เป็นชั้นล่างสุด และเป็นชั้นเดียวที่มีการเชื่อมต่อทางกายภาพระหว่างคอมพิวเตอร์สองระบบที่ทำการรับส่งข้อมูลใน Layer ที่ 1 นี้จะมีการกำหนดตามคุณสมบัติทางกายภาพของฮาร์ดแวร์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้งสองระบบ เช่น สายที่ใช้รับส่งข้อมูลจะเป็นแบบไหน ข้อต่อที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลมีมาตรฐานอย่างไร ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่าใด สัญญาณที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลมีรูปร่างอย่างไร ข้อมูลใน Layer ที่ 1 นี้จะมองเห็นเป็นการรับส่งข้อมูลทีละบิตเรียงต่อกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การสื่อสารข้อมูล (Data communication)

การสื่อสารข้อมูลข่าวสารที่ถูกเข้ารหัสแล้วระหว่างอุปกรณ์ 2 ชนิด โดยมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญคือ ผู้ส่งข่าวสาร ผู้รับข่าวสารและตัวการในการส่งข้อมูลโดยมีสิ่งที่ผู้ส่งทำการส่งผ่านตัวกลางให้ผู้รับได้รับคือ ข้อมูลข่าวสาร ดังรูปที่ 2.19 โดยมีรูปแบบของการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ 2 ชนิดแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

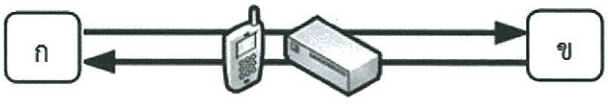


รูปที่ 2.19 องค์ประกอบพื้นฐานของการสื่อสารข้อมูล

1) การสื่อสารแบบทางเดียว (Simplex) ดังรูปที่ 2.20 เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลจะถูกส่งจากทิศทางหนึ่งไปยังอีกทิศทางโดยไม่สามารถส่งข้อมูลย้อนกลับมาได้ เช่น ระบบวิทยุหรือโทรทัศน์

รูปที่ 2.20 การสื่อสารทางเดียว (Simplex)

2) การสื่อสารแบบกึ่งสองทิศทาง (Half Duplex) ดังรูปที่ 2.21 เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลสามารถส่งกลับกันได้ 2 ทิศทางแต่จะไม่สามารถส่งพร้อมกันได้ โดยต้องผลัดกันส่งครั้งละทิศทางเท่านั้น เช่น วิทยุสื่อสารแบบผลัดกันพูด



รูปที่ 2.21 การสื่อสารกึ่งสองทิศทาง (Half Duplex)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การสื่อสารแบบสองทิศทาง (Full Duplex) ดังรูปที่ 2.22 เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลสามารถส่งพร้อมๆกันได้ทั้ง 2 ทิศทาง ในเวลาเดียวกัน เช่น ระบบโทรศัพท์

รูปที่ 2.22 การสื่อสารแบบสองทิศทาง (Full Duplex)

2.4.3 Wireless LAN

การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย เป็นการเชื่อมต่อเครือข่ายของเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าสู่ระบบเครือข่าย เหมือนกับระบบแลน (LAN) ที่ใช้สายปกติแตกต่างที่อุปกรณ์ทางกายภาพในการเชื่อมต่อเครือข่ายไม่ต้องใช้สายสัญญาณแต่อย่างใดโดยการใช้งานเครือข่ายไร้สายสามารถใช้บริการต่างๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เหมือนเครือข่ายมีสายได้ปกติเว้นแต่ว่าผู้ดูแลระบบเครือข่ายนั้นๆ จะปิดบริการบางบริการเพื่อความปลอดภัยของเครือข่ายได้เช่นกัน ซึ่งการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายช่วยให้การเชื่อมต่อง่ายขึ้นประหยัดค่าสายสัญญาณและใช้งานได้ทุกแห่งที่มีสัญญาณเครือข่ายไร้สายไปถึง

มาตรฐานเครือข่ายแลนไร้สาย (Wireless LAN Standards) ในทำนองเดียวกันกับเทคโนโลยีเครือข่ายอื่นๆ เทคโนโลยีเครือข่ายแลน ไร้สายก็จะต้องมีมาตรฐานที่ชัดเจน เพื่อรองรับและมาตรฐาน IEEE 802.11 ถือเป็นมาตรฐานของเครือข่ายไร้สายที่กระจายสเปกตรัม (Spread-Spectrum) ด้วยคลื่นวิทยุในการสื่อสารที่หลายย่านความถี่ โดยรากฐานของเทคโนโลยี 802.11 จะใช้คลื่นวิทยุในการแพร่กระจายสัญญาณบนย่านความถี่ 2.4 GHz ยกเว้นเพียงมาตรฐาน 802.11a เท่านั้น ที่ใช้ย่านความถี่ที่ 5 GHz โดยแสดงความแตกต่างของแต่ละมาตรฐาน ดังตารางที่ 2.1 [7]

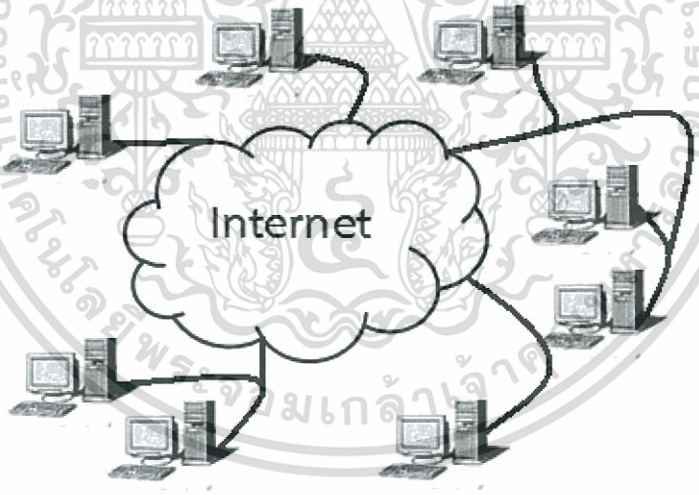
ตารางที่ 2.1 แสดงความแตกต่างของแต่ละมาตรฐานเครือข่ายแลนไร้สาย

IEEE Standard	RF Band	Speed
IEEE 802.11	Infrared (IR) or 2.4 GHz	1 Mbps or 2 Mbps
IEEE 802.11a	5 GHz	54 Mbps
IEEE 802.11b	2.4 GHz	11 Mbps
IEEE 802.11g	2.4 GHz	54 Mbps
IEEE 802.11n	5 GHz	100 Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 โปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล

2.4.4.1 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internetworking Protocol) TCP/IP คือชุดของโปรโตคอล (Protocol Suite) ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหน้าที่การทำงานของ TCP/IP จะแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบออกเป็นชั้นซ้อนกันเรียกว่า โปรโตคอลสแต็ก (Protocol Stack) วัตถุประสงค์หลักของโปรโตคอล TCP/IP ออกแบบมาเพื่อใช้งานบนเครือข่ายระยะไกลเป็นสำคัญ แต่โปรโตคอลดังกล่าวยังสามารถใช้ได้ดีบนเครือข่ายภายในอย่างเครือข่ายท้องถิ่น ด้วยการเชื่อมต่อเครือข่ายท้องถิ่นเข้าด้วยกันด้วยโปรโตคอล TCP/IP และเครือข่ายดังกล่าวก็ยังสามารถเชื่อมต่อไปยังโลกภายนอกหรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้และสำหรับมุมมองของ TCP/IP จะมองเครือข่ายที่ประกอบไปด้วยฟิสิคัลเน็ตเวิร์กเหล่านั้นเป็นเสมือนหนึ่งเครือข่ายขนาดใหญ่ที่แสดงได้ดังรูปที่ 2.23 กล่าวคือแต่ละโฮสต์ที่เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย TCP/IP จะมองในรูปแบบลอจิคัลเน็ตเวิร์ก (Logical Network) ที่เสมือนเปนหนึ่งเครือข่ายมากกว่าจะมองเครือข่ายเหล่านี้เปนฟสิคัลเน็ตเวิร์ก (Physical Network) ที่ประกอบไปด้วยกลุ่มเครือข่ายเฉพาะต่างๆ [6]

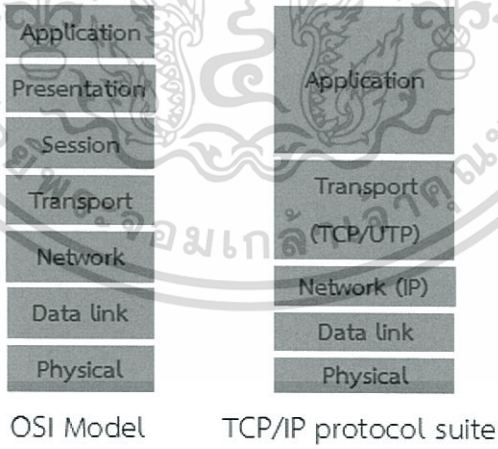


รูปที่ 2.23 เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในมุมมองของ TCP/IP [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

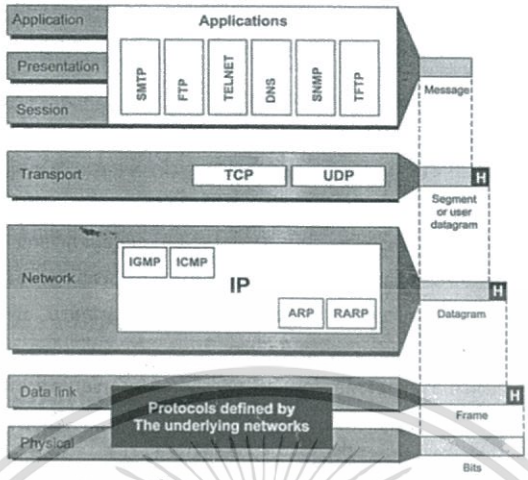
2.4.4.2 สถาปัตยกรรมชุดโปรโตคอล TCP/IP

สถาปัตยกรรมชุดโปรโตคอล TCP/IP ได้มีการพัฒนาขึ้นมาก่อนแบบจำลอง OSI ดังนั้น ลำดับชั้นต่างๆ ในโปรโตคอล TCP/IP จึงไม่ตรงกับแบบจำลอง OSI แต่แบบจำลองทั้งสองมีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกันมากโดย TCP/IP จะมีเพียง 5 ลำดับชั้น ซึ่งประกอบด้วยลำดับชั้นฟิสิคัล ดาต้าลิงก์ ทรานสปอร์ต และแอปพลิเคชัน โดยลำดับชั้นแอปพลิเคชัน ใน TCP/IP คือการรวมกันของลำดับชั้นเซสชัน พรีเซ็นเตชัน และแอปพลิเคชันของแบบจำลอง OSI นั่นเอง โดยพิจารณาจากรูปที่ 2.24 ที่เปรียบเทียบระหว่างแบบจำลอง OSI และสถาปัตยกรรมชุดโปรโตคอล TCP/IP พิจารณาจากรูปที่ 2.25 แสดงถึงการเอ็นแคปซูเลตของหน่วยข้อมูลในแต่ละลำดับชั้นของชุดโปรโตคอล TCP/IP โดยที่หน่วยข้อมูลนี้ถูกสร้างขึ้นจากลำดับชั้นแอปพลิเคชันหรือจากผู้ใช้ที่เรียกข้อมูลนี้ว่า เมสเสจ (message) จากนั้นเมื่อ TCP รับข้อมูลจากลำดับชั้นส่วนบนมาแล้วก็จะทำการจัดเตรียมข้อมูลก่อนที่จะส่งต่อข้อมูลไปยัง IP โดยหน่วยข้อมูลที่จัดเตรียมในลำดับชั้นทรานสปอร์ตนี้เรียกว่า เซกเมนต์ หรือยูสเซอร์ดาต้าแกรมเพื่อส่งผ่านลงไปยังส่วนของลำดับชั้นเครือข่ายโดย IP ก็จะสร้างหน่วยข้อมูลที่เรียกว่า ดาต้าแกรมและ IP ก็จะมีหน้าที่ในการนำส่งข้อมูลนี้ไปให้ถึงปลายทาง โดยข้อมูลที่นำส่งไปนั้นจะมีการแบ่งส่วนออกเป็นส่วนย่อยๆ ที่เรียกว่า แพ็กเก็ต โดยแพ็กเก็ตเหล่านี้ก็จะเดินทางผ่านเครือข่ายต่างๆ มากมาย ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.26 นอกจากนี้ TCP ยังต้องมีกลไกในการควบคุมการไหลของข้อมูล (Flow Control) เพื่อใช้ควบคุมจังหวะการรับส่งระหว่างฝ่ายส่งกับฝ่ายรับ ไม่ให้มีการส่งข้อมูลจนท่วมล้นทำให้ปลายทางรับข้อมูลไม่ทัน



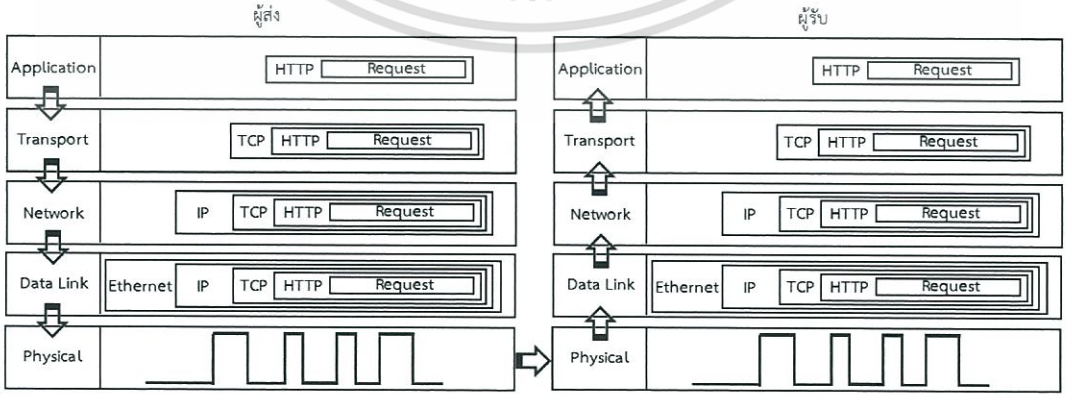
รูปที่ 2.24 เปรียบเทียบระหว่างแบบจำลอง OSI และสถาปัตยกรรมชุดโปรโตคอล TCP/IP [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 TCP/IP และแบบจำลอง OSI [6]

รูปที่ 2.26 การจัดเรียงลำดับหมายเลขของแต่ละดาต้าแกรม [6]



รูปที่ 2.27 การเอ็นแคปซูเลตและดีแคปซูเลตของ TCP/IP Network Model [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.27 เมื่อข้อมูลถูกส่งมายังลำดับชั้นดาต้าลิงก์ในลำดับชั้นดาต้าลิงก์จะทำการเอ็นแคปซูเลตข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของเฟรมและท้ายสุดก็จะส่งเปนสัญญาณข้อมูลผ่านตัวกลางส่งข้อมูลในลำดับชั้นฟิสิคัล ซึ่งแสดงการส่งผ่านข้อมูลระหว่างโฮสต์ต้นทางกับปลายทางได้สำหรับหน้าที่ต่างๆ ของแต่ละลำดับชั้นในสถาปัตยกรรมชุดโปรโตคอล TCP/IP มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับชั้นฟิสิคัลและดาต้าลิงก์ (Physical and Data Link Layer) ในบางตำราได้มีการรวมลำดับชั้นทั้งสองอยู่ในลำดับชั้นเดียวกัน โดยลำดับชั้นทั้งสองมีหน้าที่ในการควบคุมฮาร์ดแวร์และการส่งข้อมูลผ่านเครือขายลำดับชั้นฟิสิคัลและดาต้าลิงก์นั้น TCP/IP มิได้มีการระบุโปรโตคอลเฉพาะเจาะจงลงไป กล่าวคือจะสนับสนุนมาตรฐานโปรโตคอลทั้งหมดบนระดับดาต้าลิงก์ไม่ว่าจะเปนอีเทอร์เน็ตหรือโทเค็นริงและด้วยเหตุดังกลาว จึงมีเครือข่ายหลายประเภทที่สามารถสื่อสารกับโปรโตคอล TCP/IP และโปรโตคอลอีเทอร์เน็ตอย่างไรก็ตามเครือข่าย TCP/IP ที่ใช้งานบนเครือข่ายระดับสากลนี้ยังสามารถนำมาใช้งานเพื่อเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) เครือข่ายระดับเมือง (MAN) หรือเครือข่ายระดับประเทศ (WAN)

ลำดับชั้นเน็ตเวิร์ก (Network Layer) ทำหน้าที่ในการเลือกเส้นทางเพื่อจัดส่งข้อมูลในรูปแบบของแพ็กเก็ตโดยจะมีการใช้อัลกอริทึมในการกำหนดเส้นทาง (Routing Algorithms) เพื่อให้ข้อมูลเดินทางไปถึงปลายทาง ซึ่งโปรโตคอลที่รับผิดชอบในลำดับชั้นเน็ตเวิร์กนี้เรียกว่า IP (Internetworking Protocol) แต่การทำงานของลำดับชั้นนี้จะเป็นเพียงการตัดสินใจว่าจะส่งข้อมูลไปยังเส้นทางใดเพื่อไปถึงปลายทางเท่านั้นไม่ได้รับประกันว่าข้อมูลที่ส่งไปจะถึงปลายทางหรือไม่ ซึ่งการรับประกันการส่งข้อมูลจะเป็นหน้าที่ของลำดับชั้นทรานสปอร์ต หรือโปรโตคอล TCP

ลำดับชั้นทรานสปอร์ต (Transport Layer) ในลำดับชั้นทรานสปอร์ตจะทำหน้าที่จัดเตรียมข้อมูลเพื่อส่งจากต้นทางไปยังปลายทางหรือรับส่งข้อมูลระหวางโฮสต์ที่อยู่ห่างไกลกันในลักษณะแบบ End-to-End โดยลำดับชั้นทรานสปอร์ตจะประกอบ ด้วยโปรโตคอลสองชุดไว้คอยบริการคือโปรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol) ซึ่งเป็นโปรโตคอลแบบคอนเน็กชันโอเรียนเต็ด (Connection - Oriented) โดยมีการรับประกันการส่งข้อมูลที่ส่งไปจะส่งถึงมือผู้รับอย่างแน่นอน นอกจากนี้ยังมีโปรโตคอลแบบ (User Datagram Protocol) ซึ่งเปนโปรโตคอลแบบคอนเน็กชันเลส (Connectionless) ที่ทำงานตรงกันข้ามกับโปรโตคอล TCP กล่าวคือจะไม่สร้างคอนเน็กชันเพื่อการเชื่อมต่อระหว่างโฮสต์โดยจะส่งข้อมูลทันทีที่ต้องการ ซึ่งพิจารณาจากรูปที่ 2.28 แสดงถึงโปรโตคอล UDP ที่มีการทำงานแบบคอนเน็กชันเลส โดยเมื่อมีข้อมูลที่จะส่งก็จะดำเนินการส่งทันทีซึ่งจะคาดหวังเพียงว่าข้อมูลที่ส่งไปนี้ฝั่งปลายทางคงจะได้รับ ในขณะรูปที่ 2.29 เป็นโปรโตคอลแบบ TCP ที่มีการทำงานแบบคอนเน็กชันโอเรียนเต็ดโดยมีการสร้างคอนเน็กชันเพื่อการเชื่อมต่อระหว่างโฮสต์ทางกับปลายทางก่อนที่จะมีการส่งข้อมูลจริงอีกทั้งจะมีการรับประกันถึงข้อมูลที่ส่งไปด้วยว่าถึงมือผู้รับอย่างแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.28 การจำลองทำงานแบบคอนเน็กชันเลสของโปรโตคอล UDP [6]

รูปที่ 2.29 การจำลองสร้างคอนเน็กชันเพื่อเชื่อมต่อกับโฮสต์ปลายทางก่อนที่จะดำเนินการส่งข้อมูลของโปรโตคอล TCP [6]

ลำดับชั้นแอปพลิเคชัน (Application Layer) เป็นชั้นประยุกต์ซึ่งเป็นส่วนของผู้ใช้งานที่ใช้ติดต่อกับระบบอนุญาตให้ยูสเซอร์ที่ใช้งานซอฟต์แวร์แอปพลิเคชันต่างๆ ที่อาจมีหลายรูปแบบด้วยกัน โดยมุ่งเน้นการอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งานเป็นสำคัญกล่าวคือ ในลำดับชั้นแอปพลิเคชันนี้จะมีโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ มากมายที่จัดเตรียมไว้เพื่อความสะดวกในการอินเตอร์เฟสระหว่างยูสเซอร์กับคอมพิวเตอร์และสนับสนุนการบริการต่างๆ โดยตัวอย่างโปรโตคอลในลำดับชั้นนี้ได้แก่ Telnet, FTP, SMTP, HTTP เป็นต้น

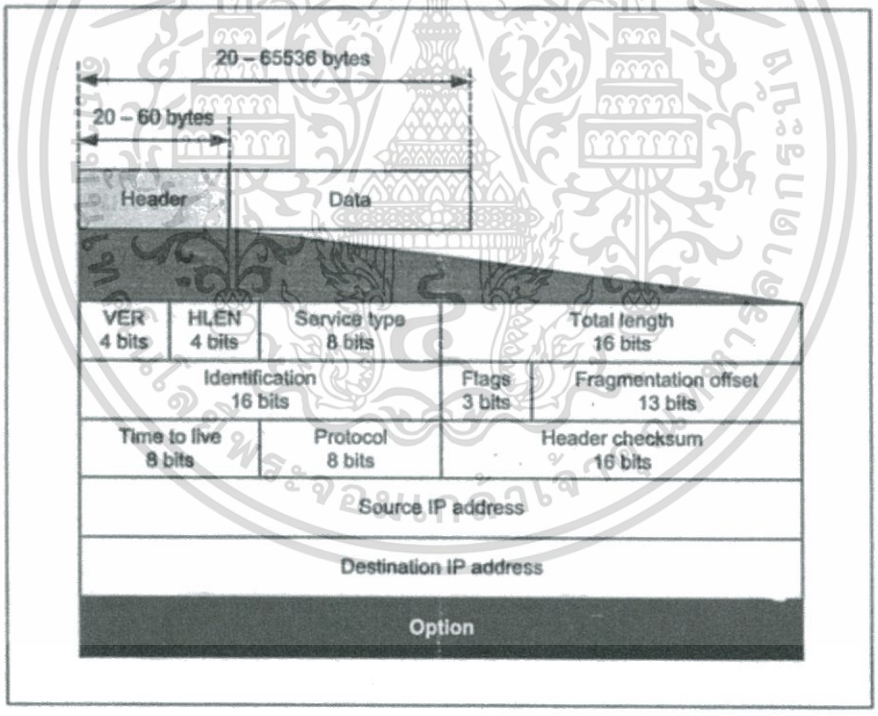
2.4.5 โปรโตคอลในลำดับชั้นเน็ตเวิร์ก

สำหรับลำดับชั้นเน็ตเวิร์กนอกจาก TCP/IP ที่สนับสนุนโปรโตคอลหลักอย่าง IP แล้วยังบรรจุโปรโตคอลสนับสนุนอื่นๆ อีก 4 โปรโตคอลด้วยกัน ได้แก่โปรโตคอล ARP, RARP, ICMP และ IGMP โดยแต่ละโปรโตคอลมีฟังก์ชันหรือหน้าที่การทำงานดังรายละเอียดต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5.1 โปรโตคอล IP (Internetwork Protocol)

ไอพีเป็นกลไกการส่งข้อมูลที่ใช้โปรโตคอล TCP/IP ในลักษณะคอนเน็กชันเลส โดยจะไม่รับประกันการส่งข้อมูลว่าจะไปถึงผู้รับหรือไม่ โดยไม่มีการตรวจสอบข้อผิดพลาดและไม่ต้องสร้างคอนเน็กชันกับโฮสต์ปลายทาง ทำให้หลักการทำงานของโปรโตคอล ไอพีนี้ไม่มีความซับซ้อนโดยหน้าที่เพียงนำส่งข้อมูลไปถึงปลายทางได้ด้วยหมายเลขไอพี ซึ่งเปนหมายเลขที่ใช้ระบุตำแหน่งเครื่องและเป็นหมายเลขที่ไม่ซ้ำกัน อย่างไรก็ตามหากความน่าเชื่อถือในการส่งข้อมูลไปยังปลายทางเป็นสิ่งจำเป็น โปรโตคอล ไอพีก็จะทำงานควบคู่ไปกับโปรโตคอลที่มีเครื่องมือในการตรวจสอบข้อมูลว่าส่งไปถึงปลายทางหรือไม่ นั่นก็คือโปรโตคอล TCP [2] สำหรับแพ็กเก็ตในลำดับชั้นไอพีนี้เรียกว่า ดาต้าแกรม (datagram) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.30 โดยดาต้าแกรมในที่นี้เป็นแพ็กเก็ตในลักษณะ Variable –Length ซึ่งสามารถบรรจุข้อมูลได้สูงถึง 65,536 ไบต์ โดยประกอบไปด้วยสองส่วนหลักๆ ด้วยกันคือ ส่วนเฮดเดอร์และส่วนข้อมูลโดยเฮดเดอร์นั้นเริ่มจาก ตำแหน่งไบต์ที่ 20 ถึงไบต์ที่ 60 และบรรจุด้วยข้อมูลสำคัญที่ใช้สำหรับเลือกเส้นทาง (Routing) และการส่งมอบข้อมูล



รูปที่ 2.30 ไอพีดาต้าแกรม (IP datagram) [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 การกำหนดตำแหน่งที่อยู่ (Addressing)

สำหรับฟิสิคัลแอดเดรสที่ได้บรรจุในอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ เชน การ์ดเครือข่าย หรือที่เรียกว่าแมคแอดเดรส (MAC Address) จะใช้เป็นหมายเลขอ้างอิงถึงโหนดนั้นๆ บนเครือข่ายในขณะที่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะมีการอ้างอิงหมายเลขโฮสต์เช่นกัน แต่จะอ้างอิงด้วยหมายเลขไอพีหรือไอพีแอดเดรส

ทุกๆ โฮสต์และรวมถึงอุปกรณ์อย่างเราต์เตอร์ที่ใช้งานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจำเป็นต้องมีไอพีแอดเดรสและจะไม่มีเครื่องใดบนอินเทอร์เน็ตที่จะมีไอพีแอดเดรสซ้ำกัน ขนาดความยาวของไอพีแอดเดรสที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันมีความยาวที่ 32 บิต ซึ่งใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งที่อยู่ต้นทาง (Source Address) และตำแหน่งที่อยู่ปลายทาง (Destination Address) ของแพ็กเก็ตไอพีนั้นๆ แต่ไอพีแอดเดรสนั้นไม่ใช่เปนหมายเลขที่ใช้สำหรับอ้างอิงโฮสต์หนึ่งโฮสต์ใดจริงๆ แต่การอ้างอิงถึงตำแหน่งจริงๆ ของโฮสต์นั้นจะใช้หมายเลขการ์ดเครือข่ายหรือแมคแอดเดรส

ไอพีแอดเดรส ดังรูปที่ 2.31 จะประกอบด้วย 4 ไบต์ (32 บิต) โดยปกติจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือส่วนของหมายเลขเครือข่าย (NetID) และส่วนของหมายเลขโฮสต์ (HostID) แต่ภายในส่วนของหมายเลขเครือข่ายนี้ยังรวมถึงถึงบิตที่ใช้สำหรับระบุคลาสของไอพีแอดเดรส ดังนั้นภายในไอพีแอดเดรสจึงประกอบด้วย 3 ฟิลด์หลักๆ ด้วยกัน ดังนี้

1) ประเภทของคลาส (Class Type) เป็นประเภทของคลาสที่ใช้ระบุไอพีแอดเดรสเพื่อให้ทราบว่าไอพีแอดเดรสนี้จัดอยู่ในคลาสใด

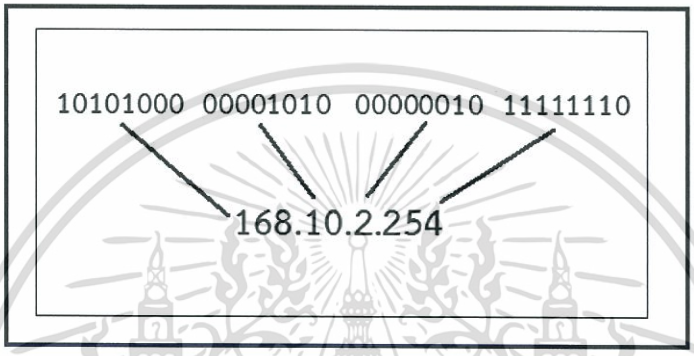
2) หมายเลขเครือข่าย (Network Identifier: NetID) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการวางเส้นทางแพ็กเก็ตระหว่างเครือข่าย

3) หมายเลขโฮสต์ (Host Identifier: HostID) เป็นส่วนที่ใช้ระบุตำแหน่งเจาะจงเฉพาะของอุปกรณ์หรือโฮสต์บนเครือข่าย

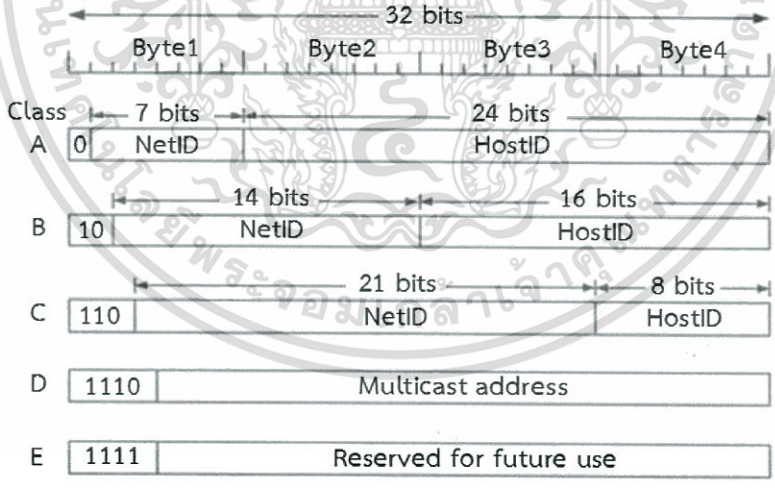
โดยทั้งสามฟิลด์นี้จะมีขนาดความกว้างที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับคลาสของแอดเดรส ไอพีแอดเดรสขนาด 32 บิตจะเป็นไปตามข้อกำหนดของ IPv4 ซึ่งขนาดจำนวนบิตดังกล่าวทำให้สามารถใช้แทนหมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์ได้ประมาณ 4 พันล้านเครื่องหรือเท่ากับ 232 (4,294,967,296) แต่มิได้นำมาใช้งานทั้งหมดเนื่องจากมีการสงวนไว้บางส่วนเพื่อใช้งานเฉพาะอย่างและด้วยขนาด 32 บิตของไอพีแอดเดรสนี้เองจึงทำให้การอ้างอิงชุดหมายเลขดังกล่าวยากต่อการจดจำ ดังนั้นจึงมีการจัดการกับไอพีแอดเดรสเพื่อง่ายต่อการอ่านยิ่งขึ้น ด้วยการเขียนอยู่ในรูปแบบของเลขฐานสิบโดยมีจุดทศนิยมเป็นตัวคั่น ซึ่งการใช้จุดทศนิยมเป็นตัวแบ่งแต่ละไบต์จะทำให้ผู้อ่านจดจำได้ง่ายขึ้น ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.32 โดยแต่ละไบต์ซึ่งเป็นกลุ่มชุดตัวเลขของฐานสองเมื่อนำมาแปลงเป็นเลขฐานสิบ จึงมีค่าตัวเลขอยู่ระหว่าง 0–255 และในตำแหน่งไบต์แรกของไอพีแอดเดรสนี้จะทำให้เราสามารถรับรู้เพื่อตีความได้ทันทีว่าไอพีแอดเดรสชุดนี้จัดอยู่ในคลาสใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.31 ส่วนประกอบของไอพีแอดเดรส

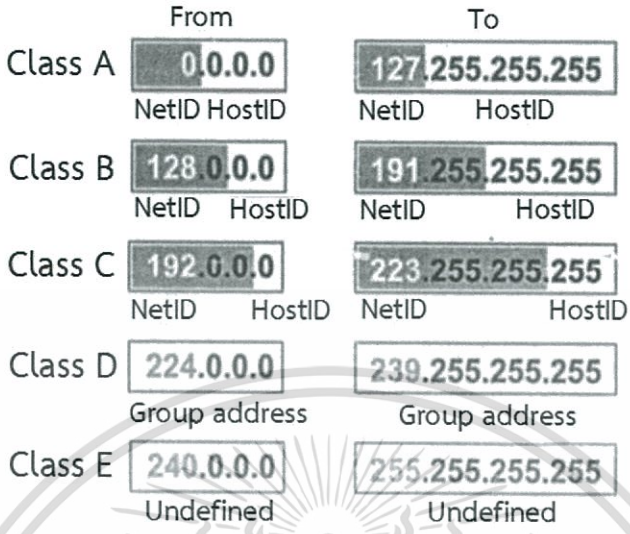


รูปที่ 2.32 การอ้างอิงไอพีแอดเดรสด้วยรูปแบบทศนิยม (Dotted–Decimal Notation)



รูปที่ 2.33 รูปแบบไอพีแอดเดรส (IP Address Format)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34 แสดงช่วงความกว้างของไอพีแอดเดรสในแต่ละคลาส

จากรูปแบบไอพีแอดเดรสดังรูปที่ 2.33 และ 2.34 ทำให้สามารถทราบถึงช่วงของแอดเดรสในแต่ละคลาสว่าเริ่มที่แอดเดรสใดจนสิ้นสุดที่แอดเดรสใดและจากรายละเอียดต่อไปนี้จะแสดงถึงที่มาของช่วงแอดเดรสดังกล่าว

คลาส A บิตแรกของไบต์จะถูกสงวนไว้และต้องมีค่าเปน 0 ดังนั้น แอดเดรสเริ่มต้น และแอดเดรสสิ้นสุดของคลาส A สามารถคำนวณได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	18	4	2	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1

คลาส B สองบิตแรกของไบต์แรกจะถูกสงวนไว้และต้องมีค่าเป็น 10 ดังนั้น แอดเดรสเริ่มต้นและแอดเดรสสิ้นสุดของคลาส B สามารถคำนวณได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	18	4	2	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลาส C สามบิตแรกของไบต์ แรกจะถูกสงวนไว้และต้องมีค่าเป็น 110 ดังนั้น แอดเดรสเริ่มต้น และแอดเดรสสิ้นสุดของคลาส C สามารถคำนวณได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	18	4	2	1
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	1	1	1	1

2.4.7 คลาส (Classes)

ปัจจุบันมีรูปแบบของคลาสที่ใช้งานอยู่ 5 ชนิดด้วยกัน ซึ่งแต่ละคลาสได้ออกแบบมาเพื่อรองรับความต้องการที่แตกต่างกันตามแต่ละองค์กร โดยคลาส A และคลาส B ได้ถูกนำมาใช้งานเต็มหมดแล้ว ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีเพียงแต่คลาส C ที่ใช้งานอยู่ทั่วไปเพียงอย่างเดียว ในขณะที่คลาส D และคลาส E ได้ถูกสงวนการใช้งานไว้โดยคลาส D สงวนไว้สำหรับมัลติคาสต์แอดเดรส ส่วนคลาส E สงวนไว้เพื่อใช้งานในอนาคต โดยมีรายละเอียดไอพีแอดเดรสแต่ละคลาส ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดไอพีแอดเดรสคลาส A,B และ C

Address Type	First Decimal Value	NetID	HostID
Class A	0 - 127	7 bits	24 bits
Class B	128 - 191	14 bits	16 bits
Class C	192 - 223	21 bits	8 bits

2.4.8 การแบ่งเครือข่ายออกเป็นเครือข่ายย่อย (Subnetting)

การแบ่งเครือข่ายออกเป็นเครือข่ายย่อยหรือที่เรียกว่าการทำซับเน็ตด้วยการแบ่งส่วนเครือข่ายให้มีขนาดเล็กลงซึ่งเรียกว่า เครือข่ายย่อย (Subnetworks) โดยพิจารณาจากจากรูปที่ 2.35 ที่แสดงถึงเครือข่ายขนาดใหญ่ที่ประกอบไปด้วย 3 เครือข่ายด้วยกัน คือ เครือข่ายหมายเลข 192.168.1,192.168.22 และ 192.168.50 ซึ่งทั้งสามจะเป็นเครือข่ายที่อยู่ในเครือข่ายหมายเลข 192.168

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งเครือข่ายเป็นเครือข่ายย่อยดังรูปที่ 2.35 และมีการเชื่อมโยงกลุ่มเครือข่ายย่อยเหล่านี้ เข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น ไม่ใช่ปัญหาแต่อย่างใดโดยถึงแม้ว่าในทางฟิสิคัลจะประกอบไปด้วยเครือข่ายย่อย 3 เครือข่ายด้วยกัน แต่เครือข่ายย่อยทั้งสามนี้จะถือเป็นเครือข่ายเดียวเมื่อมีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอันเนื่องมาจากโฮสต์ และเครือข่ายย่อยต่างๆ อยู่บนเครือข่ายหมายเลข 192.168 เหมือนกันนั่นเองกล่าวคือเราท์เตอร์จะใช้สองออคเทต (Octets) แรกซึ่งก็คือ 192.168 เป็นหมายเลขเครือข่าย ส่วนออคเทตที่สามจะเป็นซับเน็ตในขณะที่ออคเทตที่สี่ก็จะเป็นหมายเลขโฮสต์ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.36 (ข)

จากกระบวนการดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจัดทำซับเน็ตได้มีการแบ่งไอพีแอดเดรสออกเป็น 3 ระดับด้วยกันโดยหมายเลขซับเน็ต (SubNetID) นั้นได้มีการนำบิตบางส่วนของหมายเลขโฮสต์มาใช้งานซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

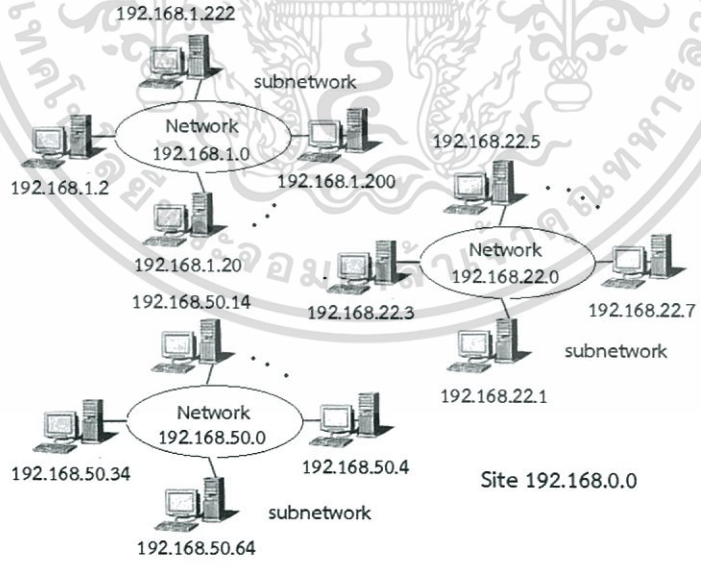
1) หมายเลขเครือข่าย (NetID) เป็นระดับแรกที่ใช้สำหรับระบุไซต์

2) หมายเลขเครือข่ายย่อย (SubNetID) เป็นระดับที่สองที่ใช้ระบุฟิสิคัลซับเน็ตเวิร์ก

3) หมายเลขเครือข่าย (Host ID) เป็นระดับที่สามที่ใช้แทนหมายเลขโฮสต์

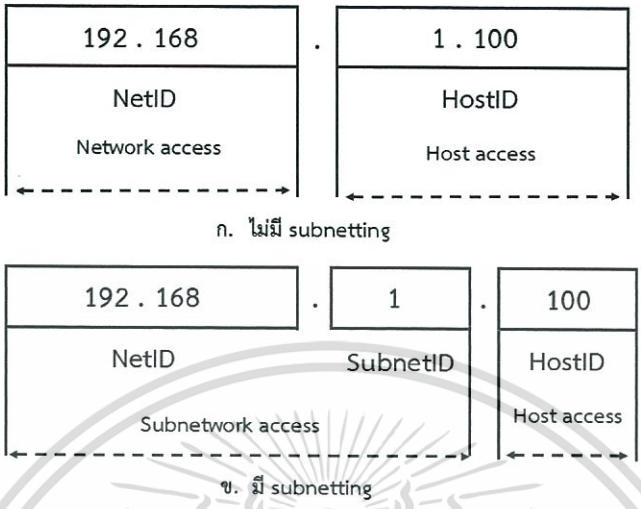
ดังนั้นการเดินทางของไอพีดาต้าแกรม ก็จะมีประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนด้วยกันดังนี้

Delivery to Site ➡ Delivery to the Subnetwork ➡ Delivery to the Host



รูปที่ 2.35 เครือข่ายที่มีลำดับสามระดับหรือการทำซับเน็ต [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 การกำหนดตำแหน่งในเครือข่ายแบบไม่มีซับเน็ตและแบบมีซับเน็ต [6]

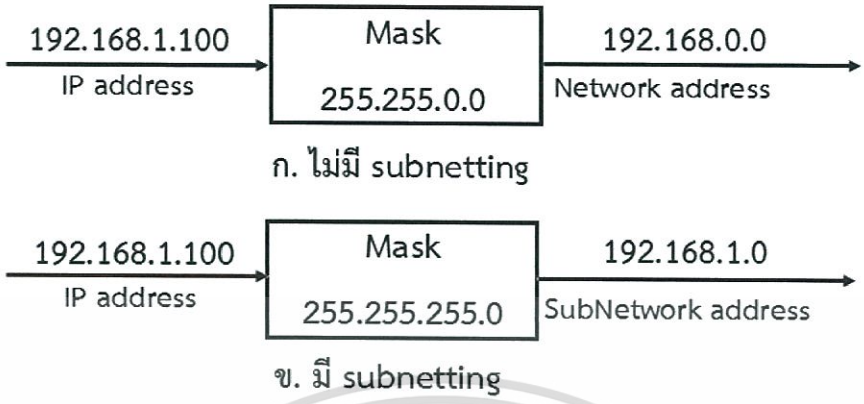
2.4.9 ซับเน็ตมาสก์ (Subnet mask)

ในการแบ่งซับเน็ตจะทำให้เราสามารถใช้งานแอดเดรสได้อย่างมีประสิทธิภาพและการทำซับเน็ตมาสก์ก็จะทำควบคู่ไปกับการทำซับเน็ต ซับเน็ตมาสก์หรือการทำมาสกิ้ง เป็นกระบวนการที่บอกให้รู้ว่าเครือข่ายนั้นได้มีการแบ่งเป็นซับเน็ตจำนวนบิตที่ใช้แบ่งเครือข่ายย่อยนั้นมีกี่บิตและใช้ตำแหน่งใดเพื่อระบุเป็นหมายเลขเครือข่ายย่อย ดังนั้นในการออกแบบเครือข่ายจึงจำเป็นต้องมีการระบุซับเน็ตมาสก์ด้วยเพื่อให้รู้ว่าแอดเดรสนี้มีการแบ่ง ส่วนหมายเลขเครือข่ายและส่วนของหมายเลขโฮสต์อย่างไร ดังรูปที่ 2.37 ตามปกติค่าของซับเน็ตมาสก์นั้นจะมีการระบุค่าไว้อยู่แล้วเรียกว่า ค่าปกติหรือ ค่าดีฟอลต์ (Default) กล่าวคือหากไม่มีการทำซับเน็ตค่าของซับเน็ตก็จะเป็นค่าปกติหรือ ค่าดีฟอลต์นั่นเองซึ่งคาดีฟอลต์ของซับเน็ตมาสก์ของแต่ละคลาส แสดงดังตารางที่ 2.3

ซับเน็ตมาสก์จะมีขนาด 32 บิตเท่ากับไอพีแอดเดรส การตั้งค่าให้กับซับเน็ตมาสก์ก็ทำได้ด้วยการตั้งค่าบิตให้ซับเน็ตมาสก์มีค่าเป็น 1 (ไบนารี) โดยค่าที่ถูกติดตั้งเป็น 1 จะตรงกับหมายเลขเครือข่ายและหมายเลขเครือข่ายย่อยในขณะที่บิตที่ถูกตั้งค่าเป็น 0 นั้นจะตรงกับหมายเลขโฮสต์

จากตารางที่ 2.4 แสดงรายละเอียดเครือข่ายที่ไม่ได้มีการมาสก์เพื่อทำซับเน็ตโดยมีตัวอย่างของไอพีแอดเดรส และหมายเลขเครือข่ายประกอบ ให้สังเกตค่าของซับเน็ตมาสก์ซึ่งเป็นค่าดีฟอลต์ในขณะที่ตารางที่ 2.5 แสดงรายละเอียดเครือข่ายที่มีการมาสก์เพื่อทำซับเน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 การติดตั้งซับเน็ตมาสก์

ตารางที่ 2.3 ค่าดีฟอลต์ซับเน็ตมาสก์ของแต่ละคลาส

Class	Subnet Mask	Binary
A	255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000
B	255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000
C	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000

ตารางที่ 2.4 เครือข่ายที่ไม่มีการทำซับเน็ต

Class	Subnet Mask	Address (Example)	Network Address (Example)
A	255.0.0.0	20.21.54.1	20.0.0.0
B	255.255.0.0	168.13.41.2	163.13.0.0
C	255.255.255.0	204.45.12.46	204.45.12.0

การกำหนดซับเน็ตมาสก์จะขึ้นอยู่กับความต้องการของจำนวนโฮสต์สูงสุดที่ต้องการในแต่ละซับเน็ต ซึ่งผู้ออกแบบจำเป็นต้องศึกษาและออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน จากตารางที่ 2.5 จะเห็นได้ว่า มีการใช้ซับเน็ตมาสก์ของคลาส B กับแอดเดรสคลาส A ซึ่งผลทำให้สามารถมีซับเน็ตได้ 254 ซับเน็ต และแต่ละซับเน็ตก็จะมีจำนวนโฮลต์ได้ 65,534 โฮสต์หรืออาจใช้ซับเน็ตมาสก์คลาส C กับแอดเดรสคลาส A ก็จะทำให้มีซับเน็ตได้ 65,534 ซับเน็ตและแต่ละซับเน็ตก็สามารถมีจำนวนโฮสต์เท่ากับ 254 โฮสต์เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 เครือข่ายที่มีการมาสก์เพื่อทำซับเน็ต

Class	Subnet Mask	Address (Example)	Network Address (Example)
A	255.255.0.0	20.21.54.1	20.21.0.0
B	255.255.255.0	168.13.41.2	163.13.41.0
C	255.255.255.192	204.45.12.46	204.45.12.64

2.4.10 โปรโตคอลในลำดับชั้นแอปพลิเคชัน

โปรโตคอลในลำดับชั้นเน็ตเวิร์กและทรานสปอร์ตเป็นเรื่องภายในของกระบวนการในด้านของการส่งและลำเลียงข้อมูลไปยังปลายทางผู้ใช้งาน ไม่ได้เข้าไปข้องเกี่ยวแต่อย่างใดในลำดับชั้นแอปพลิเคชันหรือชั้นประยุกต์ต่างหากที่ยูสเซอร์หรือผู้ใช้งานต่างๆ ใช้สำหรับติดต่อหรือเพื่อการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ซึ่งในลำดับชั้นแอปพลิเคชันนั้นได้มีการจัดเตรียมโปรโตคอลต่างๆ มากมายเพื่อการสนับสนุนการบริการให้กับยูสเซอร์โปรโตคอลที่สำคัญๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.10.1 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

เป็นโปรโตคอลที่ใช้กำหนดหรือจัดสรรหมายเลขไอพีแอดเดรสให้แก่โฮสต์บนเครือข่ายแบบไดนามิก ซึ่งเป็นแบบไม่ตายตัวกล่าวคือในการติดต่อของโฮสต์เดียวกันในแต่ละครั้ง โฮสต์นั้นอาจได้หมายเลขไอพีแอดเดรสที่แตกต่างกันได้โดยเครือข่ายที่ต้องการบริการ DHCP จำเป็นต้องมี DHCP เซิร์ฟเวอร์เพื่อให้เครื่องไคลเอนต์ขอใช้บริการ

2.4.10.2 DNS (Domain Name System)

เป็นบริการแปลงชื่อโดเมนให้เป็นหมายเลขไอพีแอดเดรส ซึ่งปกติเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีหมายเลข IP เป็นหมายเลขประจำตัวที่ใช้ในการติดต่อแต่หมายเลขดังกล่าวยากต่อการจดจำ ดังนั้นจึงนิยมตั้งเป็นชื่อที่เป็นตัวอักษรขึ้นมาแทนเพื่อง่ายต่อการจดจำและ DNS ก็จะทำหน้าที่แปลงชื่อนี้ให้เป็นหมายเลขไอพีแอดเดรสตัวอย่างชื่อย่อของโดเมนดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างชื่อย่อโดเมนและชนิดของโดเมน

ชื่อย่อโดเมนระดับบนสุด (Top-Level Domain)	ชนิดของโดเมน (Type of Domain)
com	หน่วยงานธุรกิจหรือบริษัท
edu	สถาบันการศึกษา
gov	หน่วยงานของรัฐบาล
mil	หน่วยงานทางทหาร
net	หน่วยงานบริการทางเครือข่าย
org	กลุ่มองค์กรต่างๆ ที่ไม่แสวงหาผลกำไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.10.3 TELNET (Telecommunication Network)

เป็นโปรโตคอลที่ใช้สำหรับการล็อกอินเพื่อเชื่อมต่อเครือข่ายแบบระยะไกล (Remote Login) เช่น ยูสเซอร์ที่มีบัญชีหรือแอคเคานต์อยูบนเซิร์ฟเวอร์โดยขณะนั้นอยู่ต่างสถานที่แต่ต้องการที่จะรีโมตล็อกอินเข้ามาเพื่อใช้งานโดยไม่ต้องเดินทางมายังศูนย์ก็สามารถทำได้ด้วยการเทลเน็ตเข้ามาเพื่อเชื่อมต่อใช้งานกับโฮสต์หรือเซิร์ฟเวอร์ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นเทอร์มินัลหนึ่งที่เชื่อมโยงเข้ากับเซิร์ฟเวอร์โดยตรง

2.4.10.4 FTP (File Transfer Protocol)

เป็นโปรโตคอลที่บริการด้านการโอนถ่ายแฟ้มข้อมูลระหว่างโฮสต์ เช่น เครื่องไคลเอนต์ได้มีการขอใช้บริการเพื่อการถ่ายโอนข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์มายังเครื่องของตนเป็นต้น

2.4.10.5 SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

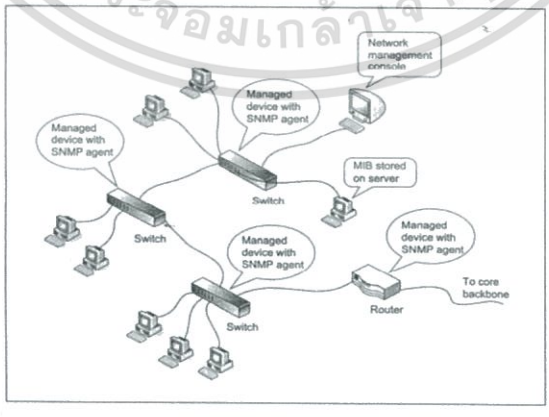
เป็นโปรโตคอลที่ใช้สำหรับบริการไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์บนอินเตอร์เน็ต

2.4.10.6 POP (Post Office Protocol)

เปนโปรโตคอลแบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้งานระหว่างผู้ใช้งานบนเวิร์กสเตชันและเมลเซิร์ฟเวอร์

2.4.10.7 SNMP (Simple Network Management Protocol)

สำหรับชุดโปรโตคอล TCP/IP ที่ใช้สำหรับกำหนดกระบวนการจัดการเครือข่ายบนอินเตอร์เน็ต ซึ่งได้จัดเตรียมไว้ในกลุ่มการปฏิบัติการพื้นฐานที่ใช้สำหรับการเฝ้าระวังและบำรุงรักษาเครือข่ายบนอินเตอร์เน็ตโดยเน้นความสะดวกในการดูแลรักษาระบบจากศูนย์กลาง ซึ่ง SNMP จะอนุญาตให้ตัวแทน (Agents) ที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งอาจเป็นสวิตช์หรือเราต์เตอร์ในเครือข่ายทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารไปยังอุปกรณ์อื่นๆ บนเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ตัวแทนแตละตัวจะมีฐานข้อมูลเป็นของตัวเองด้วยซึ่งเรียกว่า MIB (Management Information Base) เพื่อใช้จัดเก็บ ข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งานของผู้จัดการ ดังรูปที่ 2.38



รูปที่ 2.38 แสดงการบริหารจัดการเครือข่ายด้วย SNMP [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

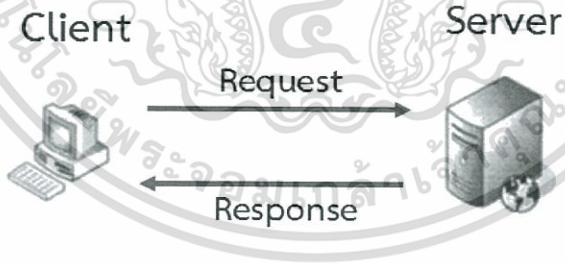
2.4.10.8 HTTP (HyperText Transfer Protocol)

เป็นข้อกำหนดที่ใช้สำหรับเรียกดูเอกสารจากเว็บไซต์ ซึ่งจัดเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่างโปรแกรมบราวเซอร์และเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งโปรโตคอลหลักที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์ของเว็บไซต์ โดยถูกออกแบบมาให้มีความกะทัดรัด สามารถทำงานได้รวดเร็วมีกระบวนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน และมีคำสั่งที่ใช้งานไม่มากนัก แต่สามารถรองรับข้อมูลได้ทุกแบบ ไม่ว่าเป็นข้อมูลทั่วไปที่เข้ารหัสแบบ MIME

หลักการทำงานทั่วๆไปของ HTTP คือ จะแบบการทำงานออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านเว็บเซิร์ฟเวอร์ และด้านไคลเอนต์ โดยไคลเอนต์จะติดต่อเข้ามายังเซิร์ฟเวอร์โดยใช้โปรแกรมบราวเซอร์ และอ้างถึงแอดเดรสของเซิร์ฟเวอร์โดยใช้รูปแบบของ URL ส่วนด้านเซิร์ฟเวอร์จะส่งข้อมูลกลับมาในรูปแบบที่เป็น HTML โดยที่โปรโตคอล HTTP ใช้วิธีการเข้ารหัสในแบบ MIME เป็นมาตรฐานของการทำงาน

โครงสร้างข้อมูลของ HTTP จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือส่วนเฮดเดอร์ หรือเรียกว่า metadata จะเป็นส่วนเก็บข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ภายในโปรโตคอล ส่วนที่สองเป็นข้อมูลจริงที่ต้องการรับส่ง ทั้งนี้ HTTP ถูกออกแบบมาให้สามารรับส่งข้อมูลผ่าน Proxy หรือ Firewall ต่างๆ ได้ โดยการทำงาน HTTP จะอาศัยโปรโตคอลพื้นฐาน TCP/IP ซึ่งทั่วไปจะใช้หมายเลขพอร์ตที่ 80

โปรโตคอล HTTP ในปัจจุบันได้พัฒนาขึ้นมาเป็นเวอร์ชั่น 1.1 (จากเดิมคือเวอร์ชั่น 1.0) ซึ่งโปรแกรมบราวเซอร์ที่แพร่หลายทั่วไปนั้นจะสามารถรองรับโปรโตคอลในเวอร์ชั่นใหม่นี้ได้และได้กำหนดไว้เป็นมาตรฐานใน RFC2068 แล้ว โดยใน HTTP เวอร์ชั่น1.1 นี้ได้เพิ่มประสิทธิภาพทำงานให้สูงขึ้นและปรับปรุงในด้านต่างๆ ที่ทำให้ความสามารถมากขึ้น ดังรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.39 HTTP ทรานแซกชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.10.9 URL (Uniform Resource Locator)

เป็นกลุ่มข้อความที่ใช้แทนแอดเดรสเพื่อใช้ระบุตำแหน่งของเอกสารหรือเว็บเพจบนเว็บไซต์การอ้างอิงตำแหน่งด้วย URL จะส่งผลทำให้ง่ายต่อการจดจำแทนที่จะเป็นชุดหมายเลข ตัวอย่างเช่น http://www.reg.kmitl.ac.th ดังรูปที่ 2.40

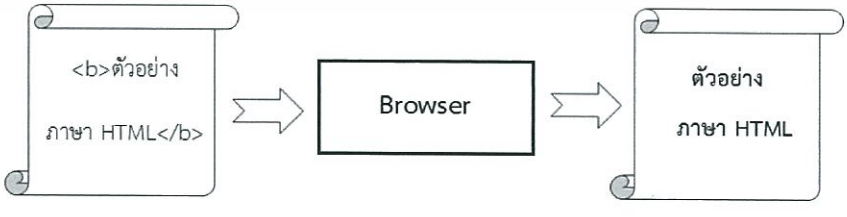
รูปที่ 2.40 แสดงรูปแบบและส่วนต่างๆ ของ URL

2.4.10.10 WWW (World Wide Web)

เป็นระบบไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) ที่ใช้บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อการเข้าถึงเพจหรือเอกสาร ซึ่งสามารถบรรจุได้ทั้งข้อความ รูปภาพ เสียง หรือวิดีโอคลิปและการอ้างอิงไปยังเว็บเพจอื่นๆ

2.4.10.11 HTML (HyperText Markup Language)

การใช้ภาษา HTML ดังรูปที่ 2.41 เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่ใช้กำหนดคอนเท็นต์และรูปแบบของเอกสารเว็บด้วยรหัสแท็ก (Tag) โดยสามารถอธิบายรวมทั้งจัดวางองค์ประกอบต่างๆ ของเว็บเพจให้แสดงออกมาอย่างไรทางจอภาพ ซึ่งภาษา HTML จำเปนต้องใช้งานควบคู่กับโปรแกรมบราวเซอร์ เช่น Internet Explorer หรือ Netscape ซึ่งบราวเซอร์จะทำหน้าที่แปลรหัสแท็กเหล่านี้ ให้แสดงออกทางจอภาพที่สามารถมีทั้งส่วนของข้อความ รูปแบบตัวอักษร ภาพกราฟฟิกและไฮเปอรลิงก์



รูปที่ 2.41 การใช้ภาษา HTML และเครื่องหมายแท็กที่ให้แสดงตัวอักษรตัวหนา โดยผ่านโปรแกรมบราวเซอร์เพื่อแสดงดูผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ชุดบอร์ดประมวลผล

2.5.1 อาร์ดูโน่

อาร์ดูโน่ (Arduino) คือ ชื่อเรียกแพลตฟอร์ม (Platform) ของระบบสมองกลประเภทหนึ่งและเป็นโปรแกรมแบบเปิดเสรี (Open source open platform) ซึ่งก็คือโปรแกรมที่สามารถดาวน์โหลดฟรี ใช้ฟรีและยังเปิดโอกาสให้บุคคลทั่วไปสามารถแสดงความคิดเห็นตลอดจนนำไปพัฒนาต่อ อาร์ดูโน่เป็นบอร์ดที่พัฒนาโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอวีอาร์เป็นหน่วยประมวลผล ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอวีอาร์ที่เอามาใช้นั้น ต้องมีการเบิร์นเฟิร์มแวร์ (Burn firmware burn firmware) ไว้แล้ว โดยหน้าที่ของเฟิร์มแวร์คือ การรับข้อมูลโปรแกรมที่เขียนแล้วจากเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมเช่น คอมไพเลอร์ (Compiler) ที่เรียกว่า อินเตอร์เฟส ดีไซน์เอ็นไวรอนเมนท์ (Interface design environment) หรือ ไอดีอี มาเขียนไว้ที่ตัวมันเองเพื่อให้บอร์ดทำงานตามที่เขียนโปรแกรม ข้อดีคือ พัฒนาด้วยภาษาซีพลัสพลัสได้ จึงมีคุณสมบัติการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-oriented programming) หรือ โอโอพี ซึ่งไม่ต้องใช้ผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (Internet service provider) หรือ ไอเอสพี จึงเหมาะแก่ผู้เริ่มต้น โครงสร้างการเขียนเข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน ไม่ได้อ้างอิงจากฮาร์ดแวร์ (Hardware) มากนัก ต้นทุนถูก เป็นโปรแกรมแบบเปิดเสรีจึงมีข้อมูลและไลบรารี่ (Library) ให้เลือกใช้อย่างกันแพร่หลาย แต่อย่างไรก็ตามข้อเสียของการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอวีอาร์นี้คือ ใช้ภาษาซีพลัสพลัสในการเขียนโปรแกรมซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากร

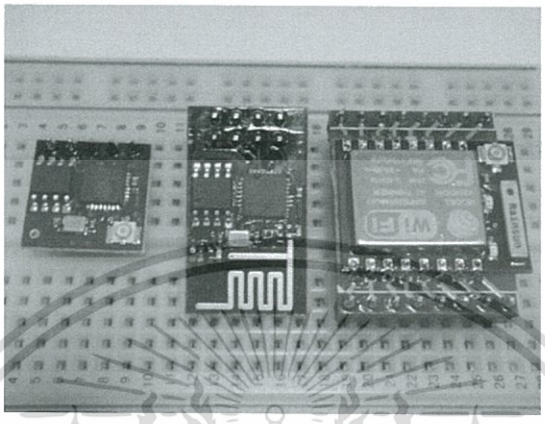
2.5.2 โมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266

โมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266 ดังรูปที่ 2.42 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายไร้สายแบบ Wi-Fi และเป็นโมดูลประเภท "Serial-to-Wi-Fi" ที่มีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับสินค้าอื่นๆ ในประเภทเดียวกันและโมดูลถูกออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์หรืออุปกรณ์ประเภทอื่นผ่านขา TX/RX แบบ Serial และใช้ชุดคำสั่งแบบ AT Commands เพื่อสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) และเชื่อมต่อไปสู่อินเตอร์เน็ตได้โดยตำแหน่งของขาต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.44 และการใช้งานแต่ละขา แสดงดังตารางที่ 2.7 [8]

โมดูลนี้ใช้ชิปประเภท SoC (System-on-Chip) ซึ่งมีโปรเซสเซอร์ขนาด 32 บิต ของบริษัท Tensilica "Xtensa LX3" เป็นตัวประมวลผลหลักถัดจากโมดูลรุ่น ESP-01 เริ่มมีโมดูลรุ่นอื่นออกมา เช่น ESP-02, ESP-03 ถึง ESP-13 เป็นต้น ซึ่งมีรูปแบบและขนาดของโมดูล จำนวนขา I/O รูปแบบของสายอากาศที่ใช้ที่แตกต่างกัน เป็นต้น จากนั้นได้มีการพัฒนาโมดูลให้ใช้ร่วมกับบอร์ดประมวลผลอาร์ดูโน่เพื่อช่วยให้การใช้งานของชิป ESP8266 ง่ายขึ้นและทำให้ง่ายต่อการนำไปใช้เขียนโค้ดและต่อวงจรทดลองขึ้นเรียกว่า NodeMCU ดังรูปที่ 2.43 จากนั้นนักพัฒนาสามารถเขียนโค้ดในภาษา Lua ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ประเภท Scripting Language เขียนโปรแกรมเชิงวัตถุได้ (Object-Oriented Programming) และมีการพัฒนาไลบรารี่ (Libraries) ให้รองรับการใช้งานชิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ESP8266 เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นในแบบต่างๆ โมดูล ESP8266 อย่างเช่น ESP-07 หรือ ESP-12 สามารถใช้งานได้กับเฟิร์มแวร์ของ NodeMCU



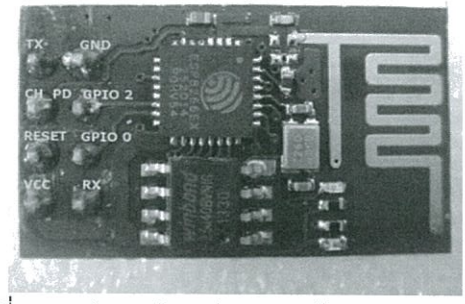
รูปที่ 2.42 ตัวอย่างโมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266 [8]

รูปที่ 2.43 ตัวอย่างบอร์ด NodeMCU รุ่น DW.miniESP (ESP8266-07 Model) [8]

การเชื่อมต่อโมดูล ESP8266 ESP-01 กับพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์

โมดูล ESP8266 รุ่น ESP-01 มีขา Pin Header จำนวน 2x4 มาพร้อมกับเฟิร์มแวร์ที่รองรับการใช้งานแบบ AT commands (คำสั่งต่างๆ เป็นข้อความหรือ String ที่ขึ้นต้นด้วย AT+) โดยรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมแบบ Serial (ขา Tx และ Rx) ถ้าต้องการจะนำไปต่อกับพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์ ให้นำไปต่อกับโมดูล USB-to-Serial (เช่น ที่ใช้ชิป FT232R, CH340, CP2102 เป็นต้น) และต้องใช้แรงดันไฟเลี้ยงที่ระดับ +3.3V เท่านั้นหากนำไปต่อกับ +5V จะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้และระดับแรงดันของลอจิกสำหรับขา I/O จะต้องเป็น +3.3V ด้วย เมื่อเชื่อมต่อระหว่างโมดูล ESP-01 และโมดูล USB-to-Serial Adapter ได้แล้วก็สามารถนำไปต่อกับพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรมทั่วไปที่สามารถพิมพ์ข้อความผ่านพอร์ต Serial ได้ เช่น Serial Monitor ของโปรแกรม Arduino IDE เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.44 ตำแหน่งขาต่างๆ ของโมดูล ESP-01 [8]
หมายเหตุ : ชิป ESP8266EX และชิป Winbond SPI Flash อยู่ด้านบนของโมดูล

ตารางที่ 2.7 ขาของโมดูล ESP8266 ESP-01

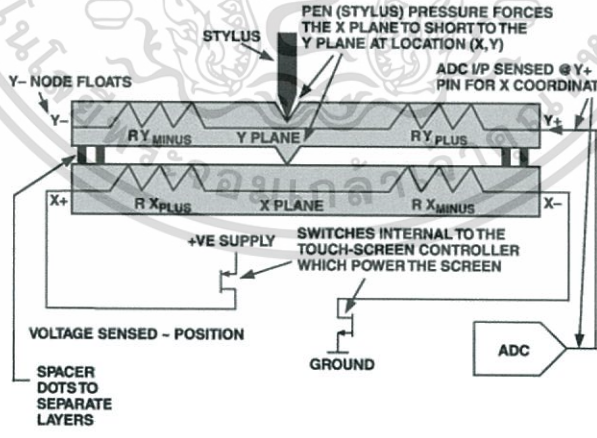
RX	ขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลเข้า ให้นำไปต่อกับขา TX ของโมดูล USB-to-Serial
VCC	ขา VCC สำหรับแรงดันไฟเลี้ยง +3.3V (นำไปต่อกับจากแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ ไม่เกิน +3.6V) แหล่งจ่ายควรจะสามารถจ่ายกระแสได้อย่างน้อย 350mA ที่ระดับ +3.3V เนื่องจากโมดูลอาจใช้กระแสได้สูงเกิน 200mA ในการเชื่อมต่อ Wi-Fi
GPIO 0	ขา I/O ใช้สำหรับเลือกโหมดระหว่าง Normal Mode (ลอจิก High) กับ Flash Mode (ลอจิก Low) โดยปรกติ ไม่ต้องเชื่อมต่อขานี้ และได้ลอจิก High
RST	ขาอินพุตนี้ทำหน้าที่เป็นขา Reset แบบ Active-low (โดยปรกติ ไม่ต้องเชื่อมต่อขานี้ และได้ลอจิก High)
CH_PD	ขาอินพุตนี้ทำหน้าที่เป็น Chip Power-Down, Active-Low (ถ้าอินพุตเป็น Low ชิปจะไม่ทำงาน) ให้นำไปต่อกับ +3.3V (หรือต่อผ่านตัวต้านทาน pull-up ไปยัง +3.3V)
GPIO 2	ขา I/O (โดยปรกติ ไม่ต้องเชื่อมต่อขานี้ และได้ลอจิก High)
GND	ขา GND (นำไปต่อกับขา GND ของแหล่งจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง)
TX	ขาเอาต์พุตสำหรับส่งข้อมูลออก ให้นำไปต่อกับขา Rx ของโมดูล USB-to-Serial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 จอสัมผัส (Touch screen)

จอสัมผัส หมายถึงจอภาพที่รับข้อมูลได้จากการสัมผัสที่ผิวจอ ดังรูปที่ 2.45 ที่สามารถเลือกหัวข้อบนจอได้โดยใช้นิ้วสัมผัสไปที่ตำแหน่งที่ต้องการ เป็นการแสดงว่าคอมพิวเตอร์ได้รับข้อมูลแล้ว โครงสร้างภายในของจอสัมผัสจะประกอบไปด้วย ชั้นบนเป็นแผ่นพลาสติกใสฉาบด้วยตัวนำไฟฟ้าบาง ๆ จนแสงสามารถทะลุผ่านได้ ส่วนชั้นล่างเป็นแผ่นกระจกที่ฉาบตัวนำไฟฟ้าไว้เหมือนกัน ทั้งสองชั้นจะถูกต่อวงจรไฟฟ้าทั้ง 4 ด้าน เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหล ดังรูปที่ 2.46

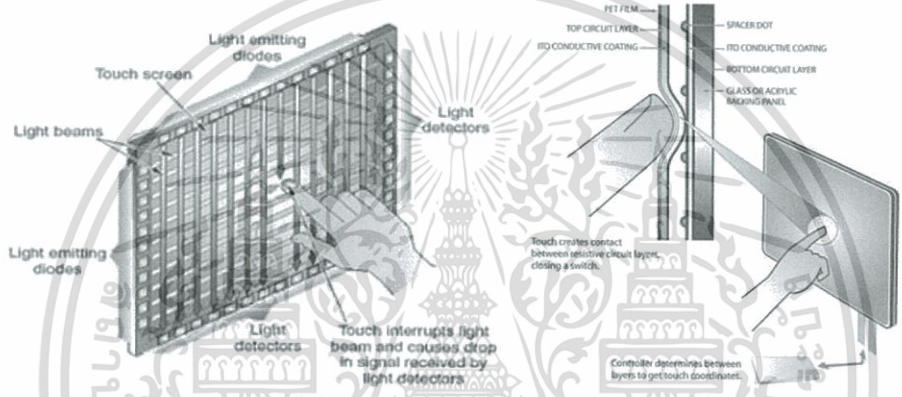
รูปที่ 2.45 จอสัมผัสแบบ Resistive



รูปที่ 2.46 โครงสร้างภายในของจอสัมผัส [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใช้นิ้วกดบนหน้าจอผิวพลาสติกชั้นบนก็จะโค้งลงไปกระทบกับแผ่นกระจกชั้นล่าง ดังรูปที่ 2.47 ทำให้ตัวนำไฟฟ้าที่ฉาบไว้แตะกันเกิดเป็นกระแสแรงดันไหลผ่านเข้าไปในวงจร แล้วทำการคำนวณออกมาเป็นพิกัด X,Y ส่งให้กับตัวประมวลผลของอุปกรณ์เพื่อที่จะแสดงผลคำสั่งออกมาบนหน้าจอ โดยแต่ละแกน ดังรูปที่ 2.48 สามารถหาค่าตำแหน่ง (ระยะจากขอบจอ) โดยใช้หลักการแบ่งแรงดันตามสมการที่ 2.9 และ 2.10 ตามลำดับ เมื่อสแกนในแกนแรกเสร็จก็ย้ายไปหาค่าในแกนที่เหลือ โดยมี CPU หรือส่วนที่ใช้ในการควบคุมการสลับแกนและคำนวณระยะห่างจากขอบจอของแกนทั้งสอง ดังรูปที่ 2.49 ส่วนที่ใช้ในการระบุตำแหน่งบนจอสัมผัส จะซ้อนอยู่ด้านบนของจอแสดงภาพอีกที

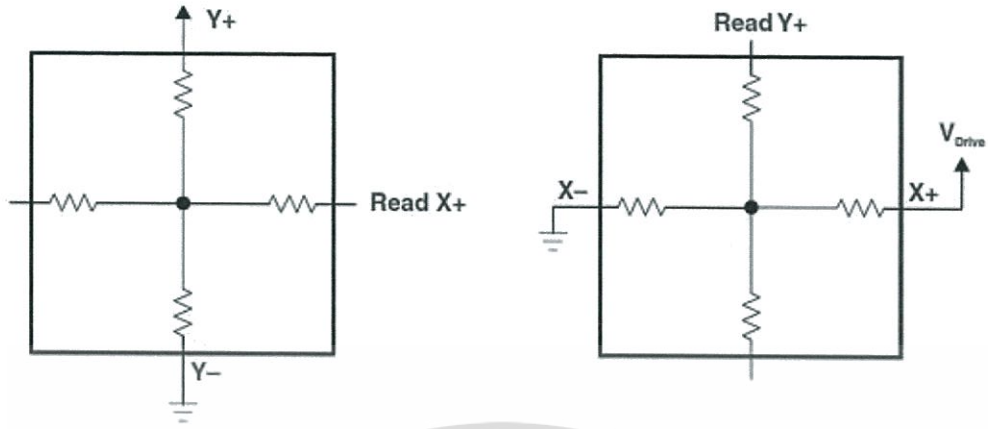


รูปที่ 2.47 หน้าจอชั้นบนโค้งลงไปกระทบกับแผ่นกระจกชั้นล่าง [10]

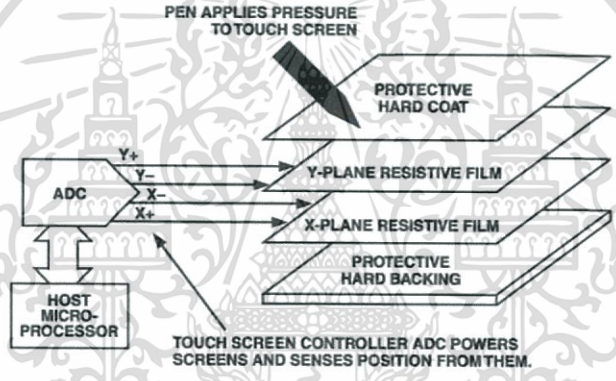
$$X = \frac{V_{Y+}}{V_{Driver}} \times \text{width}_{\text{screen}} \qquad (2.9)$$

$$Y = \frac{V_{X+}}{V_{Driver}} \times \text{height}_{\text{screen}} \qquad (2.10)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.48 แกน XY ที่ใช้ในการแบ่งแรงดัน [9]



รูปที่ 2.49 ส่วนที่ใช้การควบคุมการสลับแกนและคำนวณระยะห่าง [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของจอสัมผัส

1. จอสัมผัสแบบ Resistive ดังรูปที่ 2.45

เทคโนโลยี Resistive ถือว่าเป็นแบบที่ประหยัด และเหมาะกับการใช้งานประเภทต่าง ๆ ได้กว้างขวาง จอสัมผัสแบบ Resistive จะประกอบด้วย เลเยอร์ด้านบนที่ยืดหยุ่น และเลเยอร์ด้านล่างที่อยู่บนพื้นแข็งคั่นระหว่าง 2 เลเยอร์ด้วยเม็ดฉนวนซึ่งทำหน้าที่แยกไม่ให้ด้านในของ 2 เลเยอร์สัมผัสกัน เพราะด้านในของ 2 เลเยอร์นี้จะเคลือบด้วยสารตัวนำไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติโปร่งแสงในเวลาสัมผัสจะมีการปล่อยกระแสที่เลเยอร์สารตัวนำ และเมื่อกดที่หน้าจอสัมผัสจะทำให้วงจร 2 เลเยอร์ต่อถึงกัน จากนั้นวงจรควบคุมก็จะคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งจะแตกต่างไปตามตำแหน่งที่สัมผัสเมื่อคำนาณค่ากระแสตามแนวตั้ง และแนวนอนก็จะได้ตำแหน่งที่สัมผัสบนหน้าจอ

ข้อดีของจอสัมผัสแบบ Resistive

1. ความทนทานต่อสิ่งสกปรก, ฝุ่น, น้ำ
2. ราคาไม่แพง
3. ใช้อะไรสัมผัสก็ได้
4. กินไฟน้อย

ข้อเสียของจอสัมผัสแบบ Resistive

1. เกิดการเลื่อนของจุดได้ง่ายต้องทำ Calibration (ปรับเทียบ ตำแหน่งในการสัมผัสบนหน้าจอ) บ่อยครั้ง
2. เสียหายจากวัตถุมีคมได้ง่าย

2. จอสัมผัส แบบ Capacitive ดังรูปที่ 2.50

เป็นเทคโนโลยี Capacitive มีคุณสมบัติที่โดดเด่นทั้งความทนทาน ความโปร่งแสงมักเป็นที่นิยมใน Application ประเภท เกมส์ Entertainment, ATM, Kiosk อุปกรณ์ทางอุตสาหกรรม และ POS โครงสร้างของจอสัมผัส แบบ Capacitive นั้นประกอบด้วยแผ่นแก้วเคลือบผิวด้วยอ็อกไซด์ของโลหะแบบโปร่งแสง เมื่อถึงเวลาการใช้งานก็จะมีการป้อนแรงดันไฟฟ้าที่มุมทั้งสี่ของจอสัมผัสเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความเข้มสม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งแผ่นผู้ใช้จะต้องใช้นิ้วมือเปล่า ๆ สัมผัสที่จอเพื่อดึงกระแสจากแต่ละมุมที่ให้แรงดันตกลงจากนั้นแผงวงจรควบคุมก็จะคำนวณเป็นตำแหน่งที่สัมผัสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.50 จอสัมผัสแบบ Capacitive [11]

ข้อดีของจอสัมผัส แบบ Capacitive

1. มีความคมชัด แสงจากหน้าจอสามารถผ่านออกมาได้ ภาพจึงชัด
2. หาตำแหน่งที่สัมผัสได้ละเอียด
3. ไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องการเพี้ยนไปจากที่สอบเทียบตำแหน่งเอาไว้
4. สามารถสัมผัสด้วยนิ้ว

ข้อเสียของจอสัมผัส แบบ Capacitive

1. ความไวของตัวอุปกรณ์จะด้อยลงได้เมื่อถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนอิเล็กทรอนิกส์
2. ราคาที่ค่อนข้างสูง
3. กินพลังงานมาก
4. มีปัญหากับแสงรบกวนภายนอก

ประโยชน์ของจอสัมผัส

ช่วยให้การสื่อสารของมนุษย์กับเครื่องคอมพิวเตอร์มีความสะดวกรวดเร็วขึ้น อีกทั้งราคาไม่แพง มีระบบสัมผัสที่ง่ายต่อการใช้งานสามารถใช้อะไรสัมผัสก็ได้ มีตำแหน่งสัมผัสที่ละเอียด สามารถประยุกต์ใช้กับงานได้หลากประเภท เหมาะกับโปรแกรมที่ออกแบบมาให้เหมาะกับผู้ใช้ทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นผู้ที่ไม่เคยสัมผัสคอมพิวเตอร์มาก่อน หรือผู้ที่สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างคล่องแคล่วก็ตาม สามารถเข้าสู่การทำงานของโปรแกรมได้อย่างง่าย และรวดเร็วเพียงปลายนิ้วสัมผัส สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้มากมาย เช่น ใช้ในห้องสมุดสำหรับให้คนค้นหาหนังสือ, ใช้ในสถานีรถไฟ รถไฟฟ้า สำหรับเป็นที่ให้ข้อมูล และสอบถามเส้นทาง, ภัตราคารประยุกต์ในการสั่งอาหาร, ตู้เกมส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการดูแลรักษาจอสัมผัส

1.อย่าทำตกหรือให้วัตถุใดมากระแทกจอ เพราะจะทำให้จอแตกได้

2.ควรจะติดแผ่นกันรอย เพราะจะช่วยกันจอจากความชื้น รอยขีดข่วน และการกระแทกได้ส่วนหนึ่ง

3.อย่าใช้น้ำยาอื่นที่ไม่ได้ทำมาให้ใช้กับจอมาเช็ดทำความสะอาด เพราะจะทำให้จอเสีย

4.หากต้องการทำความสะอาดแนะนำให้ใช้ เช่น ผ้าไมโครไฟเบอร์แบบที่เช็ดแว่นแห้ง ๆ ถูเบา ๆ

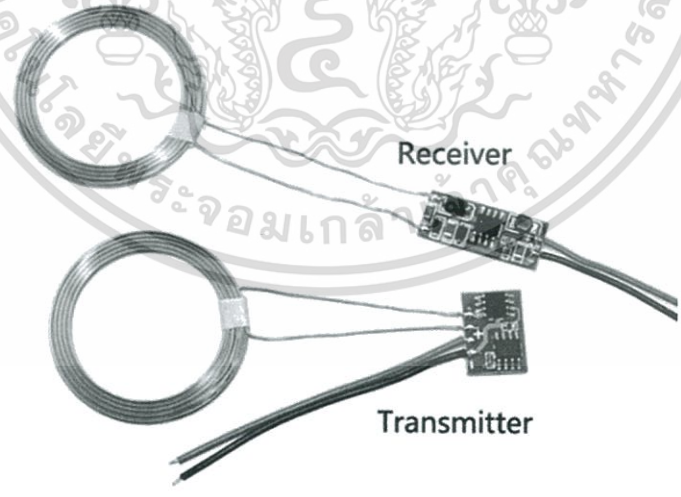
5.อย่าวางเครื่องทิ้งไว้ในที่ความร้อนสูง เพราะจะทำให้จอเสื่อมได้

6.หากสัมผัสน้ำให้รีบเช็ดออกให้เร็วที่สุดและห้ามเอาไดร์เป่าผมเป่า เพราะจะทำให้จอบวมได้

7.หลีกเลี่ยงการใช้งานที่มีการเปลี่ยนอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เช่น อากาศร้อนจัด มาแล้วเข้าห้องแอร์เย็นจัด เพราะอาจทำให้จอแตกเสียหายได้

2.5.4 โมดูลชาร์จไร้สาย (Wireless charger module)

อุปกรณ์สำหรับการชาร์จแบบไร้สายหรือแหล่งจ่ายไฟ ประกอบด้วยฝั่งส่งและฝั่งรับ และขดลวดการชาร์จไร้สายจะมีแรงดันเอาต์พุต 5V และกระแสเอาต์พุตสูงสุด 600mA ขดลวดเหนี่ยวนำจะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสสลับจากภายในฝั่งส่งด้วยแรงดันอินพุต 12V ขดลวดเหนี่ยวนำทั้งสองจะใช้พลังงานจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและแปลงแรงดันจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 2.51 และมีการแสดงค่าของอุปกรณ์โมดูลชาร์จไร้สายดังตารางที่ 2.8 [16]



รูปที่ 2.51 โมดูลชาร์จไร้สาย [16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ค่าของอุปกรณ์โมดูลชาร์จไร้สาย

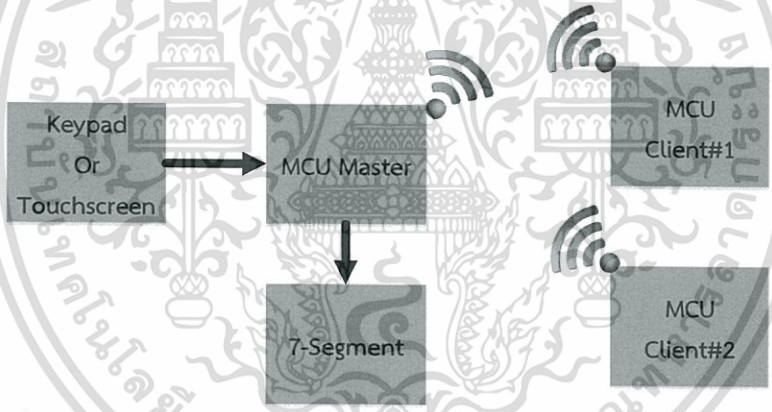
สัญญาณแรงดันไฟฟ้าอินพุต (ฝั่งส่ง)	+12V
สัญญาณแรงดันไฟฟ้าอินพุตสูงสุด	+13.5V
สัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุต (ฝั่งรับ)	+5V DC regulated fixed
กระแสฝั่งรับสัญญาณสูงสุด	600mA (Based on distance)
ขดลวดเหนี่ยวนำ	30uH
ระยะในการส่งและรับแรงดันไฟฟ้า	1-20mm
ขนาดของขดลวด	38mm Diameter x 2mm Height

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

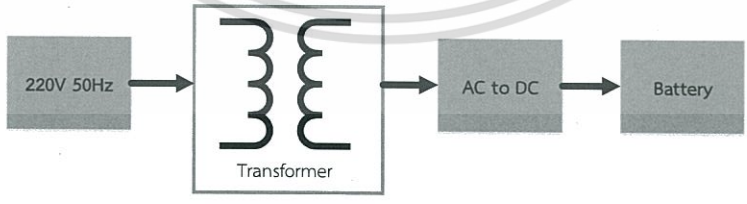
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

การออกแบบระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการในรูปแบบบัตรคิวอิเล็กทรอนิกส์แสดงดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.1 ซึ่งหลักการทำงานคือ เมื่อทำการกดปุ่มหลายเลขคิวโดยใช้คีย์แพดหรือผ่านหน้าจอสัมผัสตัวเครื่องแม่ข่าย (MCU Master) จะทำการส่งสัญญาณแบบไร้สายไปยังตัวเครื่องลูกข่าย (MCU Client) ระบบนี้จึงช่วยในการจัดการปัญหาของการรอคิวเพื่อรับบริการ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ชาร์จแบบไร้สาย โดยใช้หลักการเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าให้เป็นสนามแม่เหล็กแผ่ออกไปโดยเมื่อนำตัวเครื่องลูกข่ายไปวางไว้ในจุดที่มีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าตัดผ่านจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นในขดลวดนี้และสามารถนำกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นไปชาร์จเข้ากับแบตเตอรี่ของตัวเครื่องลูกข่ายได้โดยตรงซึ่งจะช่วยให้อำนวยสะดวกในการชาร์จมากขึ้นแบบไม่มีสาย มารบกวนและป้องกันการกระชากของกระแสไฟฟ้าขณะที่ถอดเข้าออกเพื่อยืดอายุแบตเตอรี่ได้อีกด้วย ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบจัดการลำดับคิวของการเข้ารับบริการ



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของระบบส่วนของอุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบการสื่อสารระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่าย

ในการออกแบบการส่งข้อมูลแบบไร้สายระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่ายผ่านอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อสัญญาณอินเตอร์เน็ต (เราเตอร์) ดังรูปที่ 3.3 โดยระบบสื่อสารระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่ายสามารถรองรับจำนวนเครื่องลูกข่ายได้ตามการตั้งค่าดีเอชซีพีเซิฟเวอร์ในตัวเราเตอร์ ซึ่งอาจได้สูงสุด 200 ตัว ในแต่ละคลาสนั้นๆ แต่ความเป็นจริงถ้าจะใช้ให้มีประสิทธิภาพทั้ง 200 ตัว คงไม่สามารถทำได้เนื่องจากปัจจัยทางกายภาพของตัวอุปกรณ์ เช่น กำลังส่งของเราเตอร์ เพราะถ้ามีอุปกรณ์เชื่อมต่อมากขึ้นเราเตอร์ก็จะทำงานหนักและร้อนตามลำดับ ทางผู้จัดทำต้องระบุการรองรับระบบสื่อสารระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่ายให้มีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งหมด 10 ตัว

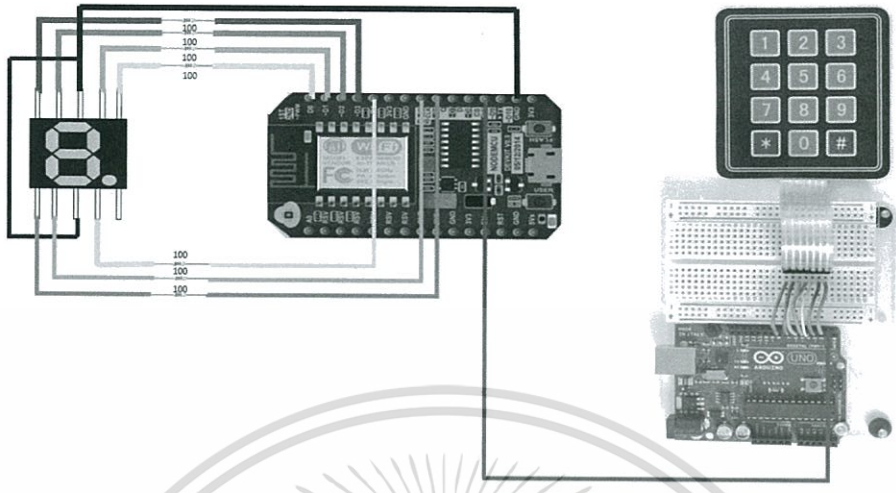
รูปที่ 3.3 การส่งข้อมูลโดยผ่านอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อสัญญาณอินเตอร์เน็ต

3.1.2 การออกแบบเครื่องแม่ข่ายและการเขียนคำสั่งโปรแกรมของเครื่องแม่ข่าย

3.1.2.1 การออกแบบการเชื่อมต่อของเครื่องแม่ข่าย

ระบบเครื่องแม่ข่ายนั้นได้ทำการออกแบบโดยการนำอุปกรณ์ Node MCU รุ่น DW.miniESP คีย์แพด,หน้าจอและบอร์ดประมวลผลอาร์ดูโน่มาต่อร่วมกันดังรูปที่ 3.4 และทำการออกแบบแพ็กเกจของเครื่องแม่ข่าย ดังแสดงในรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



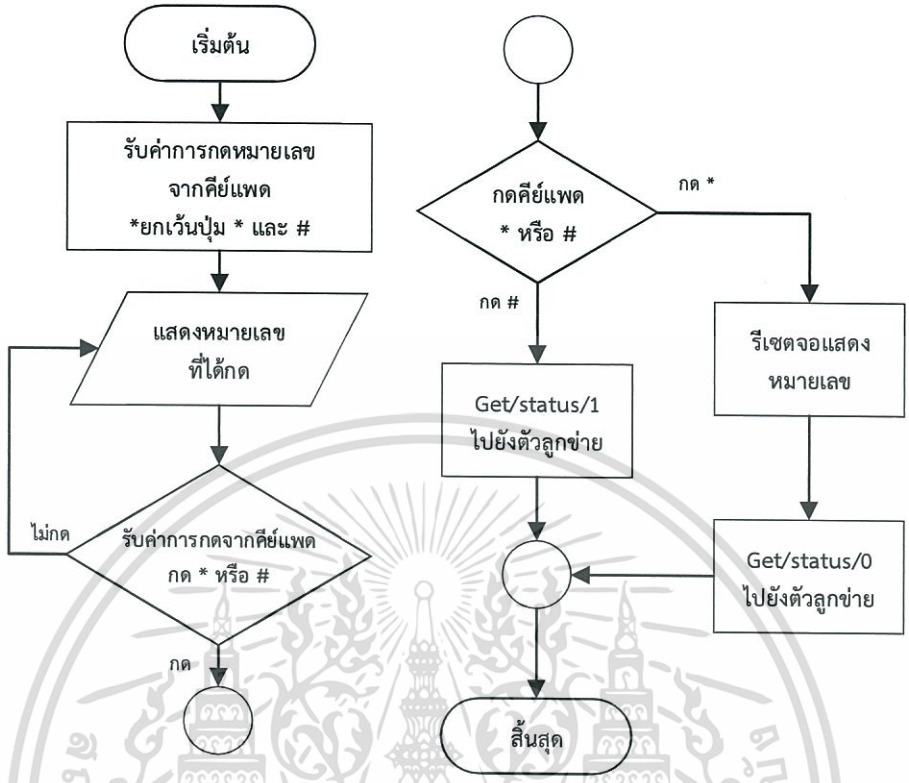
รูปที่ 3.4 ระบบเครื่องแม่ข่าย

รูปที่ 3.5 แพ็กเกจของเครื่องแม่ข่าย

3.1.2.2 การเขียนคำสั่งโปรแกรมของเครื่องแม่ข่าย

การเขียนโปรแกรมในส่วนของการส่งสัญญาณแบบไร้สายระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่ายและการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าข้อมูลมาจากคีย์แพด สำหรับบอร์ดอาร์ดูโน่นั้นสามารถแสดงแผนผังการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.6

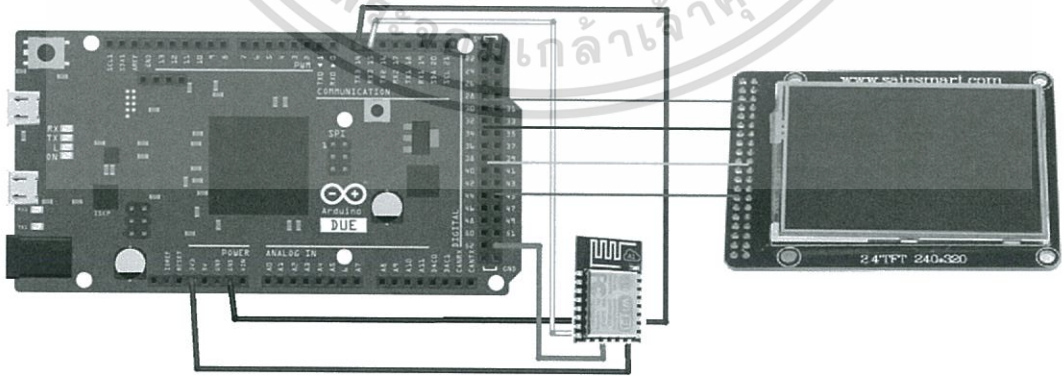
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของระบบเครื่องแม่ข่าย

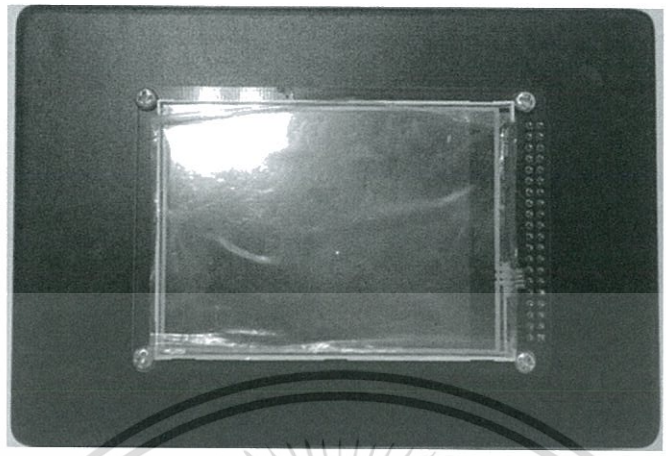
3.1.2.3 การออกแบบการเชื่อมต่อของเครื่องแม่ข่ายแบบหน้าจอสัมผัส

การเชื่อมต่อของเครื่องแม่ข่ายแบบสัมผัสหน้าจอนั้น ทำได้โดยนำบอร์ดอาร์ดูโน่มาต่อร่วมกับหน้าจอสัมผัสและโมดูลแบบไร้สาย (ESP8266) ดังรูปที่ 3.7 และทำการออกแบบแพ็กเกจของเครื่องแม่ข่าย ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 ระบบเครื่องแม่ข่ายแบบหน้าจอสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แพ็กเกจของเครื่องแม่ข่ายแบบหน้าจอสัมผัส

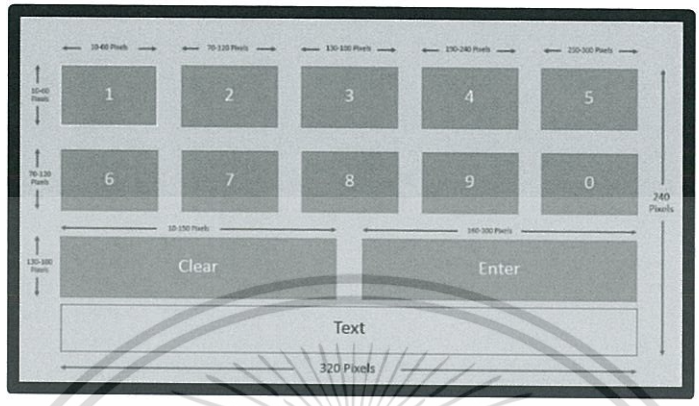
3.1.2.4 การออกแบบตำแหน่งบนหน้าจอสัมผัส

การเก็บค่าพิกัดของตำแหน่งต่างๆ ในแกน X และแกน Y ของการสัมผัสหน้าจอ ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างตำแหน่งที่ทำการรับค่าพิกัดแกน X และแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการออกแบบตำแหน่งปุ่มต่างๆ มีรูปแบบในการกำหนดปุ่มบนหน้าจอสัมผัส ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ตำแหน่งพิกัดของการกำหนดปุ่มบนหน้าจอสัมผัส

โดยทำการออกแบบช่วงตำแหน่งระหว่างปุ่มกดต่างๆ โดยการเขียนพิกัดแกน X และแกน Y ซึ่งจะเริ่มต้นและสิ้นสุดของตำแหน่งบนหน้าจอสัมผัสดังนี้ (กำหนดให้หน่วย Px คือ Pixels)

- ในแถวแรกคือปุ่มหมายเลข 1 2 3 4 และ 5

แกน X ค่า 10 Px ถึง 60 Px และแกน Y ค่า 10 Px ถึง 60 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกดเลข 1
แกน X ค่า 70 Px ถึง 120 Px และแกน Y ค่า 10 Px ถึง 60 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกดเลข 2
แกน X ค่า 130 Px ถึง 180 Px และแกน Y ค่า 10 Px ถึง 60 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกดเลข 3
แกน X ค่า 190 Px ถึง 240 Px และแกน Y ค่า 10 Px ถึง 60 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกดเลข 4
แกน X ค่า 250 Px ถึง 300 Px และแกน Y ค่า 10 Px ถึง 60 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกดเลข 5

- ในแถวที่สองคือปุ่มหมายเลข 6 7 8 9 และ 0

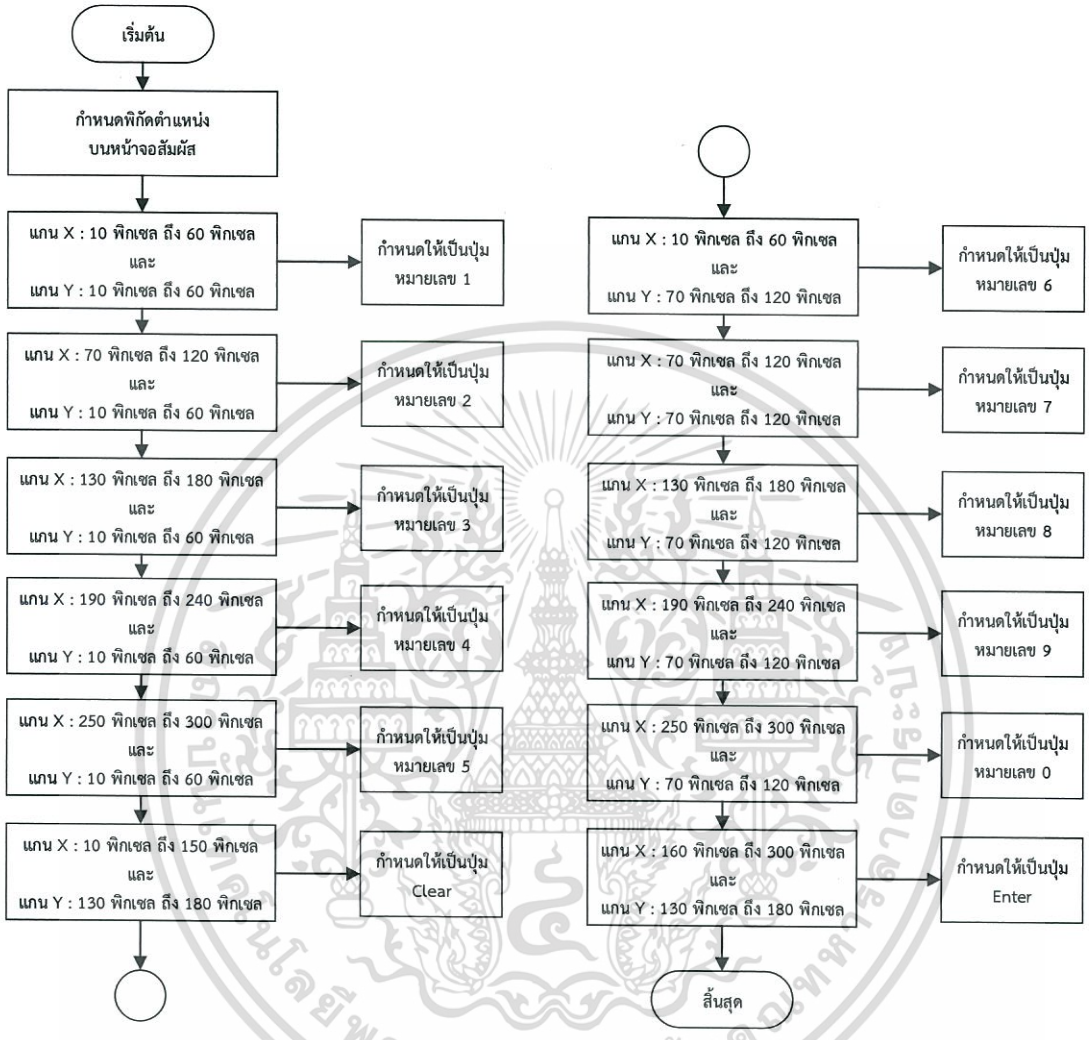
แกน X ค่า 10 Px ถึง 60 Px และแกน Y ค่า 70 Px ถึง 120 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกดเลข 6
แกน X ค่า 70 Px ถึง 120 Px และแกน Y ค่า 70 Px ถึง 120 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกดเลข 7
แกน X ค่า 130 Px ถึง 180 Px และแกน Y ค่า 70 Px ถึง 120 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกดเลข 8
แกน X ค่า 190 Px ถึง 240 Px และแกน Y ค่า 70 Px ถึง 120 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกดเลข 9
แกน X ค่า 250 Px ถึง 300 Px และแกน Y ค่า 70 Px ถึง 120 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกดเลข 0

- ในแถวที่สามคือปุ่ม Clear และ Enter

แกน X ค่า 10 Px ถึง 150 Px และแกน Y ค่า 130 Px ถึง 180 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกด Clear
แกน X ค่า 160 Px ถึง 300 Px และแกน Y ค่า 130 Px ถึง 180 Px กำหนดให้เป็นปุ่มกด Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเขียนโปรแกรมรับค่าพิกัดตำแหน่งต่างๆ บนหน้าจอสัมผัส ดังแสดงในรูปที่ 3.11

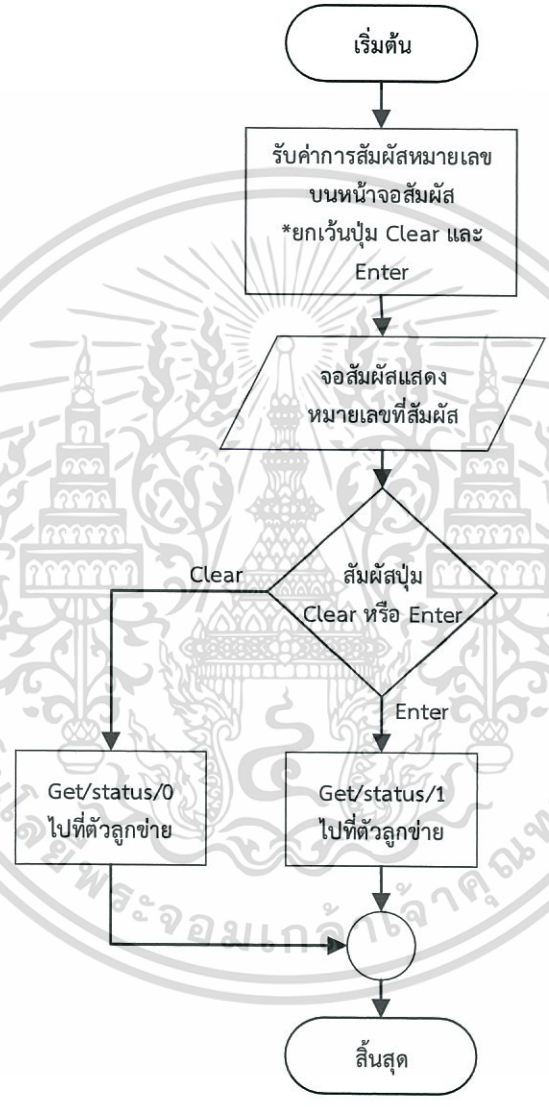


รูปที่ 3.11 แผนผังกำหนดพิกัดบนหน้าจอสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.5 การเขียนคำสั่งโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายแบบหน้าจอสัมผัส

ทำการเขียนโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายแบบหน้าจอสัมผัสเพื่อใช้ในการส่งสัญญาณแบบไร้สายไปยังเครื่องลูกข่ายและทำการเขียนคำสั่งลงในโปรแกรมอาร์ดูโน่เพื่อรับค่าข้อมูลมาจากหน้าจอสัมผัส โดยแผนผังมีการแสดงการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.12

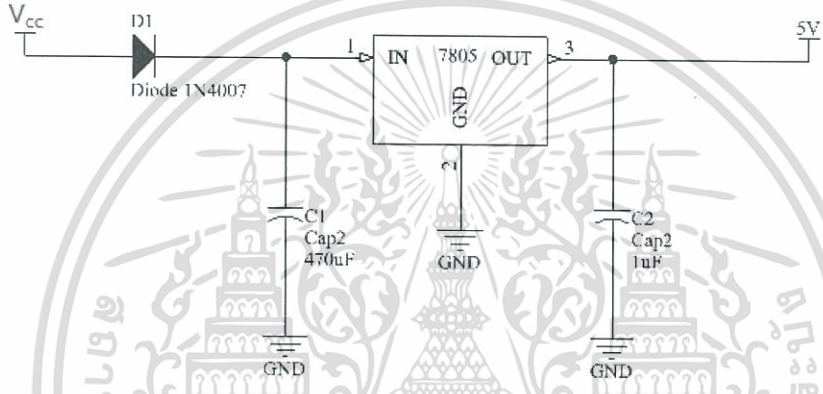


รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานของระบบเครื่องแม่ข่ายแบบหน้าจอสัมผัส

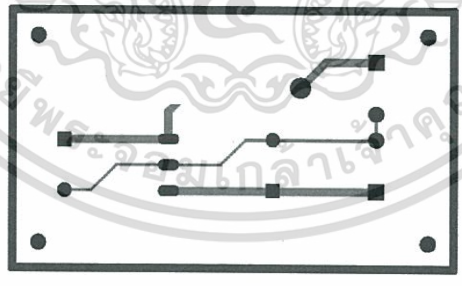
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบวงจรแปลงไฟ

ทำการสร้างวงจรแปลงไฟแรงดัน 5 โวลต์ เพื่อนำไปใช้กับบอร์ด Node MCU รุ่น DW.miniESP โดยวงจรแปลงไฟจะมี IC7805 ทำหน้าที่ในการแปลงระดับแรงดันเป็น 5 โวลต์ และไดโอด 1N4007 ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับหรือป้องกันการต่อผิดขั้วของวงจรไฟฟ้า ตัวเก็บประจุที่ด้านอินพุตของวงจรแปลงไฟจะทำหน้าที่ลดผลของตัวเหนี่ยวนำ ส่วนตัวเก็บประจุตัวที่สองที่อยู่ด้านเอาต์พุตของวงจรแปลงแรงดันไฟ จะเป็นตัวป้องกันการตอบสนองสัญญาณเมื่อมีการเปลี่ยนโหลดอย่างรวดเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 3.13 โดยการออกแบบสร้างลายวงจรแปลงไฟ 5V โดยใช้โปรแกรม Altium Designer และทำการกัดแผ่นวงจร PCB ของวงจรแปลงไฟ 5V แสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.13 วงจรแปลงไฟ 5 โวลต์



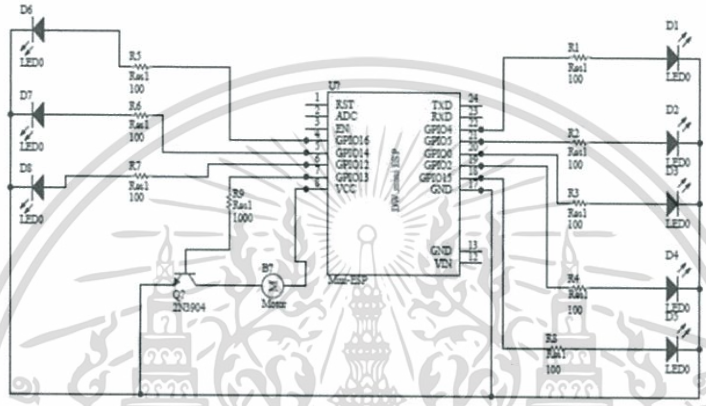
รูปที่ 3.14 ลายวงจรแปลงไฟ 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

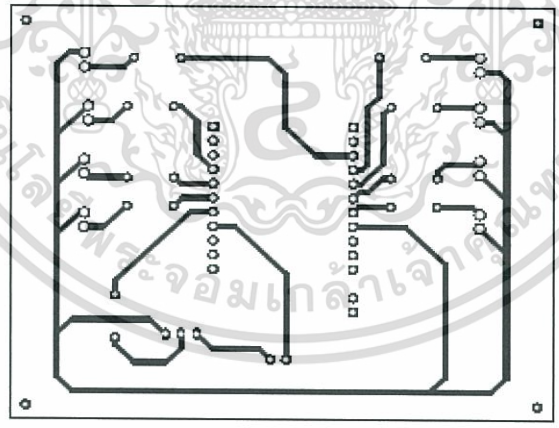
3.1.4 การออกแบบเครื่องลูกข่ายและเขียนคำสั่งโปรแกรมของเครื่องลูกข่าย

3.1.4.1 ออกแบบการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่ายโดยใช้บอร์ด NodeMCU

ทำการออกแบบการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่ายโดยการนำบอร์ด NodeMCU รุ่น DW.miniESP ต่อร่วมกับอุปกรณ์ เช่น หลอดไฟและมอเตอร์สร้างแรงสั่น เป็น เพื่อให้มีการแสดงผลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังรูปที่ 3.15 โดยการออกแบบสร้างลายวงจรของเครื่องลูกข่าย โดยใช้โปรแกรม Altium Designer และทำการกัดแผ่นวงจร PCB วงจรของเครื่องลูกข่าย ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.15 วงจรของเครื่องลูกข่ายโดยใช้ NodeMCU

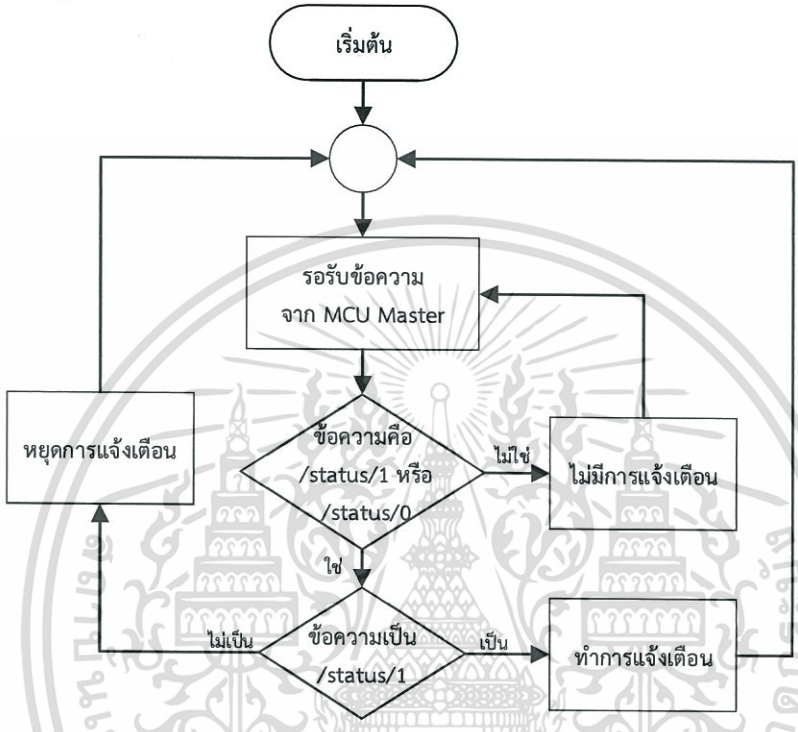


รูปที่ 3.16 ลายวงจรของเครื่องลูกข่ายโดยใช้บอร์ด NodeMCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.2 การเขียนคำสั่งโปรแกรมของเครื่องลูกข่าย

ทำการเขียนคำสั่งโปรแกรมของเครื่องลูกข่าย เพื่อรับข้อมูลที่ส่งมาแบบไร้สายจากเครื่องแม่ข่ายลงบอร์ดอาร์ดูโน่และแสดงผลในรูปของการสั่นของมอเตอร์ซึ่งแผนผังการทำงานแสดงในรูปที่ 3.17

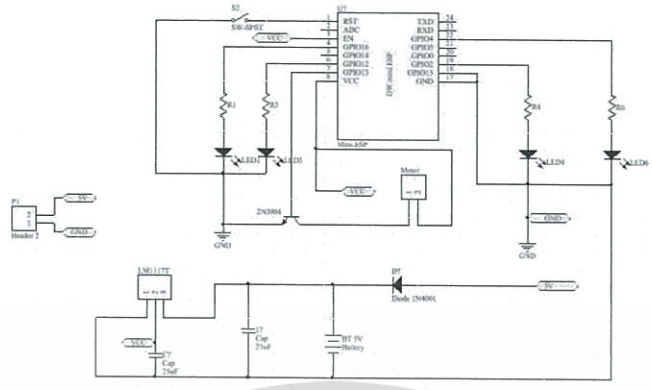


รูปที่ 3.17 แผนผังการทำงานของระบบเครื่องลูกข่าย

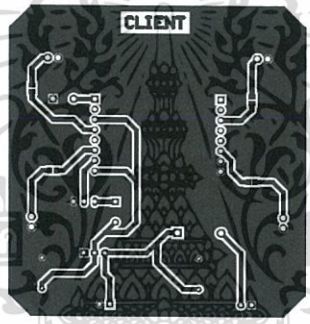
3.1.4.3 การออกแบบการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่ายโดยใช้ชิป ESP8266

ทำการออกแบบการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่ายโดยการนำชิป ESP8266 ต่อร่วมกับอุปกรณ์ เช่น สวิตช์ หลอดไฟ LED และมอเตอร์สร้างแรงสั่น เป็นต้น เพื่อให้มีการแสดงผลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังรูปที่ 3.18 จากนั้นทำการออกแบบลายวงจร PCB และแพ็กเกจของเครื่องลูกข่ายแบบใช้ชิป ESP ดังรูปที่ 3.19 และ ดังรูปที่ 3.20 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 วงจรของเครื่องลูกข่ายโดยใช้ชิป ESP8266



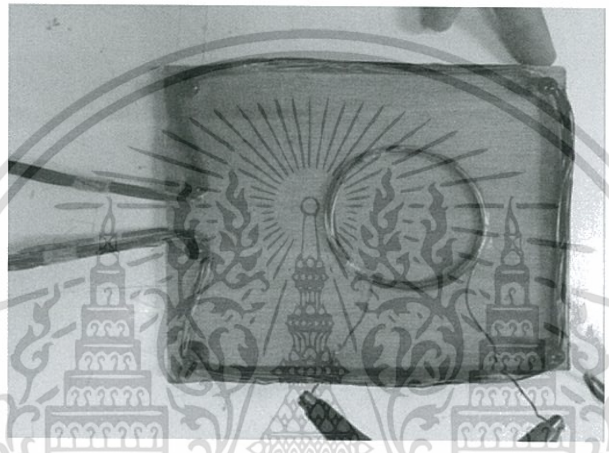
รูปที่ 3.19 ลายวงจรของเครื่องลูกข่ายโดยใช้ชิป ESP8266

รูปที่ 3.20 แพ็กเกจของเครื่องลูกข่ายขนาด 7 x 9 x 5 ซม. น้ำหนัก 0.2 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การออกแบบวงจรชาร์จแบบไร้สาย

ทำการออกแบบวงจรชาร์จแบบไร้สายโดยใช้หลักการเหนี่ยวนำของขดลวดทองแดง ดังรูปที่ 3.21 โดยใช้หลักการความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเส้นแรงแม่เหล็กในการสร้างแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำให้กับตัวนำ ซึ่งเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับให้กับขดปฐมภูมิก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไปมาโดยเส้นแรงแม่เหล็กดังกล่าวก็จะวิ่งไปมาตามแกนอากาศและไปตัดกับขดทุติยภูมิ ทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดทุติยภูมิที่ต่อกับโหลดโดยแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กและจำนวนรอบของขดลวด



รูปที่ 3.21 การออกแบบการเหนี่ยวนำของขดลวดทองแดง

3.1.5.1 การออกแบบวงจรชาร์จไร้สายฝั่งปฐมภูมิและฝั่งทุติยภูมิ

การออกแบบกำหนดให้แรงดันขาเข้า 220 V และมีกระแส 500 mA โดยทางผู้จัดทำต้องการแรงดันขาออกขนาด 5 V และกระแส 1 A ที่ไหลผ่านขดทุติยภูมิ สามารถทำโดยคำนวณอัตราส่วนของจำนวนรอบขดลวดนี้ได้จากสมการที่ 2.4

$$E_s = \frac{N_s}{Np} E_p$$

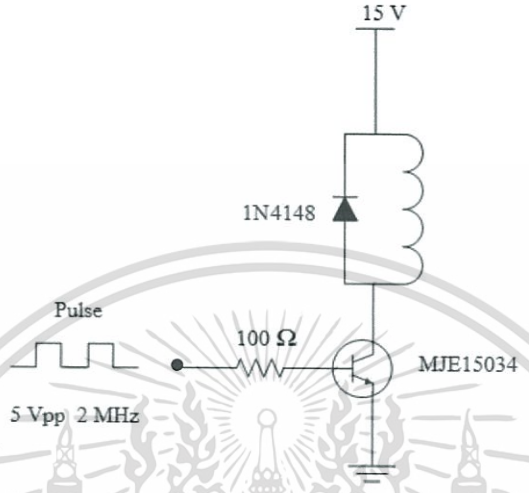
$$5 = \frac{N_s}{Np} \times 220$$

ดังนั้น $$\frac{N_p}{Ns} = \frac{220}{5}$$

อัตราส่วนของจำนวนรอบขดลวดฝั่งปฐมภูมิและทุติยภูมิเป็น 220 ต่อ 5 ซึ่งกรณีนี้ผู้จัดทำไม่สามารถที่จะพันขดลวดให้ได้ 220 รอบ จึงได้ทำการปรับเปลี่ยนการออกแบบวงจรชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายฝั่งปฐมภูมิและฝั่งทุติยภูมิ จากนั้นทำการป้อนสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

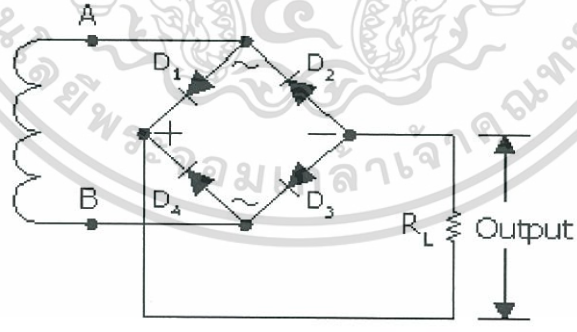
2 MHz แรงดันขาเข้า 5 Vpp ดังแสดงรูปที่ 3.22 เพื่อให้ได้แรงดันขาออกฝั่งทุติยภูมิที่สูงสุดขนาด 62 V และนำแรงดันที่ได้ฝั่งทุติยภูมิไปทำการจัด เรียงกระแสเพื่อใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 3.22 วงจรชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายฝั่งปฐมภูมิ

3.1.5.2 การออกแบบวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

การออกแบบวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นทำได้โดยการต่อไดโอด การทำงานของวงจรวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นจะผลัดกันนำกระแสครั้งละ 2 ตัว ดังรูปที่ 3.23



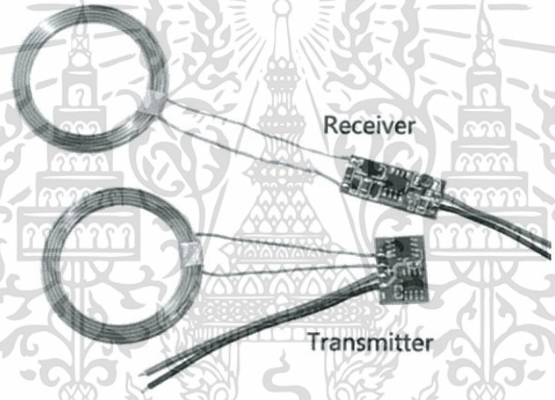
รูปที่ 3.23 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

จากการทดสอบการใช้งานวงจรชาร์จแบตเตอรี่ไร้สายที่ได้สร้างขึ้นนั้นพบว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานค่อนข้างต่ำ กล่าวคือใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่นาน ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้เปลี่ยนไปใช้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.3 การออกแบบการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย

ในการปรับปรุงส่วนของการชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายให้มีประสิทธิภาพในการชาร์จได้ดีขึ้นและมีความเสถียรภาพในการชาร์จช่วยยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่จึงได้ใช้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย ซึ่งโมดูลนี้สามารถนำมาใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการใช้งานทั่วไป สำหรับการชาร์จแบบไร้สายหรือแหล่งจ่ายไฟ ประกอบด้วยฝั่งส่งและฝั่งรับและขดลวด การชาร์จไร้สายดังรูปที่ 3.24 โดยให้แรงดันเอาต์พุต 5V และกระแสเอาต์พุตสูงสุด 600mA ขดลวดเหนี่ยวนำจะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสสลับจากภายในฝั่งส่งด้วยแรงดันอินพุต 12V ขดลวดเหนี่ยวนำทั้งสองจะใช้พลังงานจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและแปลงแรงดันจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยแพ็กเกจแท่นชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายที่ได้ออกแบบไว้แสดงดังรูปที่ 3.25 และดังรูปที่ 3.26 สำหรับด้านหน้าและข้างตามลำดับ

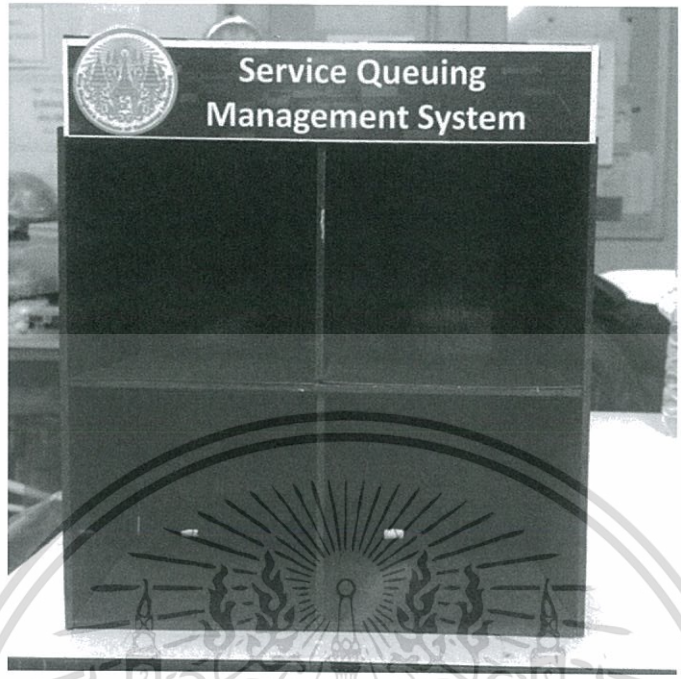


รูปที่ 3.24 โมดูลชาร์จแบตเบอรี่แบบไร้สาย

คุณสมบัติของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย

- สัญญาณแรงดันไฟฟ้าอินพุต (ฝั่งส่ง)	+12V
- สัญญาณแรงดันไฟฟ้าอินพุตสูงสุด	+13.5V
- สัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุต (ฝั่งรับ)	+5V DC regulated fixed
- กระแสฝั่งรับสัญญาณสูงสุด	600mA (ระยะห่างต่ำสุด)
- ขดลวดเหนี่ยวนำ	30uH
- ระยะในการส่งและรับแรงดันไฟฟ้า	1-20mm
- ขนาดของขดลวด	38mm x 2mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.35 แพ็กเกจแท่นสำหรับชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย (ด้านหน้า)

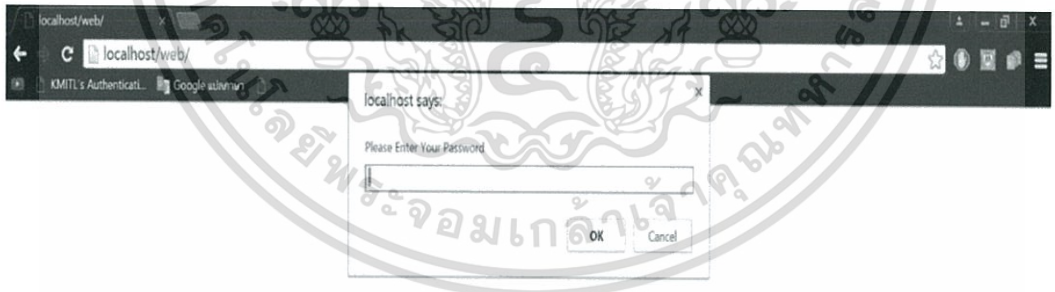
รูปที่ 3.36 แพ็จเกจแท่นสำหรับชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย (ด้านข้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 การออกแบบหน้าเว็บเพจ

ทำการพัฒนาส่วนของหน้าเว็บเพจเพื่อความสะดวกในการสั่งการระบบ ดังรูปที่ 3.27 ซึ่งสามารถส่งสัญญาณไปตัวลูกข่าย (MCU Client) ด้วยการกดปุ่ม Motor On จาก นั้นระบบจะแสดงสัญลักษณ์ไฟเตือนขึ้นว่ามีการส่งสัญญาณไปยังตัวลูกข่ายแล้วและทำการหยุดการส่งสัญญาณที่ส่งไปยังตัวลูกข่ายด้วยการกดปุ่ม Motor Off สัญลักษณ์ไฟก็จะดับทันที ซึ่งระบบนี้จะมีการป้องกันการเข้าถึงเบื้องต้นด้วย ดังรูปที่ 3.28

รูปที่ 3.27 หน้าเว็บเพจที่ใช้สั่งการระบบจัดการคิว



รูปที่ 3.28 หน้าเว็บเพจระบบป้องกันการเข้าถึงของบุคคลอื่นเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในปริญญานิพนธ์นี้ประกอบไปด้วย

1) แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (Power supply) ใช้สำหรับการป้อนแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ไฟกระแสตรงโดยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงจะทำการแปลงไฟ 220 VAC ให้เป็นแรงดันที่เป็นกระแสตรง (DC) ดังรูปที่ 3.29

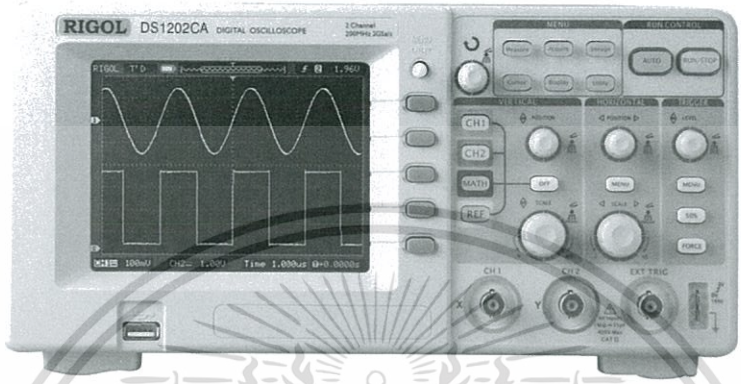
รูปที่ 3.29 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

2) เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function generator) ทำหน้าที่เป็นตัวให้กำเนิดสัญญาณชนิดต่างๆ ขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดสอบวงจร เครื่องกำเนิดสัญญาณจะสร้างสัญญาณตามค่าความถี่ต่างๆ และชนิดของสัญญาณขึ้นมา ดังรูปที่ 3.30

รูปที่ 3.30 เครื่องกำเนิดสัญญาณ

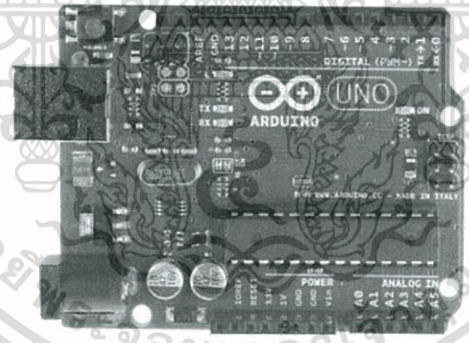
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เครื่องออสซิโลสโคป (oscilloscope) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและแสดงรูปสัญญาณต่างๆ ออกมาเป็นภาพซึ่งจะปรากฏบนจอโดยการใช้วัดแรงดันไฟฟ้าโดยวัดได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับนอกจากนี้ยังสามารถวัดความถี่ของสัญญาณ ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 เครื่องออสซิโลสโคป

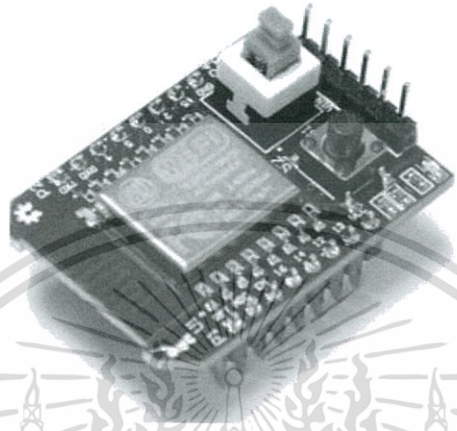
4) บอร์ดอาร์ดูโน่เพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลการทำงาน ดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 บอร์ดอาร์ดูโน่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) บอร์ด Node MCU รุ่น DW.miniESP (ESP8266-07 Model) เป็นบอร์ดที่รวมชิป ESP8266 (ESP-12) กับ USB to Serial และ NodeMCU firmware เข้าไว้ด้วยกันใช้สำหรับเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายไร้สายแบบ Wi-Fi ดังรูปที่ 3.33



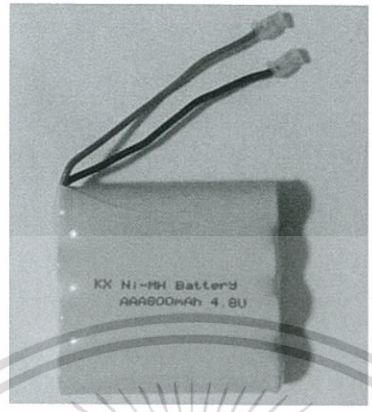
รูปที่ 3.33 บอร์ด Node MCU รุ่น DW.miniESP (ESP8266-07 Model)

6) คีย์แพด (Keypad) แบบ 4x3 matrix เป็นอุปกรณ์สำหรับรับอินพุตจากผู้ใช้ เพื่อให้มีลักษณะเป็นปุ่มกดหลายปุ่ม ซึ่งถูกจัดเรียงกันในลักษณะเป็นอาร์เรย์แบ่งเป็นแถวแนวนอน (Rows) และแถวแนวตั้ง (Columns) ดังรูปที่ 3.34

รูปที่ 3.34 คีย์แพด (Keypad)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) แบตเตอรี่ ขนาดที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำการทดลอง 4.8 โวลต์ 800 มิลลิแอมป์ ดังรูปที่ 3.35



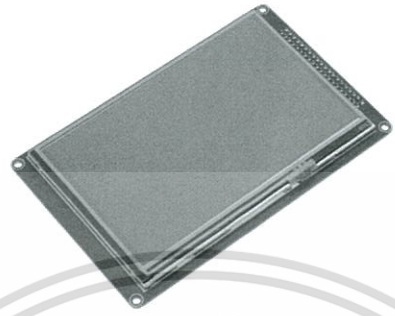
รูปที่ 3.35 แบตเตอรี่ 4.8 โวลต์ 800 มิลลิแอมป์

8) ชิป ESP8266 (ESP-12) เป็นชิปที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายไร้สายแบบ Wi-Fi ดังรูปที่ 3.36 โดยสายอากาศของชิปมี PA output power ในโหมด 11b ต่ำสุด 17.5 dbm และสูงสุด 19.5 dbm

รูปที่ 3.36 ชิป ESP8266 (ESP-12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) จอ TFT Touch Screen โมดูลจอสัมผัส (touchscreen) เป็นรูปแบบหนึ่งของอุปกรณ์แสดงผลและนำเข้าข้อมูลที่ผสมร่วมกัน เพื่อลดขนาดพื้นที่การใช้งาน ดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 จอ TFT Touch Screen

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

ในการทดสอบการทำงานนของระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการจะทำการทดสอบส่วนต่างๆ ของระบบดังนี้

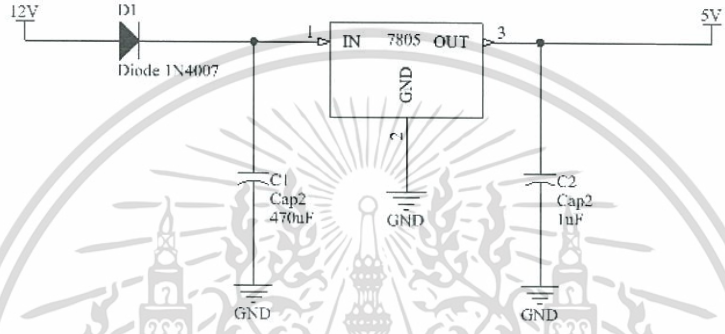
1) การทดสอบการทำงานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์
2) การทดสอบการทำงานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์
3) การทดสอบการสื่อสารของเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย
4) การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์คีย์แพด
5) การทดสอบการส่งผ่านแรงดันไฟฟ้าแบบไร้สาย
6) การทดสอบทำการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย
7) การทดสอบทำการเก็บค่าพิกัดตำแหน่งในแกน X และแกน Y บนหน้าจอสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

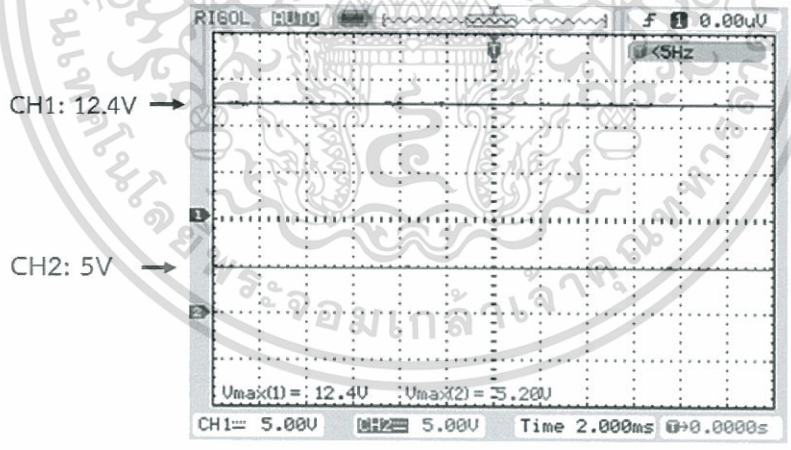
บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การทดสอบการทำงานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์

วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ ที่ใช้ในการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 4.1 ผลการทดลองที่ได้ ดังรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า วงจรสามารถแปลงแรงดันจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ ได้ตามต้องการ



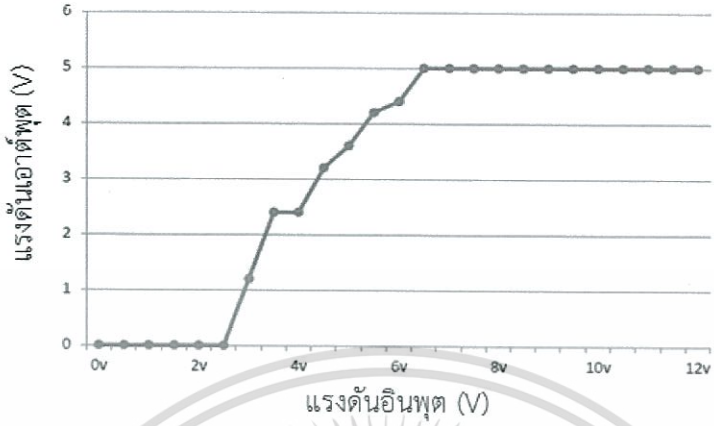
รูปที่ 4.1 วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์



รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์

จากนั้นทำการทดสอบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ โดยป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าที่ขาอินพุต โดยปรับค่าแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 0-12 โวลต์ โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเอาต์พุตของวงจร ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



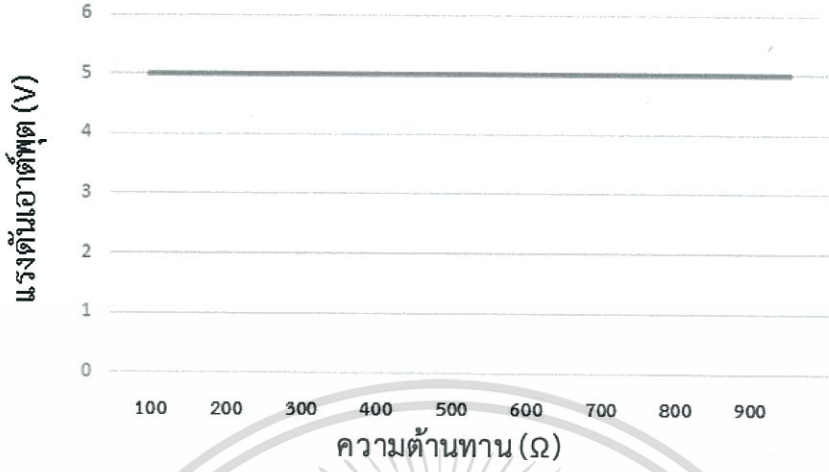
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับแรงดันอินพุตของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์

ลำดับต่อมา ทำการทดสอบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ โดยนำความต้านทานที่มีค่าต่างๆ มาต่อกับขาเอาต์พุตของวงจร ผลของแรงดันที่ขาเอาต์พุตที่ค่าความต้านทานต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.1 และกราฟแสดงผลการทดลองดังกล่าว แสดงดังรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.1 แรงดันเอาต์พุตของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ ที่ค่าความต้านทานต่างๆ

ความต้านทาน (Ω)	แรงดันเอาต์พุต (V)
100	5
200	5
300	5
400	5
500	5
600	5
700	5
800	5
900	5

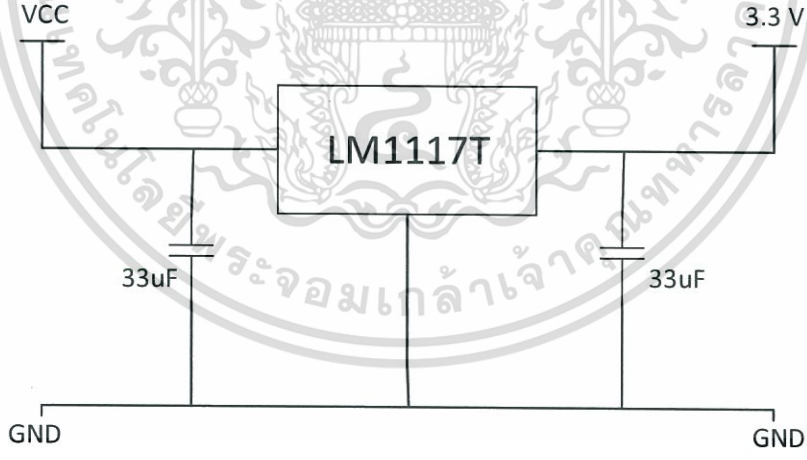
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับความต้านทานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์

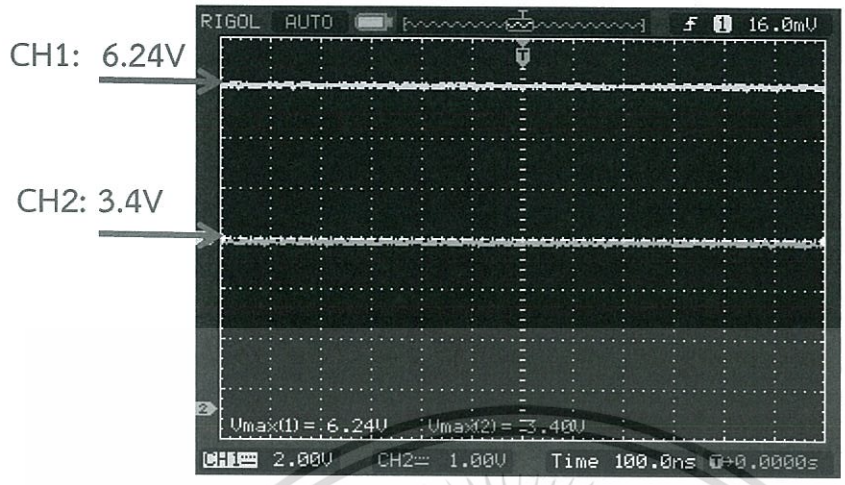
4.2 การทดสอบการทำงานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์

การทำงานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ ได้ถูกทดสอบ ซึ่งวงจรแสดงดังรูปที่ 4.5 โดยผลการทดสอบที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



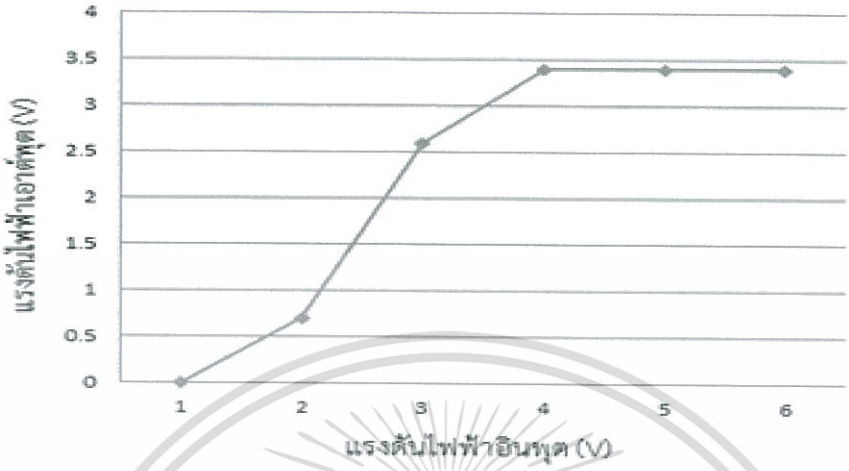
รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์

จากนั้นทำการทดสอบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ โดยป้อนแรงดันไฟฟ้าที่ขาอินพุตและทำการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 0-6 โวลต์ แล้วบันทึกค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้ ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งสามารถแสดงในรูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันอินพุตกับแรงดันเอาต์พุต ดังรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.2 แรงดันเอาต์พุตของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ ที่ค่าแรงดันอินพุตต่างๆ

แรงดันอินพุต (V)	แรงดันเอาต์พุต (V)
0	0
1	0
2	0.7
3	2.6
4	3.4
5	3.4
6	3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



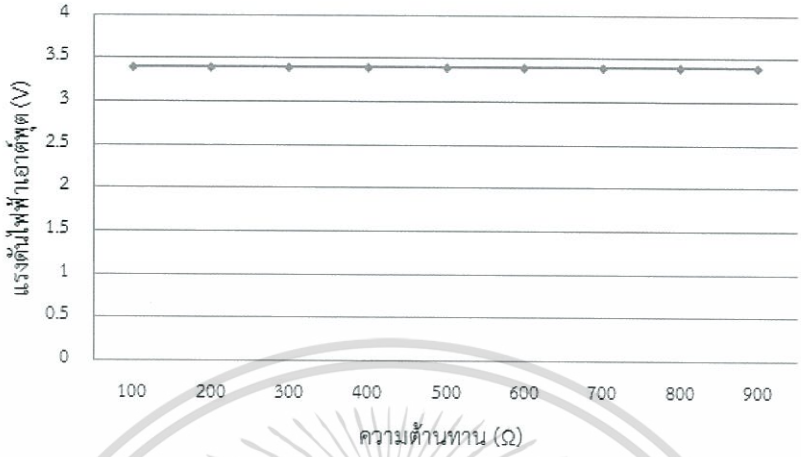
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับแรงดันอินพุตของวงจร แปลงแรงดัน 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์

นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าโดยนำความต้านทานที่มีค่าต่างๆ มาต่อกับขาเอาต์พุตของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้า 3.3 โวลต์ แล้วทำการทดสอบว่าวงจรสามารถรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า 3.3 โวลต์ ได้หรือไม่ แสดงผลที่ได้ดังตารางที่ 4.3 และแสดงผลกราฟ ดังรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.3 แรงดันเอาต์พุตของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์ ที่ค่าความต้านทานต่างๆ

ความต้านทาน (Ohm)	แรงดันเอาต์พุต (V)
100	3.4
200	3.4
300	3.4
400	3.4
500	3.4
600	3.4
700	3.4
800	3.4
900	3.4

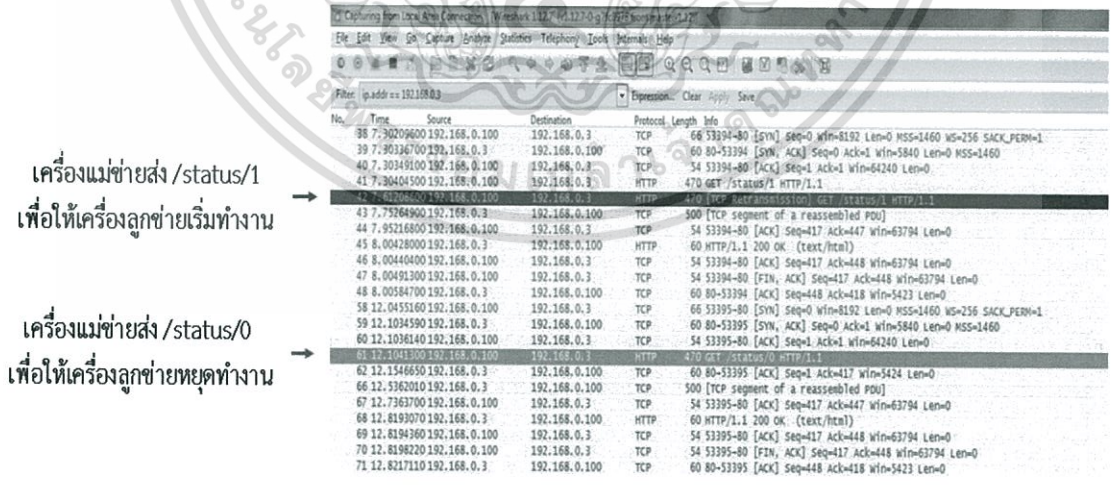
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับความต้านทานของวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 5 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์

4.3 การทดสอบการสื่อสารของเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย

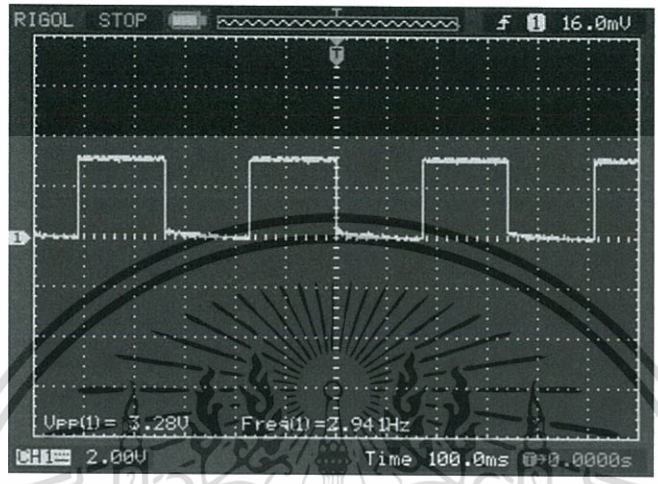
ข้อมูลการสื่อสารระหว่างเครื่องแม่ข่าย (IP 192.168.0.100) กับเครื่องลูกข่าย IP (192.168.0.3) ได้ถูกตรวจสอบด้วยโปรแกรมวายชาร์ก โดยค่าที่ส่งไปหาเครื่องลูกข่ายจะมีการแสดงคือ status/1 แสดงถึงการทำงานของเครื่องลูกข่าย และ status/0 แสดงถึงการหยุดทำงานของเครื่องลูกข่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ข้อมูลการสื่อสารระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

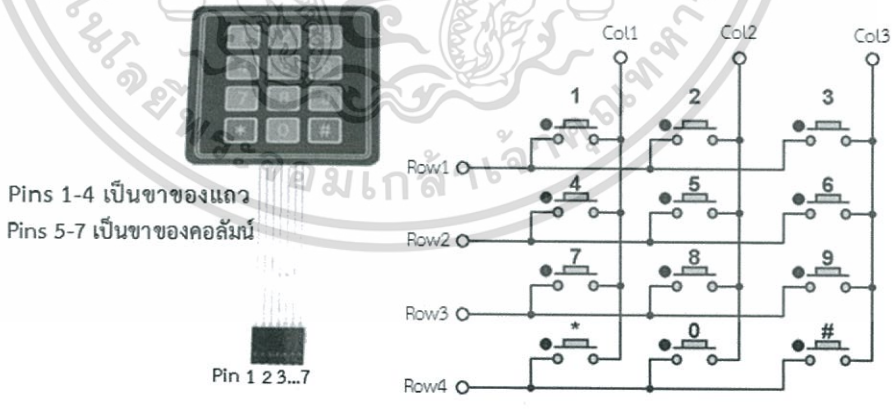
เมื่อคำสั่งที่ส่งจากเครื่องแม่ข่ายคือ status/1 เครื่องลูกข่ายจะเกิดการสั่น ซึ่งเมื่อวัดสัญญาณที่ขาของมอเตอร์ไวเบรเตอร์ จะเป็นสัญญาณคลื่นพัลส์ขนาดแรงดันเท่ากับ 3.28 V และมีความถี่ 2.941 Hz ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ผลการทำงานของมอเตอร์ไวเบรเตอร์ที่เครื่องลูกข่าย เมื่อได้รับคำสั่ง /status/1

4.4 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์คีย์แพด

การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์คีย์แพด โดยมีการวัดสัญญาณในแนวของคอลัมน์และแนวของแถว ดังรูปที่ 4.11



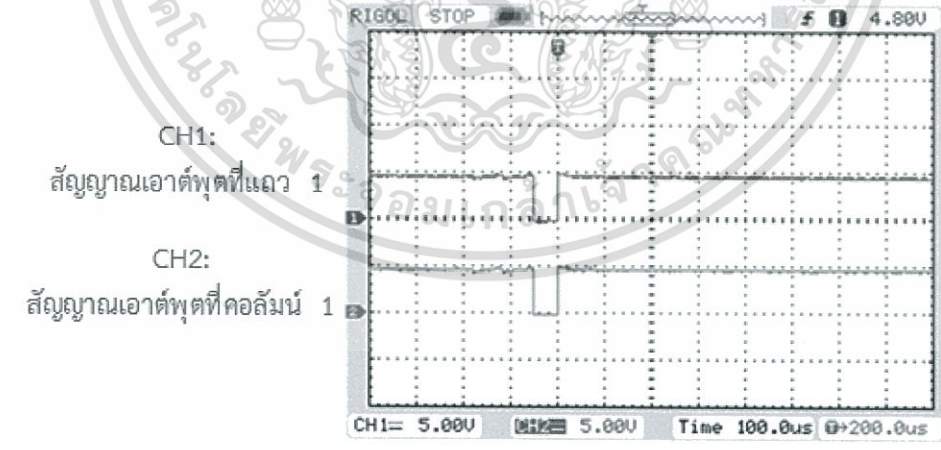
รูปที่ 4.11 การทดลองวัดสัญญาณของอุปกรณ์คีย์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่ไม่มีการกดปุ่มหมายเลขใดๆ สัญญาณเอาต์พุตที่แถว 1 และสัญญาณเอาต์พุตที่คอลัมน์ 1 แสดงดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 สัญญาณเอาต์พุตที่แถว 1 และที่คอลัมน์ 1 ของคีย์แพดในกรณีไม่มีการกดปุ่มคีย์แพด

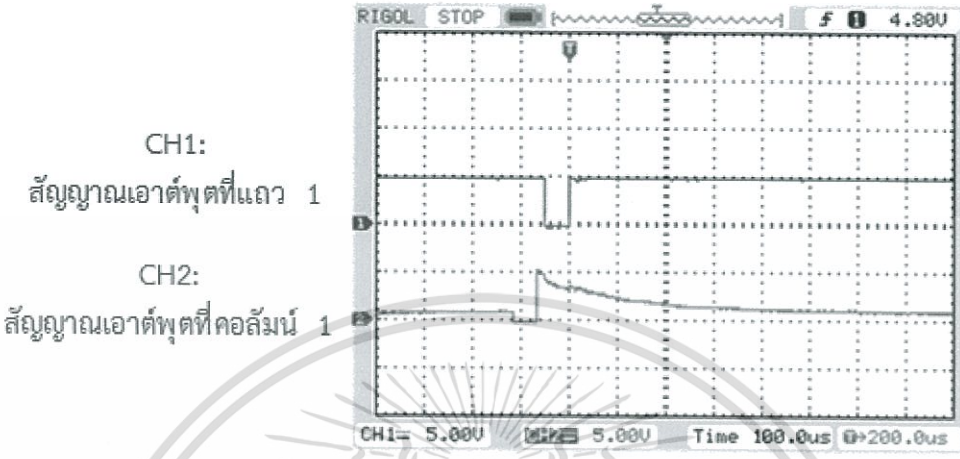
เมื่อทำการกดปุ่มหมายเลข 1 สัญญาณเอาต์พุตที่แถว 1 และสัญญาณเอาต์พุตที่คอลัมน์ 1 จะเปลี่ยนระดับแรงดัน 5V เป็น 0V เป็นเวลา 50us ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 สัญญาณเอาต์พุตที่แถว 1 และที่คอลัมน์ 1 ของคีย์แพดเมื่อทำการกดหมายเลข 1

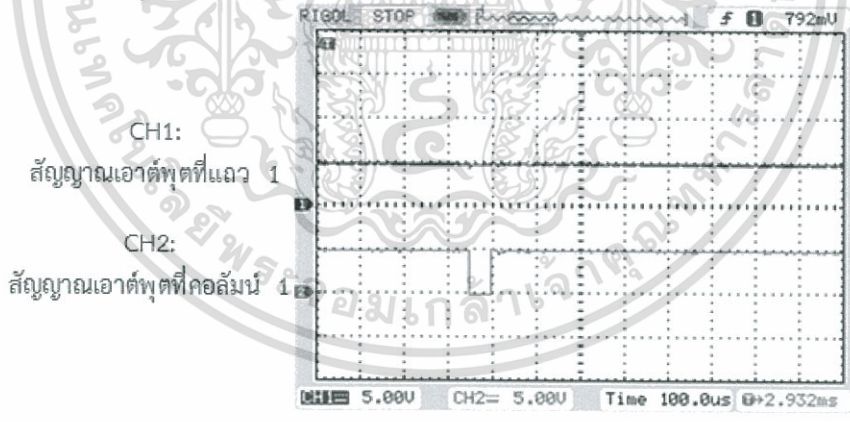
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการกดปุ่มในแถวที่ 1 ซึ่งอยู่ในตำแหน่งคอลัมน์ที่ 2 และคอลัมน์ที่ 3 จะได้สัญญาณดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 สัญญาณเอาต์พุตที่แถว 1 และที่คอลัมน์ 1 ของคีย์แพด
เมื่อทำการกดปุ่มหมายเลขอื่นที่อยู่ในแถวที่ 1

เมื่อทำการกดปุ่มในคอลัมน์ที่ 1 ซึ่งอยู่ในตำแหน่งแถวที่ 2 และตำแหน่งแถวที่ 3 จะได้สัญญาณเอาต์พุต ดังรูปที่ 4.15

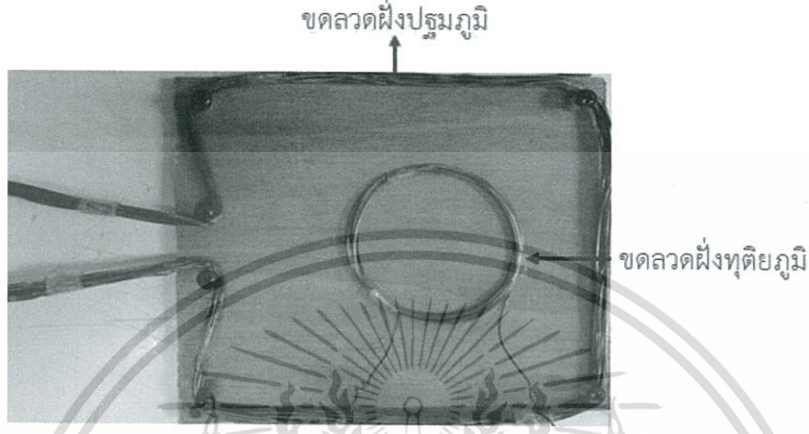


รูปที่ 4.15 สัญญาณเอาต์พุตที่แถว 1 และที่คอลัมน์ 1 ของคีย์แพด
เมื่อทำการกดปุ่มหมายเลขอื่นที่อยู่ในคอลัมน์ที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

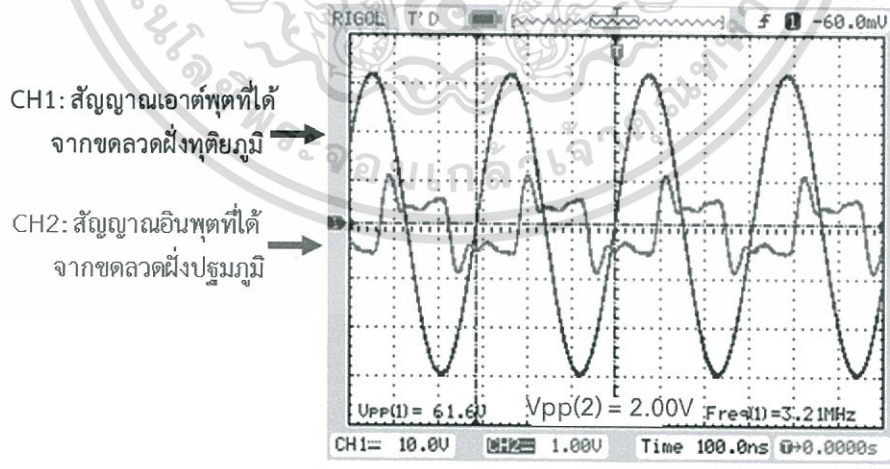
4.5 การทดสอบการส่งผ่านแรงดันไฟฟ้าแบบไร้สาย

การส่งผ่านแรงดันแบบไร้สายนั้นทำโดยการนำลวดทองแดงมาเป็นตัวในการส่งผ่านแรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 การส่งผ่านแรงดันไฟฟ้าแบบไร้สาย

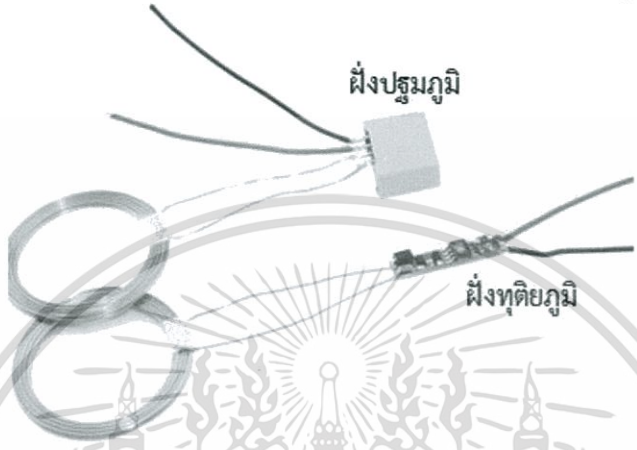
การทดสอบการส่งผ่านแรงดันแบบไร้สาย โดยใช้สัญญาณอินพุต เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ซึ่งเป็นสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมขนาดแรงดัน 5 โวลต์ ความถี่ 1.07 MHz ซึ่งสัญญาณเอาต์พุตที่รับได้ทางฝั่งขดลวดทุติยภูมิ ซึ่งเป็นสัญญาณที่ถูกส่งผ่านแรงดันจากขดลวดฝั่งปฐมภูมิแบบไร้สายออกมาเป็นสัญญาณไซน์แอมพลิจูดเท่ากับ 61 โวลต์ ความถี่ 3.21 MHz ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบการส่งผ่านแรงดันแบบไร้สาย
โดยเอาสัญญาณอินพุตเทียบกับสัญญาณเอาต์พุต

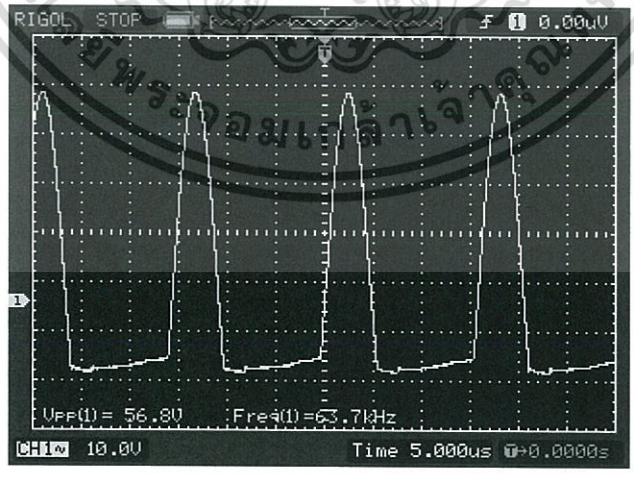
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบการส่งผ่านแรงดันแบบไร้สายด้วยวงจรขดลวดที่ทำขึ้นเองนั้น ผู้จัดทำได้พบกับปัญหาในการถ่ายโอนพลังงานไปยังโหลด (แบตเตอรี่) กล่าวคือกระแสในการชาร์จแบตเตอรี่มีค่าที่ต่ำมากๆ ทำให้แบตเตอรี่ต้องใช้ระยะเวลานานมากในการเก็บประจุ ดังนั้นในส่วนของวงจรส่งผ่านแรงดันจึงได้เปลี่ยนมาใช้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย ดังรูปที่ 4.18 แทน



รูปที่ 4.18 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย

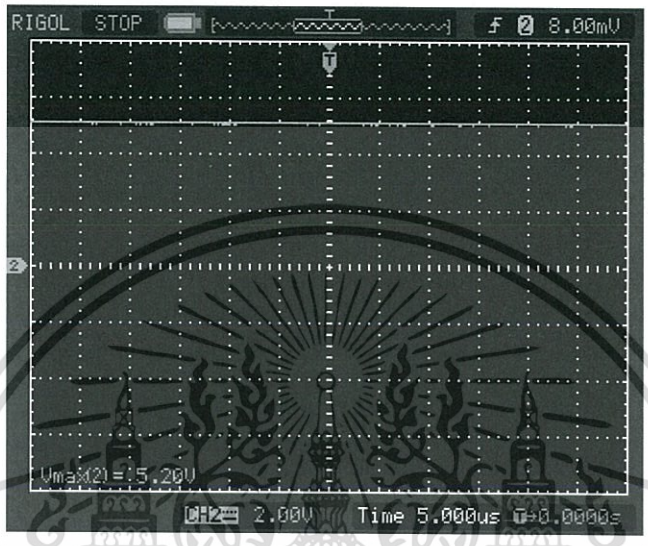
การทดสอบการถ่ายโอนแรงดันแบบใช้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย ได้ทำการป้อนสัญญาณอินพุตให้กับโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายในส่วนของฝั่งปฐมภูมิเป็นแรงดันไฟตรงขนาด 12 โวลต์ จากนั้นทำการวัดสัญญาณเอาต์พุตของการส่งสัญญาณที่ขดลวดฝั่งปฐมภูมิ พบว่ามีขนาดแรงดันเท่ากับ 56.8 Vpp และความถี่เท่ากับ 63.7 kHz ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 สัญญาณเอาต์พุตของการส่งสัญญาณที่ขดลวดฝั่งปฐมภูมิ
เมื่อสัญญาณอินพุตเป็นแรงดันไฟตรง 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อทำการวัดสัญญาณที่ขาเอาต์พุตของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายที่ขดลวดฝั่งทุติยภูมิ ซึ่งแรงดันที่ได้เป็นการถ่ายโอนมาจากขดลวดฝั่งปฐมภูมิ โดยในฝั่งของทุติยภูมิจะมีวงจรแปลงไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรง ซึ่งผลของแรงดันไฟตรงที่ได้มีค่าเท่ากับ 5.2 โวลต์ ดังรูปที่ 4.20

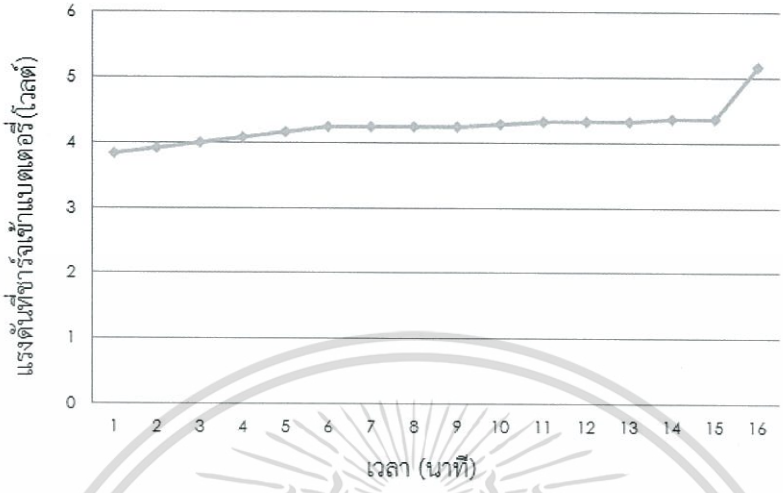


รูปที่ 4.20 สัญญาณที่ขาเอาต์พุตฝั่งทุติยภูมิของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย

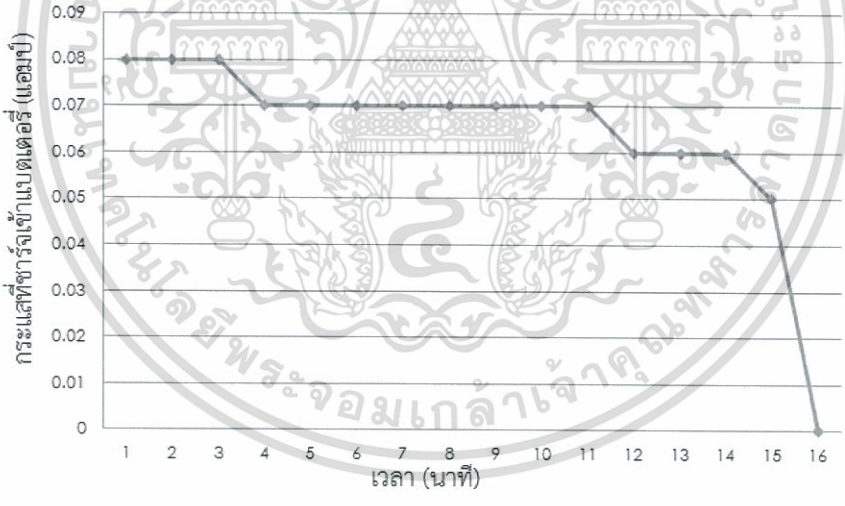
4.6 การทดสอบทำการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้โมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย

ทำการทดสอบวัดแรงดันที่จะนำไปชาร์จเข้าแบตเตอรี่ทางฝั่งทุติยภูมิของโมดูลเทียบกับเวลาได้กราฟ ดังรูปที่ 4.21 จากนั้นทำการวัดกระแสที่ชาร์จเข้าแบตเตอรี่เทียบกับเวลาได้ผล ดังรูปที่ 4..22 และผลการทดสอบการชาร์จเข้าแบตเตอรี่ของโมดูลชาร์จแบบไร้สาย ดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ชาร์จเข้าแบตเตอรี่ (โวลต์) เทียบกับเวลา (นาที) ของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ชาร์จเข้าแบตเตอรี่ (แอมป์) เทียบกับเวลา (นาที) ของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

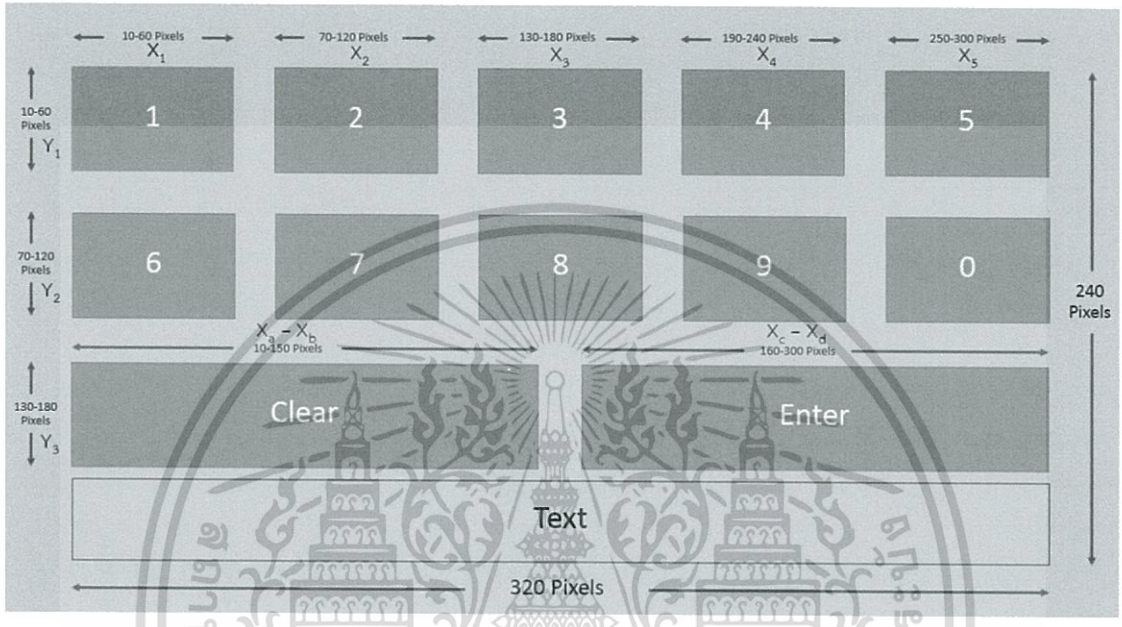
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการชาร์จเข้าแบตเตอรี่ของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย

เวลา (นาที)	แรงดันที่ชาร์จเข้าแบตเตอรี่ (โวลต์)	กระแสที่ชาร์จเข้าแบตเตอรี่ (แอมป์)
0	3.76	0.09
1	3.84	0.08
2	3.92	0.08
3	4.00	0.08
4	4.08	0.07
5	4.16	0.07
6	4.24	0.07
7	4.24	0.07
8	4.24	0.07
9	4.24	0.07
10	4.28	0.07
11	4.32	0.07
12	4.32	0.06
13	4.32	0.06
14	4.36	0.06
15	4.36	0.06
16	5.16	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

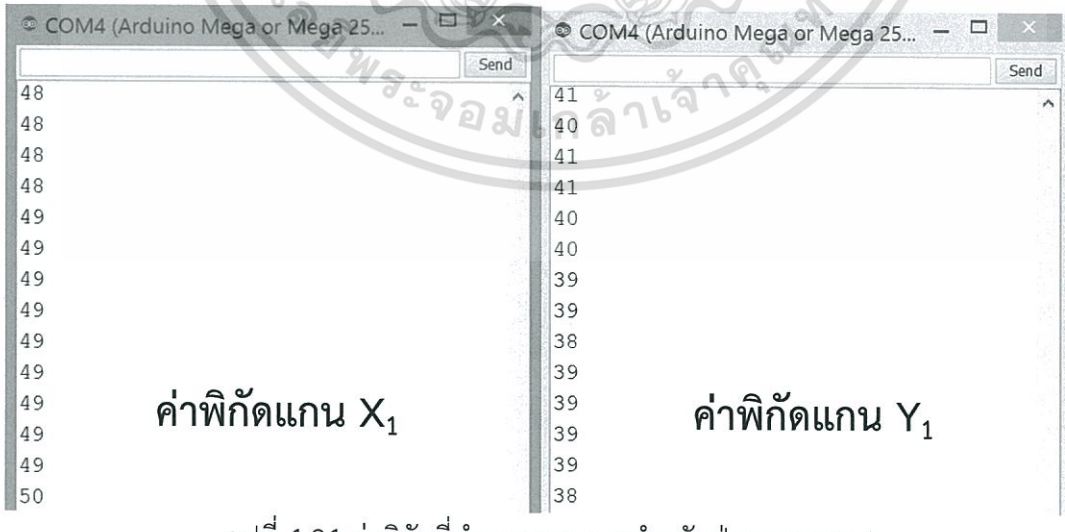
4.7 การทดสอบทำการเก็บค่าพิกัดตำแหน่งในแกน X และแกน Y บนหน้าจอสัมผัส

การออกแบบปุ่มบนหน้าจอสัมผัสเพื่อทำการรับค่าสั่ง ซึ่งทำการรับค่าพิกัดตำแหน่งแกน X และแกน Y เพื่อนำมากำหนดช่วงในการออกแบบให้หน้าจอสัมผัสเป็นดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 การออกแบบตำแหน่งปุ่มบนหน้าจอ

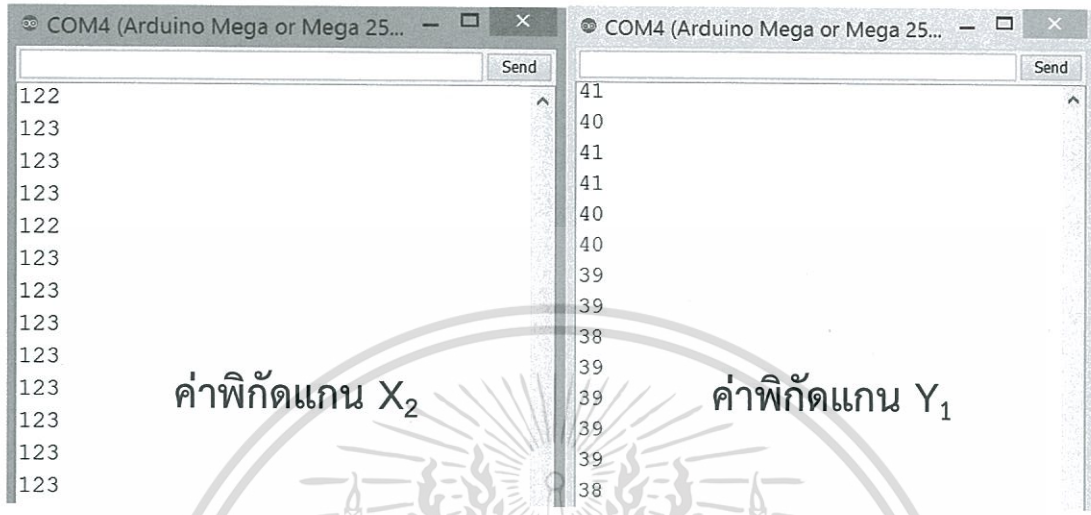
- การออกแบบปุ่มหมายเลข 1 มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน X_1 และ Y_1 ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 1

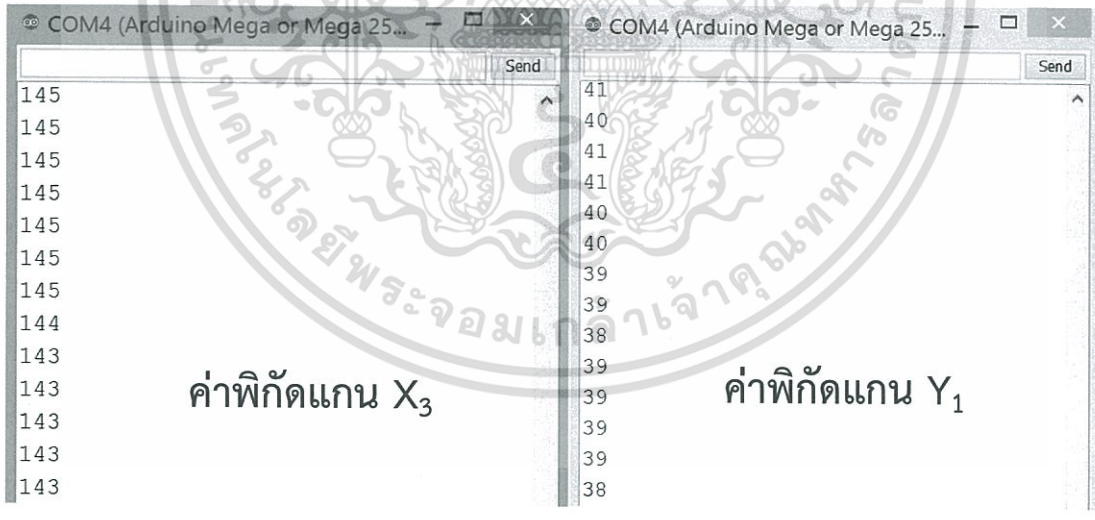
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การออกแบบปุ่มหมายเลข 2 มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน X_2 และ Y_1 ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 2

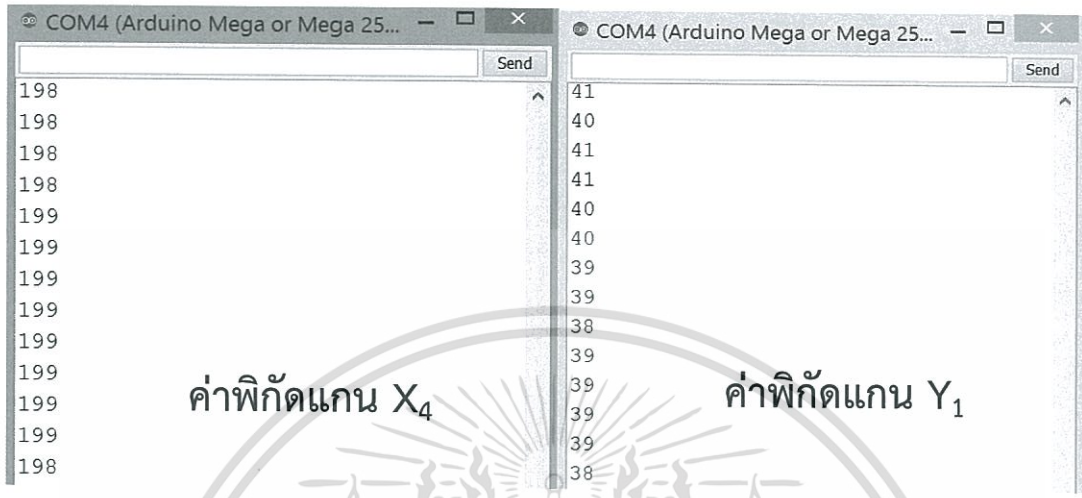
- การออกแบบปุ่มหมายเลข 3 มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน X_3 และ Y_1 ดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 3

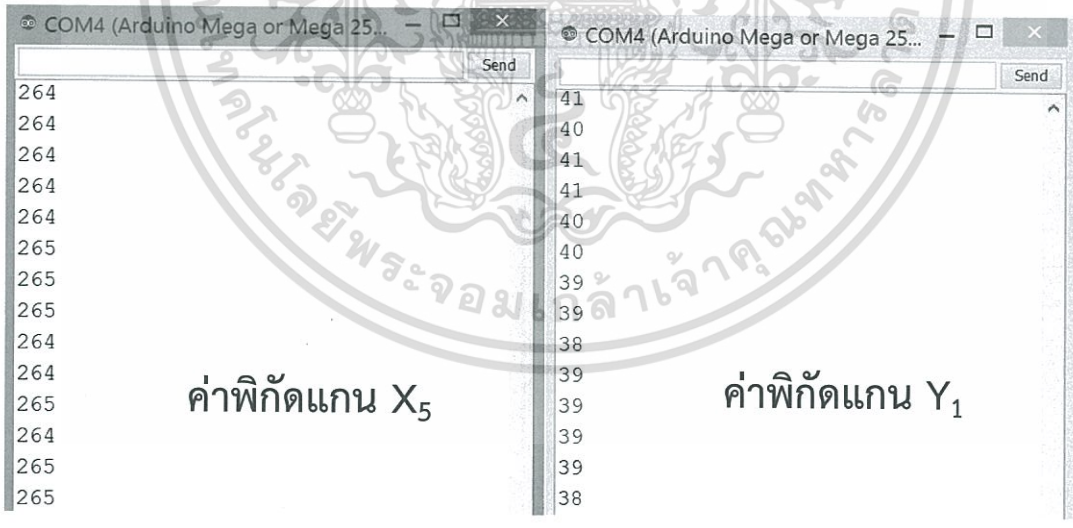
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การออกแบบปุ่มหมายเลข 4 มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน X_4 และ Y_1 ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 4

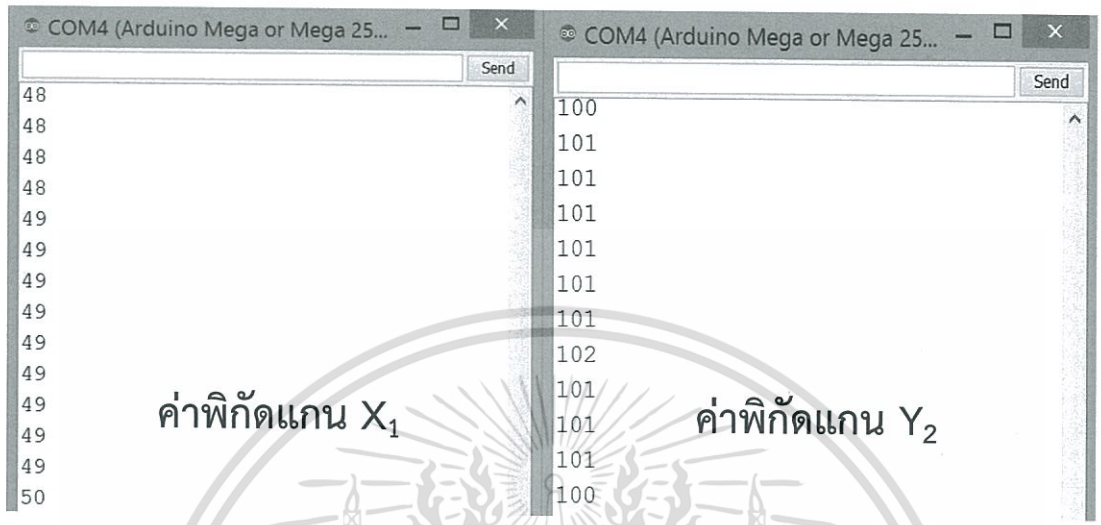
- การออกแบบปุ่มหมายเลข 5 มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน X_5 และ Y_1 ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 5

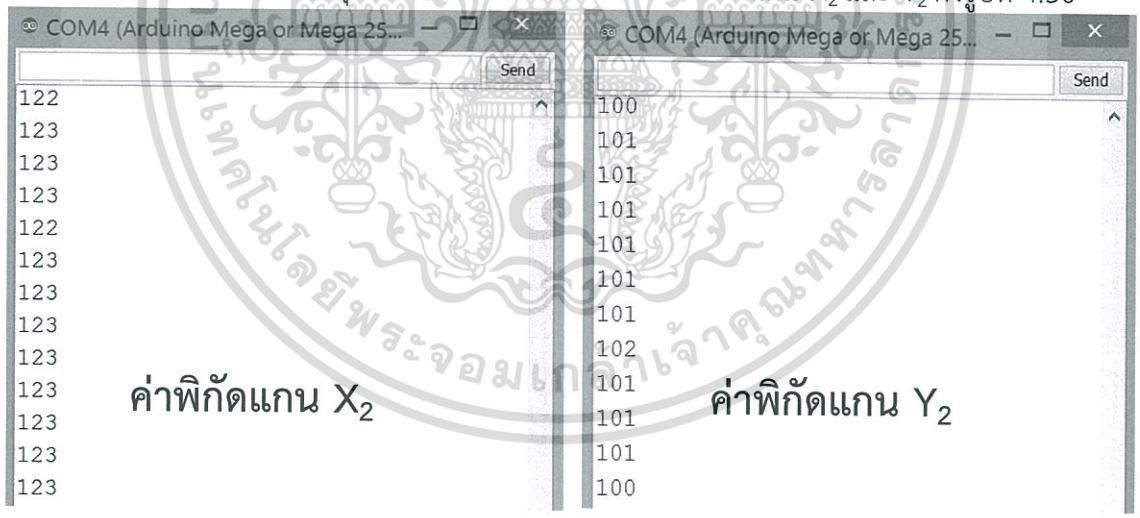
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การออกแบบปุ่มหมายเลข 6 มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน X_1 และ Y_2 ดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 6

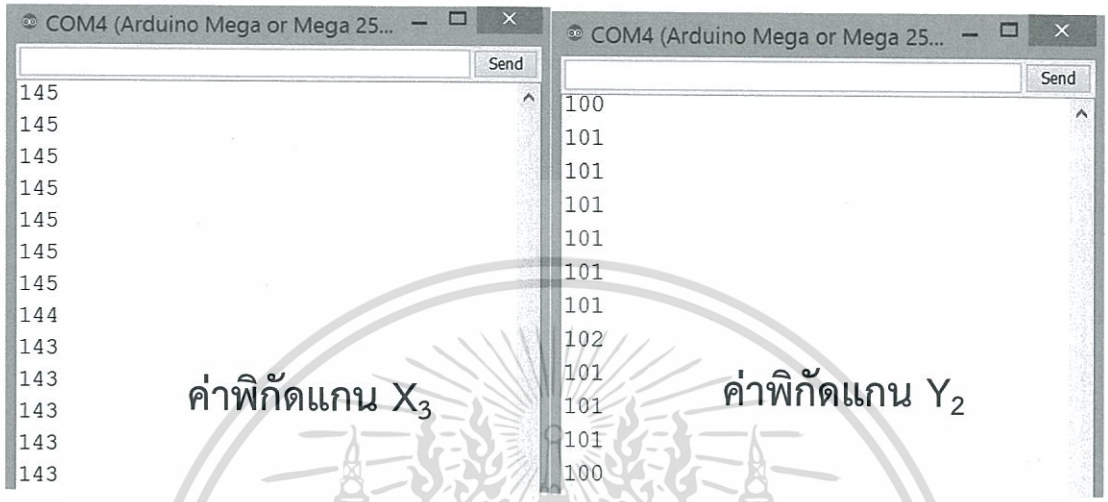
- การออกแบบปุ่มหมายเลข 7 มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน X_2 และ Y_2 ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 7

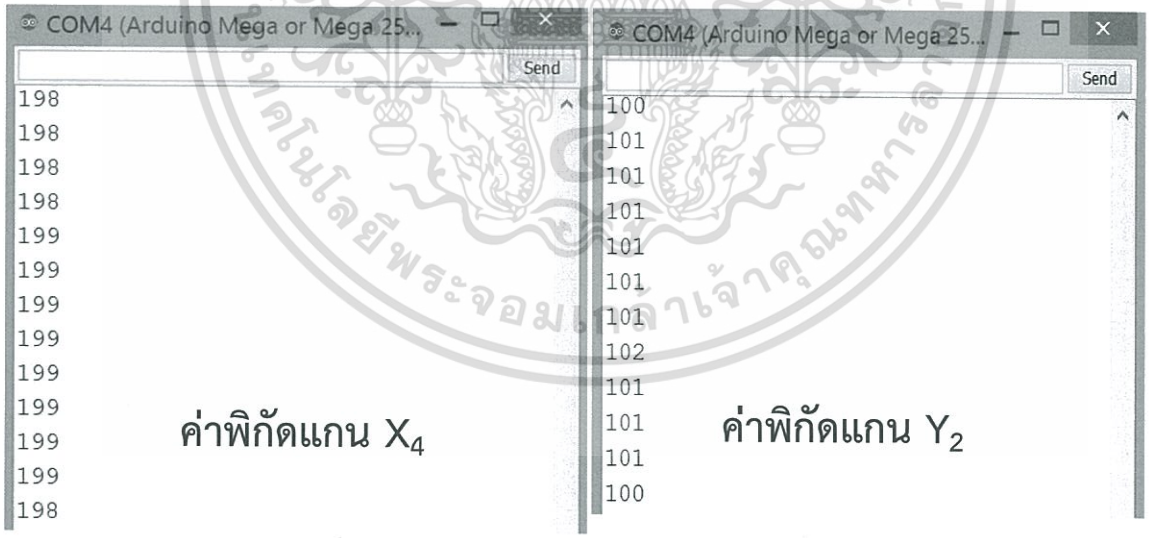
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การออกแบบปุ่มหมายเลข 8 มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน X_3 และ Y_2 ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 8

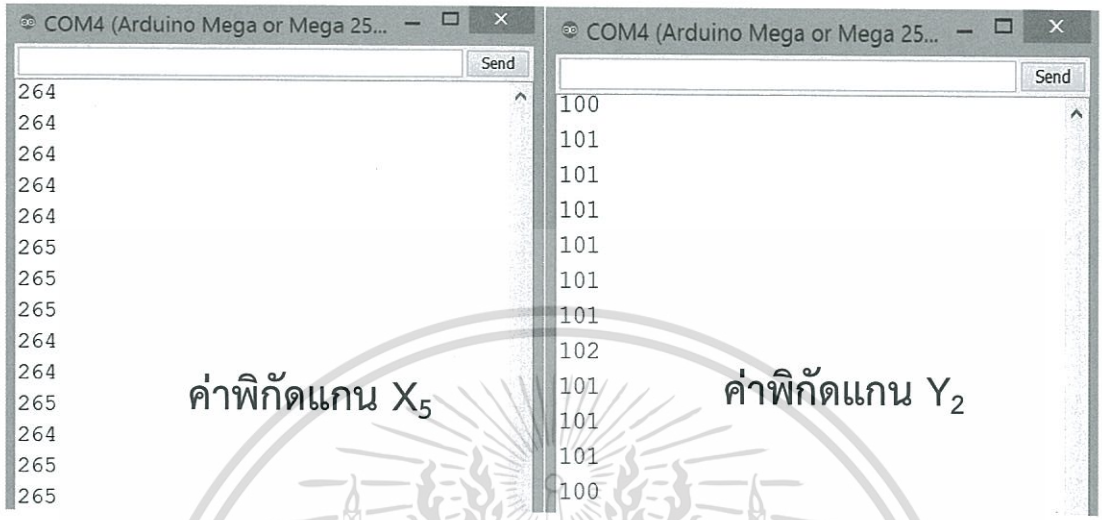
- การออกแบบปุ่มหมายเลข 9 มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน X_4 และ Y_2 ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 9

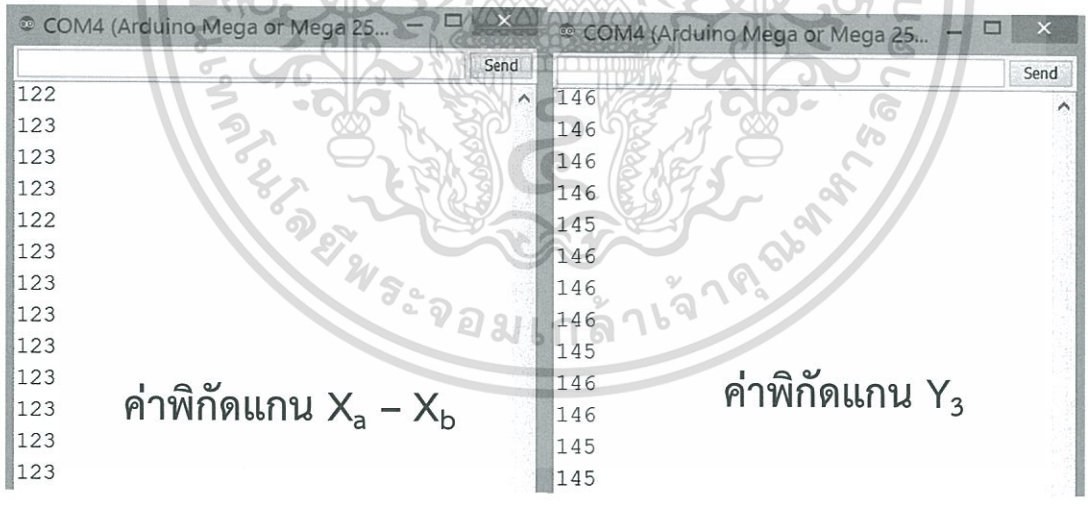
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การออกแบบปุ่มหมายเลข 0 มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน X_5 และ Y_2 ดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่มหมายเลข 0

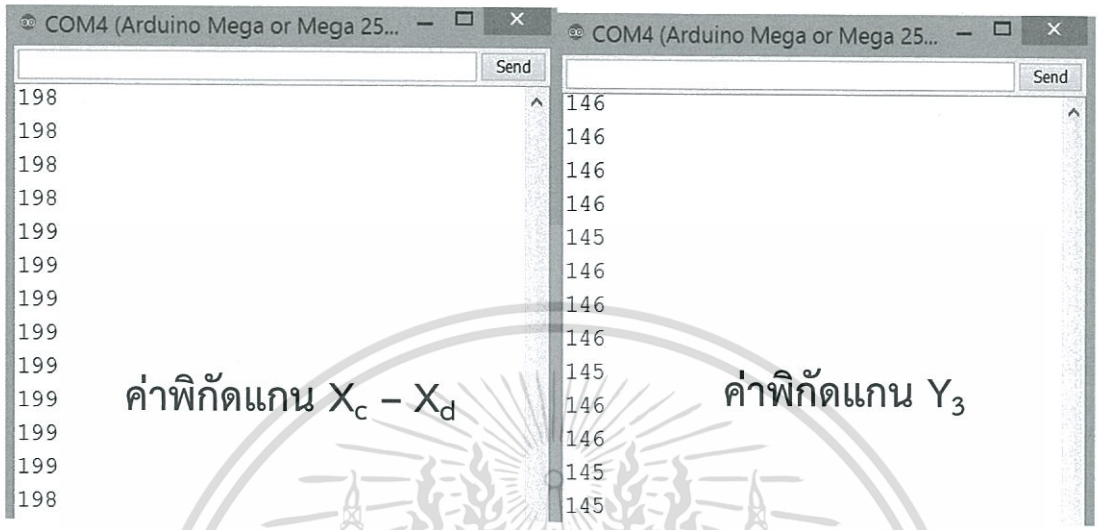
- การออกแบบปุ่ม Clear มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน $X_a - X_b$ และ Y_3 ดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่ม Clear

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การออกแบบปุ่ม Enter มีการกำหนดช่วงพิกัดแกน $X_c - X_d$ และ Y_3 ดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.35 ค่าพิกัดที่ทำการออกแบบสำหรับปุ่ม Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการจัดทำปริญญานิพนธ์ระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการ ซึ่งได้ศึกษาหลักการต่างๆ เช่น การชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย การส่งผ่านข้อมูลบนระบบเครือข่าย อุปกรณ์เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบไร้สายเป็นต้น เพื่อนำมาใช้ในการจัดทำระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการ สามารถสรุปการจัดทำปริญญานิพนธ์ได้ดังนี้

1) สามารถสร้างเครื่องลูกข่ายที่สามารถรับข้อมูลและชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายในตัวได้

2) สามารถสร้างเครื่องแม่ข่ายที่สามารถส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังตัวลูกข่ายด้วยระบบหน้าจอสัมผัสและระบบคีย์แพด

3) สามารถสร้างหน้าเว็บเพจที่สามารถส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังตัวลูกข่ายได้

4) เครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายสามารถสื่อสารแบบไร้สายบนเครือข่ายเดียวกันในระยะ 10 เมตร

5) สามารถสร้างแท่นชาร์จแบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สายให้กับเครื่องลูกข่ายได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบจัดการลำดับของการเข้ารับบริการที่จัดทำขึ้นนี้ยังมีปัญหาความไม่สมบูรณ์ในส่วนของการชาร์จแบตเตอรี่แบบไร้สาย พบว่ายังมีข้อจำกัดในการถ่ายโอนพลังงานระหว่างขดลวดที่ให้ประสิทธิภาพในการชาร์จต่ำหากระยะไกลกว่า 2 เซนติเมตร สำหรับแนวทางแก้ไขอาจจะต้องเพิ่มเติมในส่วนวงจรขยายแรงดันทางฝั่งปฐมภูมิ เพื่อทำให้การชาร์จแบตเตอรี่รองรับการชาร์จแบบไร้สายในระยะที่ไกลมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณนุกรม

[1]: Sudarat Keawmaneewan. “การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า.” http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electric1/Electromagnetic_induction.htm. (สืบค้นวันที่ 11 กันยายน 2558)

[2]: ไม่ปรากฏชื่อผู้เขียน. “กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ.” http://www.neutron.rmutphysics.com/. (สืบค้นวันที่ 11 กันยายน 2558)

[3]: ไม่ปรากฏชื่อผู้เขียน. “หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer).” http://www.psptech.co.th/. (สืบค้นวันที่ 11 กันยายน 2558)

[4]: ไม่ปรากฏชื่อผู้เขียน. “วงจรรักษาระดับแรงดัน.” http://elecpnt.rmutl.ac.th/attachments/014_el_lesson3.pdf. (สืบค้นวันที่ 18 กันยายน 2558)

[5]: ชวลิต ทินกรสูติบุตร. “ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ โปรโตคอล TCP/IP.” http://www.tnetsecurity.com/content_basic/tcp_ip_knowledge.php. (สืบค้นวันที่ 20 พฤศจิกายน 2558)

[6]: ไม่ปรากฏชื่อผู้เขียน. “TCP/IP and Internet.” http://kampol.htc.ac.th/web1/subject/com_network/sheet/chap482/chap10TCP_IP.pdf. (สืบค้นวันที่ 20 พฤศจิกายน 2558)

[7]: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. “มาตรฐานการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สาย.” http://wise.swu.ac.th/Default.aspx?tabid=3440. (สืบค้นวันที่ 11 กันยายน 2558)

[8]: บริษัท เดียแวร์ ซิสเต็ม จำกัด. “พื้นฐานการทำงานของ NodeMCU ESP8266.” https://github.com/deaware/dwminiesp_firmware_support. (สืบค้นวันที่ 10 สิงหาคม 2558)

[9]: บริษัท อาร์ดูโทนิค. “พื้นฐานการทำงานของจอสัมผัส.” http://www.arduitronics.com/article/introduction-to-tft-touch-screen-with-arduino-boards-part-ii. (สืบค้นวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2559)

[10]: Riverplus blog. “หลักการทำงานจอสัมผัส.” http://riverplusblog.com/2011/06/page/2/. (สืบค้นวันที่ 8 กุมภาพันธ์)

[11]: ปุณมนัส ผลดี “จอสัมผัสแบบ Capacitive” https://punmanus.wordpress.com/tag/vaio/ (สืบค้นวันที่ 8 กุมภาพพันธ์)

[12] Premeaux, Emery, “Arduino projects to save the world,” Berkeley, CA : Apress, c2011

[13] พงษ์ศักดิ์ ชินนาบุญ , “ ฟิสิกส์มหาวิทยาลัย 2 เล่ม 1 ”,บริษัทวิทยพัฒน์ จำกัด, 2552 .

[14] ดิเรก วงษ์วานิช ,“ใช้งานโฮมเน็ตเวิร์กด้วยตนเอง” ,บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน),2544.

[15] บัญชา ปะสีละเตสัง , “ พัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นด้วย PHP ร่วมกับ MySQL และ Dreamweaver” , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), 2553.

[16]: **โมดูลชาร์จไร้สาย.**”ค่าของอุปกรณ์โมดูลชาร์จไร้สาย” http://www.sunrom.com/p/wireless-power-transfer-modules

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้