สำนักหอสมุด

เครื่องรับ-ส่งสัญญาณสั่นสะเทือนเพื่อเรียกคนหูหนวก

VIBRATIONAL RECEIVER AND TRANSMITTER FOR CALLING DEAF PERSON

นายธนกิตติ์ อินทพุก รหัส 54363811
นายพรพิสิทธิ์ วันทอง รหัส 54364009

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 11 ต.ค. 2560
เลขทะเบียน ม. 1175619
เลขเรียกหนังสือ 136.0 2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน เครื่องรับ-ส่งสัญญาณสั่นสะเทือนเพื่อเรียกคนหูหนวก

ผู้ดำเนินโครงงาน นายธนกิตติ์ อินทพุก รหัส 54363811

นายพรพิสิทธิ์ วันทอง รหัส 54364009

ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2557

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผศ.ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา)

Suwit Kiravittaya .....กรรมการ

(ผศ.ดร.สุวิทย์ กิระวิทยา)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	เครื่องรับ-ส่งสัญญาณสั่นสะเทือนเพื่อเรียกคนหูหนวก
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธนกิตติ์ อินทพุก รหัส 54363811
	นายพรพิสิทธิ์ วันทอง รหัส 54364009
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการรับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สายโดยอาศัยโมดูลรับ-ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ เพื่อทำการสร้างอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบไร้สาย ในการติดต่อสื่อสารกับคนหูหนวก วิธีการดำเนินโครงงาน เริ่มด้วยการศึกษาการรับ-ส่งสัญญาณของโมดูลรับ-ส่งสัญญาณวิทยุที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์ ออกแบบวงจรที่ใช้รับ-ส่งสัญญาณ ทำการทดลองวงจรที่ออกแบบ โดยวงจรที่ทดลองนี้จะแบ่งเป็นอุปกรณ์ภาครับและอุปกรณ์ภาคส่ง ที่อุปกรณ์ภาคส่งจะมีสวิตช์ที่ใช้ในการควบคุมการส่งสัญญาณ และที่ภาครับจะรับสัญญาณโดยจะแสดงผลออกทางหลอด LED และมอเตอร์ ขั้นตอนต่อมานำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ทำการออกแบบตัวอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณที่เป็นชิ้นงาน และจัดทำอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณในการสื่อสารกับคนหูหนวก ซึ่งอุปกรณ์นั้นสามารถใช้งานในการรับ-ส่งสัญญาณได้จริง

Project title	Vibrational Receiver and Transmitter for Calling Deaf Person
Name	Mr. Tanagit Intapuk ID. 54363811
	Mr. Phonpisit Wantong ID. 54364009
Project advisor	Asst. Prof. Dr. Akaraphunt Vongkunghae
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2014

Abstract

This research is the study about wireless signal transmission by using the radio signal transmission module to invest the device with wireless signal transmission in order to communicate with deaf. First of all, the researcher studied the signal transmission of radio signal transmission module which is used to produce the device that need to use to design the signal transmission cycle. Then, the researcher tested that designed cycle which separated into received device and sending device. In the sending device, there was the signaling control switch. In addition, the received device accessed the signal and processing through the LED bulbs and motor. Other steps was to analyze the data, design the signal transmission, and create the signal transmission which can be used in the real situation to communicate with deaf as the final result.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ผศ.ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญานิพนธ์ ผู้ดำเนินโครงงานจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านตลอดไป

ขอขอบพระคุณผศ.ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชาและผศ.ดร.สุวิทย์ กิระวิทยา ซึ่งเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงงานที่ให้คำแนะนำชี้แนะแนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ในโครงงานนี้ ทำให้โครงงานนี้ออกมาสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆตลอดระยะเวลาของการศึกษาเล่าเรียน ซึ่งเป็นความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการทำโครงงานนี้และยังสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณของบิดามารดาผู้อยู่เบื้องหลังผู้มอบความรัก ความเมตตากรุณา และเป็นกำลังใจให้เสมอมา รวมทั้งเป็นผู้ที่คอยสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างจนทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุกๆคนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงงานที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายธนกิตติ์ อินทพุก

นายพรพิสิทธิ์ วันทอง

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานโครงงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 2

1.6 งบประมาณในการทำโครงงาน 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 คลื่นวิทยุ 4

2.1.1 การส่งสัญญาณคลื่นวิทยุมี 2 ระบบ 5

2.1.2 ULTRA HIGH FREQUENCY(UHF) 5

2.2 ระบบการสื่อสารข้อมูล 6

2.2.1 ระบบสื่อสารอนาล็อก 6

2.3 การเข้ารหัสสัญญาณดิจิตอล 8

2.3.1 การแปลงข้อมูลดิจิตอลให้เป็นสัญญาณดิจิตอล 8

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 Wireless RF Transmitter and Receiver Module 10

2.4.1 TWS-BS-3(433.92MHz)Module (ภาคส่ง) 10

2.4.2 RWS-371F-6 (433.92MHz)Module (ภาครับ) 11

2.5 การเข้ารหัสและถอดรหัส (Encoder and Decoder) 12

2.5.1 IC HT12E 12

2.5.2 IC HT12D 13

2.6 IC 7432 (OR Gate) 14

2.7 IC LM7805 15

2.8 สวิตช์ (Switch) 15

2.9 ตัวต้านทาน (Resistors) 15

2.9.1 แบบค่าคงที่ 15

2.9.2 แบบปรับค่าได้ 15

2.10 ตัวเก็บประจุ (Capacitor) 15

2.11 ไดโอด (Diode) 16

2.12 ไดโอดเปล่งแสง (LED) 16

2.13 โปรแกรม EAGLE 7.3.0 16

2.14 โปรแกรม Solid Works 2012 17

2.14.1 หลักการทำงานโปรแกรม Solid Works 2012 18

2.14.2 เครื่องมือในการ Sketch เส้นร่าง 18

2.15 เครื่องพิมพ์ 3 มิติ 18

2.15.1 ส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ แบบ FDM 18

2.15.2 วัสดุที่ใช้ขึ้นรูปชิ้นงาน 19

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 21

3.1 การออกแบบชิ้นงาน 21

3.1.1 ออกแบบชิ้นงานภาคส่ง 21

3.1.2 ออกแบบชิ้นงานภาครับ 21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 การออกแบบวงจรรับ-ส่ง 23

3.2.1 วงจรส่งสัญญาณ 23

3.2.2 วงจรรับสัญญาณ 26

3.3 การออกแบบแผ่น PCB (Printed Circuit Board) ของวงจร 31

3.4 การใช้โปรแกรม Solid Works ออกแบบชิ้นงานทั้งภาคส่งและภาครับ 33

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 35

4.1 การทดลองใช้งานเครื่องรับ-ส่งสัญญาณ 35

4.1.1 การใช้งานภาครับและภาคส่ง 35

4.2 การแปลงสัญญาณข้อมูลเป็นเลขฐานสองในการกดสวิตช์ต่างๆ 44

4.3 การวัดระยะการรับ-ส่งของเครื่องรับ-ส่งสัญญาณสั่นสะเทือนเพื่อเรียกคนหูหนวก .. 45

4.4 การคำนวณพลังงานที่ใช้ของอุปกรณ์ 48

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 50

5.1 บทสรุป 50

5.2 ปัญหาที่พบระหว่างทำโครงงาน 50

5.3 ข้อเสนอแนะ 50

เอกสารอ้างอิง 51

ภาคผนวก ก 53

ภาคผนวก ข 59

ภาคผนวก ค 64

ภาคผนวก ง 78

ภาคผนวก จ 91

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 99

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 2

2.1 การแบ่งย่านความถี่คลื่นวิทยุ 4

2.2 การประมวลผลการทำงานของ IC 7432 14

3.1 ตารางความจริงขาที่ 10 (D8) ของ IC HT12D 28

3.2 ตารางความจริงขาที่ 11 (D9) ของ IC HT12D 28

3.3 ตารางความจริงขาที่ 12 (D10) ของ IC HT12D 28

3.4 ตารางความจริงขาที่ 13 (D11) ของ IC HT12D 29

3.5 การทำงานของ OR Gate ในวงจร 29

4.1 ตารางแสดงชุดสัญญาณข้อมูลเป็นเลขฐานสอง 44

4.2 ตารางแสดงระยะทางและผลการทดลองใช้เครื่องรับ-ส่งสัญญาณสั่นสะเทือนเพื่อเรียกคนหูหนวกกรณีมีสิ่งกีดขวาง 46

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การเข้ารหัสสัญญาณแบบต่างๆ 9
2.2 Wireless RF Transmitter and Receiver Module 10
2.3 ขาของ TWS-BS-3 Module 11
2.4 ขาของ RWS-371F-6 Module 12
2.5 ขาของ IC HT12E 13
2.6 ขาของ IC HT12D 13
2.7 ขาของ IC 7432 (OR Gate) 14
2.8 หน้าต่างโปรแกรม EAGLE 7.3.0 17
2.9 หน้าต่างโปรแกรม Solid Works 2012 17
2.10 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ 19
3.1 วงจรส่งสัญญาณ 23
3.2 Transmitter Module 24
3.3 IC HT12E ต่อกับ Transmitter Module 25
3.4 วงจรรับสัญญาณ 26
3.5 Receiver Module 27
3.6 การทำงานของ IC 7432 29
3.7 การออกแบบแผ่น PCB วงจรส่งสัญญาณ โดยโปรแกรม EAGLE 31
3.8 การใช้โปรแกรม EAGLE แปลงจากรูปวงจรส่งสัญญาณเป็นแบบแผ่น PCB 31
3.9 การออกแบบแผ่น PCB วงจรรับสัญญาณ โดยโปรแกรม EAGLE 32
3.10 การใช้โปรแกรม EAGLE แปลงจากรูปวงจรรับสัญญาณเป็นแบบแผ่น PCB 32
3.11 ฝาบนของกล่องชิ้นงานภาคส่ง 33
3.12 ฝาล่างของกล่องชิ้นงานภาคส่ง 34
3.13 ฝาบนของกล่องชิ้นงานภาครับ 34
3.14 ฝาล่างของกล่องชิ้นงานภาครับ 34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 ชิ้นงานภาครับเมื่อมีการเปิดใช้งาน	35
4.2 ชิ้นงานภาคส่งขณะกดสวิตช์ S1 (ห้องนอน)	35
4.3 ชิ้นงานภาครับขณะภาคส่งทำการกดสวิตช์ S1 (ห้องนอน)	36
4.4 สัญญาณของภาคส่งและภาครับเมื่อภาคส่งกดสวิตช์ S1 (ห้องนอน)	36
4.5 ชิ้นงานภาคส่งขณะกดสวิตช์ S2 (ห้องน้ำ)	37
4.6 ชิ้นงานภาครับขณะภาคส่งทำการกดสวิตช์ S2 (ห้องน้ำ)	38
4.7 สัญญาณของภาคส่งและภาครับเมื่อภาคส่งกดสวิตช์ S2 (ห้องน้ำ)	38
4.8 ชิ้นงานภาคส่งขณะกดสวิตช์ S3 (ห้องครัว)	39
4.9 ชิ้นงานภาครับขณะภาคส่งทำการกดสวิตช์ S3 (ห้องครัว)	40
4.10 สัญญาณของภาคส่งและภาครับเมื่อภาคส่งกดสวิตช์ S3 (ห้องครัว)	40
4.11 ชิ้นงานภาคส่งขณะกดสวิตช์ S4 (นอกบ้าน)	41
4.12 ชิ้นงานภาครับขณะภาคส่งทำการกดสวิตช์ S4 (นอกบ้าน)	41
4.13 สัญญาณของภาคส่งและภาครับเมื่อภาคส่งกดสวิตช์ S4 (นอกบ้าน)	42
4.14 ชิ้นงานภาคส่งขณะกดสวิตช์ S5 (หยุด)	43
4.15 ชิ้นงานภาครับขณะภาคส่งทำการกดสวิตช์ S5 (หยุด)	43
4.16 สัญญาณของภาคส่งและภาครับเมื่อภาคส่งกดสวิตช์ S5 (หยุด)	44
4.17 แผนผังของอาคารและตำแหน่งที่ทำการทดลอง	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารของผู้คนมีความหลากหลายและทันสมัยมากขึ้น ผู้คนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างเสรี แต่การติดต่อสื่อสารของกลุ่มผู้พิการทางการได้ยินเสียง (คนหูหนวก) นั้น ยังไม่กว้างขวางมากนัก และมีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งในปัจจุบันครอบครัวที่มีผู้พิการทางการได้ยินเสียง มักจะประสบปัญหาในการติดต่อสื่อสารกับผู้พิการทางการได้ยินเสียง

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้จัดทำโครงงานจึงได้สร้างอุปกรณ์เครื่องมือสื่อสาร สำหรับผู้พิการทางการได้ยินเสียง โดยการสร้างอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นวิทยุในการติดต่อกับผู้พิการ ซึ่งอุปกรณ์นี้จะมีทั้งภาครับ และภาคส่งสัญญาณ โดยที่จะติดอุปกรณ์ภาครับให้กับผู้พิการ และให้ญาติที่มีอุปกรณ์ภาคส่ง ส่งสัญญาณไปยังผู้พิการ เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารกับผู้พิการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อจัดทำอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณเพื่อเรียกคนหูหนวก

1.2.2 เพื่อศึกษาการเขียนภาพ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรม Solid Works

1.2.3 เพื่อศึกษาการใช้งานเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 จัดทำอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณแบบหนึ่งเครื่องส่งหนึ่งเครื่องรับ เพื่อเรียกคนหูหนวก

1.3.2 เขียนภาพ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรม Solid Works

1.3.3 ใช้งานเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ในการสร้างชิ้นงาน

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานโครงงาน

รายละเอียด	ช่วงเวลา											
	ปี 2557					ปี 2558						
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1.4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	←	—	→									
1.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล			←	—	→							
1.4.3 ออกแบบวงจรภาครับและภาคส่งสัญญาณ				←	—	—	→					
1.4.4 การใช้งานโปรแกรม Solid Works วาดภาพออกแบบชิ้นงาน 3 มิติ						←	—	—	→			
1.4.5 การใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติสร้างชิ้นงาน							←	—	—	→		
1.4.6 การจัดทำอุปกรณ์									←	—	—	→
1.4.7 การสรุปผลการดำเนินโครงงาน									←	—	—	→
1.4.8 การจัดทำรูปเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์											←	— →

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1.5.1 อุปกรณ์สามารถใช้งานได้จริง และเป็นประโยชน์กับผู้ใช้อุปกรณ์ ในการสื่อสารกับคนหูหนวก

1.5.2 สามารถใช้งานโปรแกรม Solid Works ออกแบบชิ้นงาน 3 มิติ

1.5.3 เข้าใจหลักการการรับและการส่งสัญญาณวิทยุ

1.6 งบประมาณในการทำโครงงาน

1.6.1 ค่าอุปกรณ์ในการทำโครงงาน	เป็นเงิน	900	บาท
1.6.2 ค่าทำแผ่น Printed Circuit Board	เป็นเงิน	300	บาท
1.6.3 ค่าสร้างชิ้นงาน 3 มิติ	เป็นเงิน	200	บาท
1.6.4 ค่าถ่ายเอกสารและค่าเข้าเล่มโครงงาน	เป็นเงิน	600	บาท
	รวมเป็นเงิน	2,000	บาท

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินโครงงานการจัดทำอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณเรียกคนหูหนวก กรณีศึกษานี้ ประกอบไปด้วยหลักการ และทฤษฎีหลายเรื่องด้วยกัน ผู้จัดทำโครงงานได้แบ่งรายละเอียด ดังนี้

2.1 คลื่นวิทยุ [7]

คลื่นวิทยุ (Radio Frequency) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง ซึ่งมีสมบัติการกระจายไปได้เป็นระยะทางไกล ด้วยความเร็วเท่ากับแสง 300 ล้านเมตรต่อวินาที คลื่นวิทยุในปัจจุบันนั้น มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เช่น คลื่นวิทยุกระจายเสียง ที่มาจากเครื่องส่งวิทยุ จะทำหน้าที่สร้างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง หรือคลื่นวิทยุ (RF) ผสมกับคลื่นเสียง (Audio Frequency AF) แล้วส่งกระจายออกไป ลำพังคลื่นเสียงซึ่งมีความถี่ต่ำ ไม่สามารถส่งไปไกลๆ ได้ ต้องอาศัยคลื่นวิทยุเป็นพาหะ จึงเรียกคลื่นวิทยุว่า คลื่นพาหะ (Carrier Wave) และเครื่องรับวิทยุ จะทำหน้าที่รับคลื่นวิทยุ และแยกคลื่นเสียงออกจากคลื่นวิทยุ ให้รับฟังเป็นเสียงปกติได้

ความถี่ของคลื่น หมายถึง จำนวนรอบของการเปลี่ยนแปลงของคลื่น ในเวลา 1 วินาที คลื่นวิทยุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง อาจมีตั้งแต่ 3 KHz ไปจนถึง 300 GHz (1GHz = หนึ่งพันล้าน Hz) คลื่นวิทยุแต่ละช่วงความถี่ จะถูกกำหนดให้ใช้งานด้านต่างๆ ตามความเหมาะสม การแบ่งย่านความถี่คลื่นวิทยุ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การแบ่งย่านความถี่คลื่นวิทยุ [7]

ย่านความถี่		คลื่นความถี่	การใช้งาน
VLF	Very Low Frequency	ต่ำกว่า 30 KHz	การสื่อสารใต้น้ำ
LF	Low Frequency	30-300 KHz	วิทยุนำร่อง, สัญญาณเวลา
MF	Medium Frequency	300-3000 KHz	วิทยุ AM
HF	High Frequency	3-30 MHz	วิทยุสมัครเล่น
VHF	Very High Frequency	30-300 MHz	วิทยุ FM การสื่อสาร และ Line of Sight

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) การแบ่งย่านความถี่คลื่นวิทยุ

ย่านความถี่		คลื่นความถี่	การใช้งาน
SHF	Super High Frequency	3-30 GHz	ใช้กับอุปกรณ์ Microwave
EHF	Extremely High Frequency	30-300 GHz	ใช้ทางดาราศาสตร์
UHF	Ultra High Frequency	300-3000 MHz	วิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์ เคลื่อนที่ Wireless และ LAN

2.1.1 การส่งสัญญาณคลื่นวิทยุมี 2 ระบบ

2.1.1.1 ระบบ AM (Amplitude Modulation) ส่งคลื่นโดยการเปลี่ยน Amplitude ของคลื่นพาหะตามสัญญาณของคลื่นที่ต้องการส่งออกไป ความถี่ของคลื่นพาหะอยู่ในช่วง 530-1,600 KHz ส่งคลื่นโดยใช้ความถี่ขนาดกลาง หรือความถี่ MF (Medium Frequency) การส่งคลื่นวิทยุระบบ AM ในการกระจายเสียงออกอากาศนั้น นอกจากจะใช้คลื่นความถี่ขนาด 530-1,600 KHz แล้วยังมีช่วงความถี่ต่ำกว่านี้ เรียกว่า คลื่นยาว และที่มีความถี่สูงกว่านี้ เรียกว่า คลื่นสั้น

2.1.1.2 ระบบ FM (Frequency Modulation) ส่งคลื่นโดยเปลี่ยนความถี่ของคลื่นพาหะตามสัญญาณของคลื่นที่ต้องการส่งออกไป ความถี่ของคลื่นพาหะอยู่ในช่วง 88-108 MHz หรือความยาวคลื่น 2.8-3.4 เมตร การส่งคลื่นระบบนี้จะส่งในช่วงความถี่สูงมาก หรือความถี่ในย่าน VHF (Very High Frequency) และย่านความถี่ UHF (Ultra High Frequency) ปัจจุบันได้มีการนำไปใช้ในการส่งสัญญาณทีวีภายในประเทศ คือ สถานี ITV ช่อง 3 และสถานีย่อยทวนสัญญาณต่างจังหวัด ก็เริ่มใช้ย่านความถี่นี้แล้ว

2.1.2 ULTRA HIGH FREQUENCY (UHF) [13]

ความถี่นี้จะอยู่ในช่วง 300 MHz ถึง 1 GHz แผ่กระจายคลื่นแบบคลื่นตรง (Direct Wave) และคลื่นสะท้อน (Reflected Wave) โดยปกตินิยมใช้ในความถี่ช่วงนี้ คือ 915 MHz ในอเมริกา และ 868 MHz ในยุโรป ส่วนประเทศไทยความถี่ที่อนุญาตให้ใช้ คือ 920-925 MHz ความถี่ในช่วงนี้สามารถที่จะส่งข้อมูลได้ค่อนข้างเร็ว แต่จะใช้งานไม่ดีในวัสดุที่เป็นโลหะ และของเหลว (ยกเว้น

Active RFID) มีข้อดี คือ ถูกรบกวนสัญญาณได้น้อย มีข้อเสีย คือ สัญญาณจะสูญเสียมากเวลาส่งสัญญาณไปทางสายนำสัญญาณ

2.2 ระบบการสื่อสารข้อมูล (Data Communication System) [13]

การมอดูเลตสัญญาณและวิธีการสื่อสาร(Signal Modulation and Communication Method) การมอดูเลตสัญญาณ (Signal Modulation) คือ การแปลงรูปแบบสัญญาณให้เหมาะสมเพื่อสามารถใช้ส่ง-รับข้อมูลที่เป็นอนาล็อกและดิจิตอลได้ ระบบสื่อสารข้อมูลแบบอนาล็อกหรือดิจิตอลสามารถใช้ส่ง-รับข้อมูลที่เป็น อนาล็อกและดิจิตอลได้ แต่ต้องมีการแปลงรูปแบบสัญญาณให้เหมาะสมเนื่องจากข้อมูลมีสองประเภทคือ อนาล็อก และ ดิจิตอล จึงทำให้การส่งสัญญาณผ่านสื่อกลางมีได้ 4 ลักษณะ ดังนี้

- ข้อมูล อนาล็อก ส่งสัญญาณเป็น อนาล็อก เช่น วิทยุ AM,FM
- ข้อมูล อนาล็อก ส่งสัญญาณเป็น ดิจิตอล เช่น โทรศัพท์บ้าน หรือมือถือ
- ข้อมูล ดิจิตอล ส่งสัญญาณเป็น อนาล็อก เช่น เครื่องเล่นเพลง mp3,modem
- ข้อมูล ดิจิตอล ส่งสัญญาณเป็น ดิจิตอล เช่น การแช็ท MSN ผ่าน LAN

2.2.1 ระบบสื่อสารอนาล็อก

ข้อมูลเป็นข้อมูลอนาล็อก จะมอดูเลตสัญญาณแบบ AM, FM และPM

ข้อมูลเป็นดิจิตอล จะมอดูเลตสัญญาณแบบ ASK, FSK และ PSK

2.2.1.1 สัญญาณอนาล็อก การส่งสัญญาณอนาล็อกจะไม่สนใจสิ่งที่บรรจุอยู่ในสัญญาณเลย สัญญาณจะแทนข้อมูลที่เป็นอนาล็อก (เสียง) หรือข้อมูลดิจิตอล สัญญาณอนาล็อกที่ส่งออกไปพลังงานจะอ่อนลงเรื่อย ๆ จึงต้องมีเครื่องขยายสัญญาณหรือแอมปลิไฟเออร์ (Amplifier)

2.2.1.2 สัญญาณดิจิตอล การส่งสัญญาณดิจิตอลจะสนใจทุกสิ่งที่บรรจุในสัญญาณ เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น สัญญาณดิจิตอลจะลดทอนลงหรือจางหายต้องใช้อุปกรณ์ทวนสัญญาณหรือรีพีตเตอร์ (Repeater) เพื่อกู้คืน (Recover) รูปแบบของสัญญาณที่เป็น 0 และ 1 ก่อน แล้วจึงส่งออกไป

2.2.1.3 การส่งสัญญาณหรือข้อมูลผ่านช่องทางการสื่อสาร อาศัยพลังงานไฟฟ้าช่วยพาสัญญาณเคลื่อนย้ายไปโดยขบวนการในการเพิ่มพลังงานไฟฟ้าดังกล่าว เรียกว่า "การมอดูเลต (Modulation)" หรือเรียกว่า "สัญญาณคลื่นพาห์" (Signal Carrier)

2.2.1.4 อุปกรณ์มอดูเลตสัญญาณ (Modulator) จะสร้างสัญญาณคลื่นพาห์รวมเข้ากับสัญญาณข้อมูลเพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะส่งผ่านสื่อกลางเมื่อถึงปลายทางจะมีอุปกรณ์ในการแยกสัญญาณคลื่นพาห์ออก เรียกวิธีการแยกสัญญาณนี้ว่า "การดีมอดูเลต" (Demodulation)

2.2.1.5 การมอดูเลตสัญญาณอนาล็อก เป็นรูปแบบการแปลงการแปลงข้อมูลจากสัญญาณ Analog ให้เป็นสัญญาณ Analog อีกแบบที่สามารถทนทานต่อการลดทอนต่าง ๆ และสามารถส่งด้วยกำลังส่งสูงได้มี 3 วิธี

2.2.1.5.1 การมอดูเลตทางแอมปลิจูด (Amplitude Modulation :AM) สัญญาณ AM ที่มอดูเลตแล้วจะมีความถี่เท่ากับความถี่ของสัญญาณคลื่นพาห์ โดยมีขนาดหรือแอมปลิจูดของสัญญาณเปลี่ยนแปลงไปตามแอมปลิจูดของสัญญาณด้วยสัญญาณของคลื่นพาห์จะมีความถี่สูงกว่าความถี่ของสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สามารถพาสัญญาณข้อมูลไปได้ไกล ๆข้อเสียของการมอดูเลตแบบ AM คือแบนด์วิดท์ของสัญญาณ AM เป็นย่านความถี่ที่ไม่สูงทำให้มีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามาได้ง่ายการส่งสัญญาณแบบ AM สิ้นเปลืองพลังงานมาก พลังงานส่วนใหญ่ใช้ในการส่งคลื่นพาห์

2.2.1.5.2 การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation :FM) สัญญาณ FM ที่มอดูเลตแล้วจะมีแอมปลิจูดคงที่ แต่ความถี่ของสัญญาณจะไม่คงที่เปลี่ยนแปลงไปตามแอมปลิจูดของสัญญาณข้อมูลข้อเสีย คือ มีการใช้แบนด์วิดท์ที่มีขนาดกว้าง เนื่องจากสัญญาณข้อมูลมีหลายความถี่ทำให้ต้องการสายสื่อสารที่มี แบนด์วิดท์กว้าง และทำให้ราคาของสายสูงขึ้นตามไปด้วย คุณภาพของสัญญาณ FM นั้นจะดีกว่าแบบ AM แต่ระบบการทำงานจะซับซ้อนมากกว่า

2.2.1.5.3 การมอดูเลตทางเฟส (Phase Modulation :PM) การมอดูเลตแบบ PM จะมีการเปลี่ยน (กลับ) มุมเฟสทุกครั้งที่มุมเฟสของสัญญาณข้อมูลต่างจากมุมเฟสของสัญญาณคลื่นพาห์เท่ากับ 180 องศาวิธีการ PM นี้สามารถเปลี่ยนแปลง เฟสของสัญญาณได้ง่ายกว่าแบบ FM แต่เป็นวิธีที่มีวงจรค่อนข้างซับซ้อนมากกว่าจึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมในการส่งข้อมูลแบบ Analog

2.2.1.6 การมอดูเลตสัญญาณดิจิตอล เป็นสัญญาณอนาล็อก (Digital To Analog : D/A) เป็นรูปแบบการแปลงการแปลงข้อมูลจากสัญญาณ Digital ให้เป็นสัญญาณ Analog ได้แก่ การส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ Digital ให้เป็น สัญญาณ Analog ย่านความถี่เสียง (โทรศัพท์ใช้ย่านความถี่เสียงประมาณ 300-3400 MHz) ที่เรียกว่า MODEM : Modulator-DEModulator ซึ่งเทคนิคในการ Modulate สัญญาณ Digital ให้เป็น Analog มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีคือ ASK, FSK และ PSK

2.2.1.6.1 Amplitude – Shift Keying :ASK เป็นการ Modulate เชิงเลขทางแอมปลิจูด ความถี่ของสัญญาณคลื่นพาห์จะคงที่ เมื่อค่าสัญญาณ Digital เป็น 1 Carrier Wave จะสูงขึ้นกว่าปกติ และเมื่อค่าบิตเป็น 0 Carrier Wave จะตกลงกว่าปกติ แต่วิธีการนี้จะไม่ค่อยได้รับความนิยมเนื่องจากว่าถูกรบกวนจาก สัญญาณอื่นได้ง่าย

2.2.1.6.2 Frequency – Shift Keying : FSK เป็นการ Modulate เชิงเลขทางความถี่ขนาดของคลื่นพาห์ Carrier Wave จะไม่เปลี่ยน แต่ความถี่ของคลื่นจะเปลี่ยนแทน เมื่อบิตมีค่าเป็น 1ความถี่จะสูงกว่าปกติ และเมื่อบิตมีค่าเป็น 0 ความถี่ของคลื่นจะต่ำกว่าปกติ

2.2.1.6.3 Phase – Shift Keying : PSK เป็นการ Modulate เชิงเลขทางเฟส ค่าของขนาดและความถี่ของคลื่นพาห์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เฟสของสัญญาณจะเป็นตัวเปลี่ยนแปลงเมื่อสภาวะของบิตเป็น 0 หรือเป็น 1 เฟสของคลื่นจะเปลี่ยน (Shift) ไป 180 องศาด้วย วิธีนี้จะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นน้อยที่สุด ทำให้ได้สัญญาณที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่ว่าวงจรในการทำงานจะซับซ้อนกว่า และราคาอุปกรณ์แพงกว่าปกติด้วย

2.2.1.7 การมอดูเลตสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog To Digital : A/D)

ในกรณีที่เป็นเครือข่ายแบบ Digital อยู่แล้ว การส่งสัญญาณที่เป็น Digital สามารถส่งผ่านได้โดยตรง ยกตัวอย่างเช่นไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ แต่ในทำนองเดียวกัน เราก็สามารถส่งสัญญาณ Analog ผ่านเข้าไป ในระบบเครือข่าย Digital ได้โดยการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียก่อน ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า CODEC : Coder / DECoder เป็นตัวแปลงสัญญาณ เทคนิคการเปลี่ยนสัญญาณนั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ Pulse Amplitude Modulation : PAM และ Pulse Code Modulation : PCM

2.2.1.7.1 Pulse Amplitude Modulation : PAM การ Modulate ทางแอมปลิจูดของพัลส์จะอาศัยหลักการ Sampling ของสัญญาณที่เป็น Analog ตามช่วงเวลา ทำให้สัญญาณนั้นขาดจากกันเป็นพัลส์ ๆ โดยขนาดของแต่ละพัลส์จะเท่ากับขนาดของสัญญาณเดิมในช่วงเวลา นั้น ๆ ซึ่งจากการ Sampling จะทำด้วยอัตรา สองเท่าของแบนด์วิดท์ของ Analog เป็นจำนวนครั้งต่อวินาที (Sampling = 2 BW MHz) ถ้า Sampling ด้วยอัตราที่น้อยเท่าใด ก็จะได้สัญญาณพัลส์ที่ใกล้เคียงกับสัญญาณเดิมมากที่สุด แต่ถ้าน้อยเกินไปจะเป็น Analog เหมือนเดิม

2.2.1.7.2 Pulse Code Modulation : PCM การ Modulate แบบรหัสพัลส์นั้นขนาดของพัลส์ในแบบ PCM นั้นจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่องไม่เหมือนกันแบบ PAM ที่ขนาดของพัลส์ยังคล้ายกับแบบ Analog วิธีนี้จะมีการตัดตอนสัญญาณที่เรียกว่า ควอนไทซ์ (Quantize) โดยทำให้เป็นค่าสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น ต้องการแปลงสัญญาณ Digital ขนาด 3 bit กำหนดได้ระดับค่าสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่อง $2^3 = 8$ ระดับ นั้นคือตั้งแต่ระดับ 0 – 7 จากนั้นก็จะทำการ Sampling ด้วยอัตราสัญญาณที่เหมาะสม (2 BW MHz) จะทำให้สามารถกำหนดรหัสแทนพัลส์ได้ด้วยรหัสเลขฐานสอง จากนั้นเมื่อสัญญาณ PCM ถูกส่งมาถึงปลายทางก็จะเปลี่ยนมาเป็นสัญญาณ Analog อย่างเดิมอีกครั้ง

2.3 การเข้ารหัสสัญญาณดิจิตอล [13]

2.3.1 การแปลงข้อมูลดิจิตอลให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (Digital Data to Digital Signal)

การส่งข้อมูลดิจิตอลผ่านช่องทางสื่อสารแบบดิจิตอลจะต้องมีการเข้ารหัส เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลไปได้อย่างปลอดภัย เกิดการผิดพลาดของการส่งข้อมูลน้อยมีเทคนิควิธีเข้ารหัสสัญญาณดิจิตอลหลายวิธีด้วยกัน แบบ NRZ-L เป็นแบบที่ง่ายที่สุด โดยใช้ระดับแรงดันที่แตกต่างกันสองระดับ ส่วนสำหรับเครือข่าย LAN (Ethernet) จะใช้เทคนิค Manchester และเทคนิค Differential Manchesterใช้สำหรับ Token Ring

2.3.1.1 NRZ-L (Non return to Zero Level)

0 = high level ค่าสูง 1 = low level ค่าต่ำ

2.3.1.2 NRZI (Non return to Zero Inverted)

1 = ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่บิตเริ่มต้น0 = เปลี่ยนแปลงเป็นตรงกันข้าม

2.3.1.3 Bipolar-AMI

0 = ไม่มีสัญญาณ 1 = สัญญาณเป็นบวกและลบสลับกัน

2.3.1.4 Pseudoternary

0 = สัญญาณเป็นบวกและลบสลับกัน 1 = ไม่มีสัญญาณ

2.3.1.5 Manchester

0 = เปลี่ยนจากค่าสูงเป็นค่าต่ำในช่วงกลาง 1 = เปลี่ยนจากค่าต่ำเป็นค่าสูงในช่วงกลาง

2.3.1.6 Differential Manchester

จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ช่วงกลางเสมอ

0 = เปลี่ยนเป็นสัญญาณตรงกันข้ามกับด้านหน้า

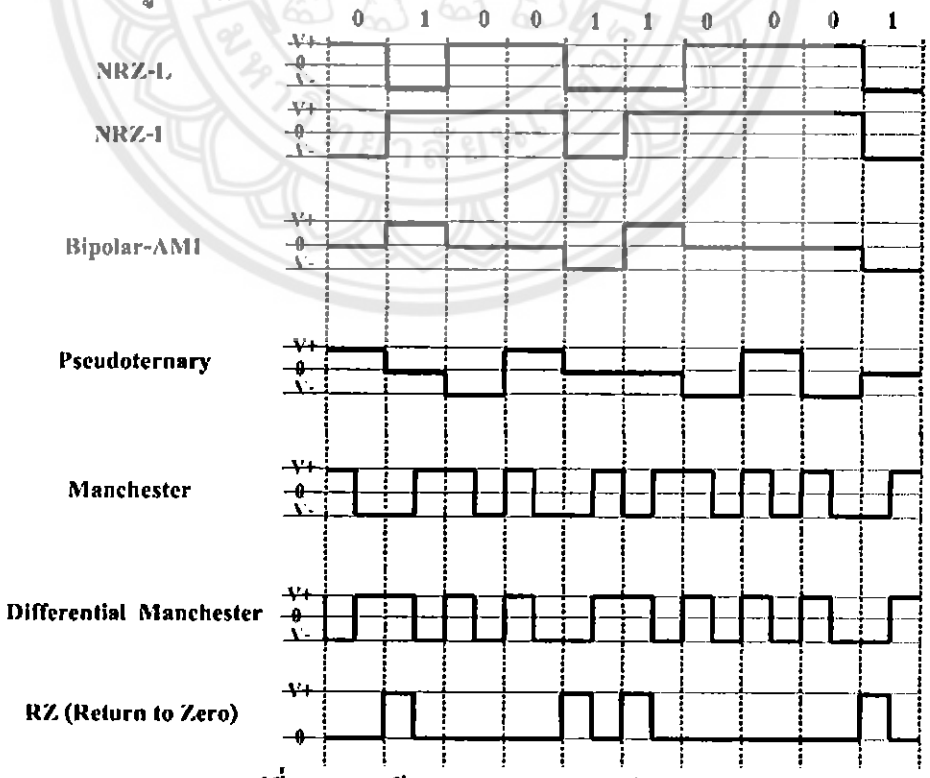
1 = ไม่เปลี่ยนแปลงสัญญาณจากด้านหน้า

2.3.1.7 RZ (Return to Zero)

0 = ครึ่งบิตแรกเป็น 0 ครึ่งบิตหลังเป็น 0

1 = ครึ่งบิตแรกเป็น 1 ครึ่งบิตหลังเป็น 0

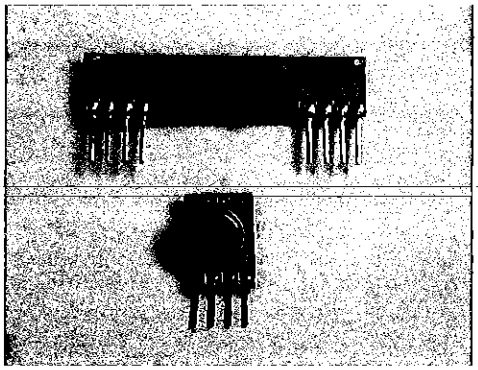
แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การเข้ารหัสสัญญาณแบบต่างๆ **[13]**

2.4 Wireless RF Transmitter and Receiver Module

ตัวอย่าง Wireless RF Transmitter and Receiver Module แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 Wireless RF Transmitter and Receiver Module

2.4.1 TWS-BS-3 (433.92 MHz) Module (ภาคส่ง) [12]

เป็นโมดูลส่งสัญญาณวิทยุย่านความถี่ 433.92 MHz จ่ายแรงดันที่ 3-12 V อัตราการส่งข้อมูล 8 กิโลบิตต่อวินาที โมดูลประกอบไปด้วย 4 Pin คือ Pin ที่ 1 GND, Pin ที่ 2 Data in, Pin ที่ 3 แหล่งจ่ายไฟ และ Pin ที่ 4 สายอากาศ (ANT) ขาของ TWS-BS-3 Module แสดงดังรูปที่ 2.3

คุณสมบัติของ TWS-BS-3 Module

2.4.1.1 Frequency Range : 433.92 MHz

2.4.1.2 Modulate Mode : ASK

2.4.1.3 Circuit Shape : SAW

2.4.1.4 Data Rate : 8 Kbps

2.4.1.5 Supply Voltage : 3~12 V

2.4.1.6 Voltage : 3V, Current : 4.9 mA

2.4.1.7 Voltage : 5V, Current : 8.4 mA

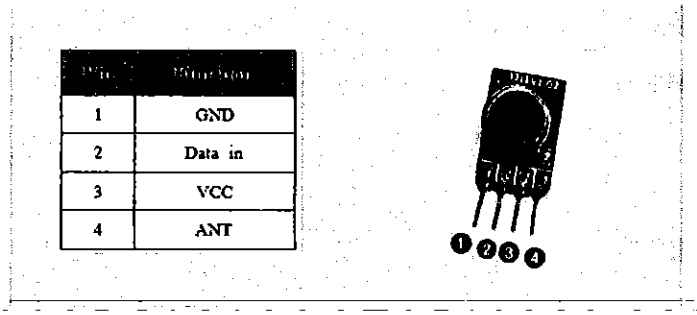
2.4.1.8 Power Supply and All Input / Output Pins : -0.3 to 12.0 V

2.4.1.9 Non-Operating Case Temperature : -10 to +70 °C

2.4.1.10 Soldering Temperature : 230 °C (10 Seconds)

2.4.1.11 Simple to Apply with Low External Count

2.4.1.12 High Sensitivity Passive Design



1	GND
2	Data in
3	VCC
4	ANT

รูปที่ 2.3 ขาของ TWS-BS-3 Module

2.4.2 RWS-371F-6 (433.92 MHz) Module (ภาครับ) [11]

เป็นโมดูลรับสัญญาณวิทยุย่านความถี่ 433.92 MHz จ่ายแรงดันที่ 3.8-5.5 V โมดูลประกอบไปด้วย 8 Pin คือ Pin ที่ 1 GND, Pin ที่ 2 Data Output, Pin ที่ 3 Linear Out Pin ที่ 4 แหล่งจ่ายไฟ, Pin ที่ 5 แหล่งจ่ายไฟ, Pin ที่ 6 GND, Pin ที่ 7 GND และ Pin ที่ 8 สายอากาศ (ANT) ขาของ RWS-371F-6 Module แสดงดังรูปที่ 2.4

คุณสมบัติของ RWS-371F-6 Module

2.4.2.1 Frequency Range : 433.92 MHz

2.4.2.2 Modulate Mode : ASK

2.4.2.3 Circuit Shape : LC

2.4.2.4 Date Rate : 4800 bps

2.4.2.5 Selectivity : -108 dBm

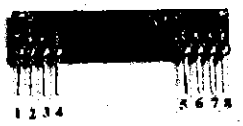
2.4.2.6 Channel Spacing : ±500 KHz

2.4.2.7 Supply Voltage : 3.8~5.5 V

2.4.2.8 High sensitivity passive design

2.4.2.9 Simple to apply with low external count

1	GND
2	Digital Output
3	Linear Out
4	VCC
5	VCC
6	GND
7	GND
8	ANT



รูปที่ 2.4 ขาของ RWS-371F-6 Module

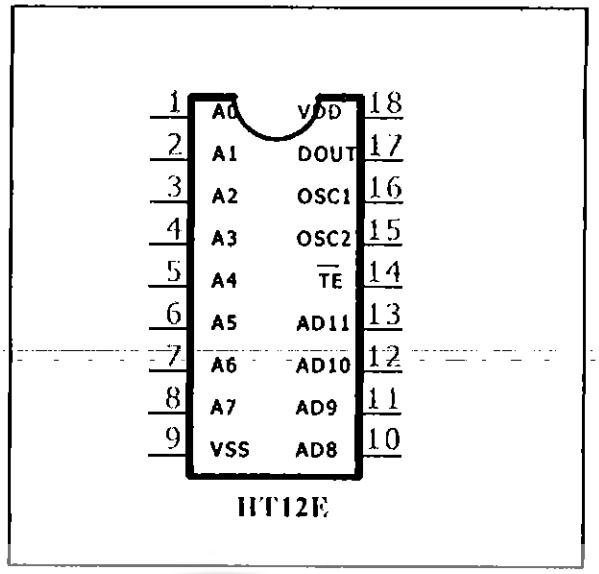
2.5 การเข้ารหัสและถอดรหัส (Encoder and Decoder)

การเข้ารหัส (Encoder) ในเรื่องของวงจร Logic หมายความว่า การเปลี่ยนระดับของ Logic จากสวิตช์มาเป็นสัญญาณ Logic ตามรหัสที่ต้องการ เช่น มีสวิตช์ 10 ตัว กดสวิตช์เลขหมายใด ก็ให้ Output ของวงจรเป็นสัญญาณ Logic ของรหัส Binary เป็นต้น ซึ่ง Output ของวงจรเป็นรหัสอะไรก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

การถอดรหัส (Decoder) หมายถึง วงจรเปลี่ยนรหัสทาง Input เพื่อเป็นรหัสอื่นตามต้องการ เช่น เปลี่ยนรหัส BCD เป็นแรงดันของเลขฐานสิบ เป็นต้น

2.5.1 IC HT12E [14]

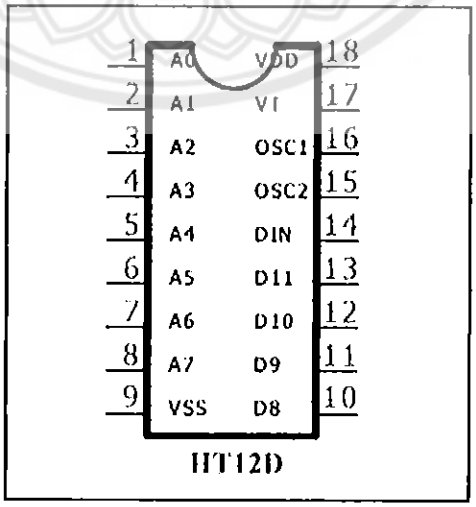
ทำหน้าที่เป็นตัวเข้ารหัสสัญญาณ (Encoder) ในวงจรภาคส่ง จ่ายแรงดันที่ 0.3-13 V IC จะเริ่มทำงานก็ต่อเมื่อขา TE เป็น Active Low โดยกำหนดการเข้ารหัส Address ที่ขา A0-A7 เป็นการกำหนด Address เป็นรหัสดิจิตอลเลขฐานสอง โดยการส่งสัญญาณแต่ละชุดจะมีบิตแรก คือ บิต Start จะมีค่า 1 เสมอ และขา AD8-AD11 เป็นขา Data ที่ทำการรับ Data เข้ามาแล้วแปลงเป็นเลขฐานสอง จำนาน 4 บิต ซึ่งจำนวนบิตที่ได้จะเท่ากับจำนวนค่า Data ของ IC นั่นเอง เมื่อ IC ทำการเข้ารหัสสัญญาณเสร็จเรียบร้อย ก็จะส่งสัญญาณออกที่ขา DOUT ซึ่งประกอบไปด้วยเลขฐานสองของบิต Start 1 บิตของค่า Address 8 บิต และของบิตข้อมูล 4 บิต รวมทั้งหมดใน 1 ชุดสัญญาณจะมี 13 บิต เช่น 1000000000000 (เลข 1 บิตแรก คือ บิต Start ถัดไปเป็นเลข 0 จำนวน 8 บิต คือ Address ที่กำหนดเป็น Logic 0 และสุดท้ายเลข 0 จำนวน 4 บิต คือ ข้อมูลที่กำหนดเป็น Logic 0 ทั้ง 4 บิต) ขาของ IC HT12E แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ขาของ IC HT12E

2.5.2 IC HT12D [15]

ทำหน้าที่เป็นตัวถอดรหัสสัญญาณ (Decoder) ในวงจรภาครับ จ่ายแรงดันไฟที่ 2.4-12 V โดยจะนำสัญญาณข้อมูลเข้าที่ขา DIN สัญญาณที่เข้ามาจะมี Address ตรงกับ Address ของ IC ถอดรหัส ซึ่งจะกำหนด Address ของ IC ที่ขา A0-A7 ให้ตรงกันกับ Address ของ IC ภาคส่ง เพราะหาก Address ไม่ตรงกัน จะไม่สามารถถอดรหัสสัญญาณได้ แต่หาก Address ตรงกัน ก็จะถอดรหัสสัญญาณได้ แล้วก็จะนำ Data มาออกที่ขา D8-D11 ซึ่งเรานำทั้ง 4 ขานี้ ไปต่อเข้ากับวงจรแสดงผลตามข้อมูลที่ได้รับมา ขาของ IC HTI2D แสดงดังรูปที่ 2.6



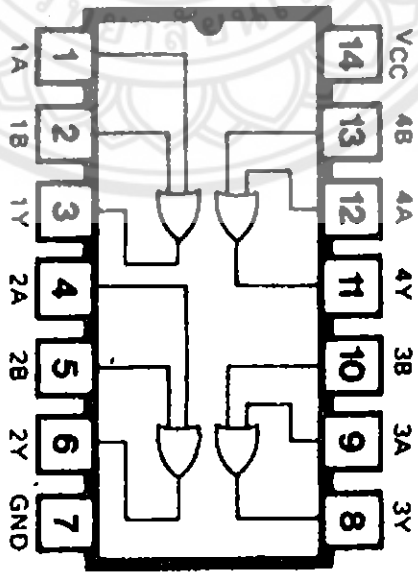
รูปที่ 2.6 ขาของ IC HTI2D

2.6 IC 7432 (OR Gate) [16]

การทำงานของ IC ตัวนี้ จะมีลักษณะเป็น 2 Input 1 Output อยู่จำนวน 4 ชุดด้วยกัน ซึ่งตรรกะการประมวลผล แสดงดังตารางที่ 2.2 และขาของ IC 7432 (OR Gate) แสดงดังรูปที่ 2.7

ตารางที่ 2.2 การประมวลผลการทำงานของ IC 7432 **[16]**

INPUT		OUTPUT
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



รูปที่ 2.7 ขาของ IC 7432 (OR Gate) **[16]**

2.7 IC LM7805 [20]

เป็น IC ที่แปลงแรงดัน หรือทำการสร้างแรงดัน 5 V แบบคงที่นั่นเอง เช่น การใช้แปลงแรงดันจากแหล่งจ่ายแรงดัน 9 V เป็น 5 V แบบคงที่

2.8 สวิตช์ (Switch) [19]

ทำหน้าที่ในการตัดหรือต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า จะเป็นไฟ AC หรือ DC ก็ได้ สวิตช์จะมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น แบบสวิตช์กด (Push Button) มีขั้วเดียวทางเดียว (SPST : Single-Pole, Single-Throw) หลักการทำงานเมื่อไม่มีการกดสวิตช์ จะอยู่ในสถานะปกติเปิด แต่เมื่อมีการกดสวิตช์จะอยู่ในสภาวะปกติปิด สวิตช์แบบนี้จะมีสปริงดันกลับ (Spring Return) อยู่ภายใน

2.9 ตัวต้านทาน (Resistors) [18]

เป็นอุปกรณ์ที่มีมากมายแตกต่างกันทั้งขนาดและรูปร่าง แต่ทำหน้าที่อย่างเดียวกัน คือ จำกัดกระแส (Limit Current) โดยถ้าค่าความต้านทานน้อยกระแสไหลผ่านมาก ค่าความต้านทานมากกระแสไหลผ่านน้อย เมื่อกระแสไหลผ่านก็จะเกิดความร้อน ถ้าความร้อนมากๆ จะทำให้ค่าความต้านทานจะยิ่งลดลง และตัวต้านทานแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ แบบค่าคงที่ และแบบที่ปรับค่าได้

2.9.1 แบบค่าคงที่ เป็นแบบที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ การเลือกใช้ควรเลือกให้ถูกขนาดให้เหมาะสมกับงานด้วย เพื่อความประหยัด ควรคำนึงถึงกำลังไฟที่จะทนได้ซึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

2.9.2 แบบปรับค่าได้ เป็นตัวต้านทานที่ปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ตามต้องการ

2.10 ตัวเก็บประจุ (Capacitor) [18]

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญ ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ทำไฟให้เรียบ กรองความถี่และเชื่อมต่อสัญญาณ เป็นต้น ตัวเก็บประจุมีคุณสมบัติทางไฟฟ้า ดังนี้

2.10.1 เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับตัวเก็บประจุ แล้วปลดไฟออก มันจะเก็บค่าไฟที่ได้ไว้ระยะเวลาหนึ่งก่อน แล้วจึงค่อยๆ ลดลงจนเป็น 0 มีหน่วยเป็นฟารัด (F)

2.10.2 เมื่อเริ่มป้อนไฟกระแสตรง ค่าความต้านทานเป็น 0 แต่เมื่อเวลาผ่านไป ค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้น ค่าแรงดันก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเท่าแรงดันที่ป้อนเข้ามา ซึ่งจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับค่าความจุ

2.11 ไดโอด (Diode) [18]

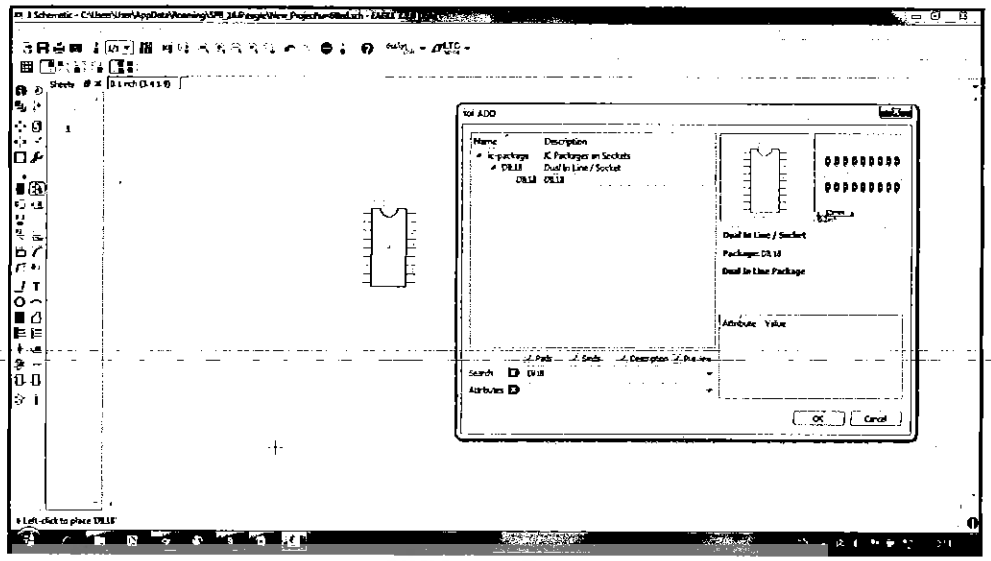
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ส่วนใหญ่ใช้ในการป้องกันแรงดันไหลย้อนกลับ และใช้เรียงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง (Rectify) สมบัติของไดโอด จะยอมให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านมันได้ ถ้าป้อนขั้วตรงกัน คือ ถ้าป้อนไฟขั้วบวกผ่านเข้าไดโอด ตรงกับขาแอโนด (A) ไฟจะผ่านได้เรียกว่า "ไบแอสตาม" แต่ถ้าป้อนไฟขั้วบวกผ่านเข้าไดโอด ตรงกับขาแคโทด (K) ไฟจะผ่านไม่ได้เรียกว่า "ไบแอสย้อน" การใช้งานไดโอดต้องคำนึงถึงลักษณะงาน สมบัติของไดโอดและอัตราทนแรงดัน และกระแสของไดโอดแต่ละเบอร์ เช่น ไดโอดเบอร์ 1N4007 ทนกระแส 1A แรงดัน 1000V เป็นต้น

2.12 ไดโอดเปล่งแสง (LED) [18]

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแสดงผลการทำงานของวงจร และเรียกไดโอดเปล่งแสงว่า Light Emitting Diode หรือ LED ก็ได้ การใช้ไดโอดเปล่งแสงนี้ ควรดูที่ขาของไดโอด ขาที่สั้นกว่าจะเป็นขั้วแคโทด ส่วนขาที่ยาวจะเป็นขั้วแอโนด และยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียวแบบไดโอด แรงดันตกคร่อมขณะนำกระแสนั้นจะมีค่าขึ้นอยู่กับสีของสารที่ใช้สร้าง LED ใช้งานโดยต่อแบบไบแอสตาม และต่ออนุกรมกับตัวต้านทานโดย LED ขนาดทั่วไปจะกินกระแส 5-25 mA

2.13 โปรแกรม EAGLE 7.3.0 [9]

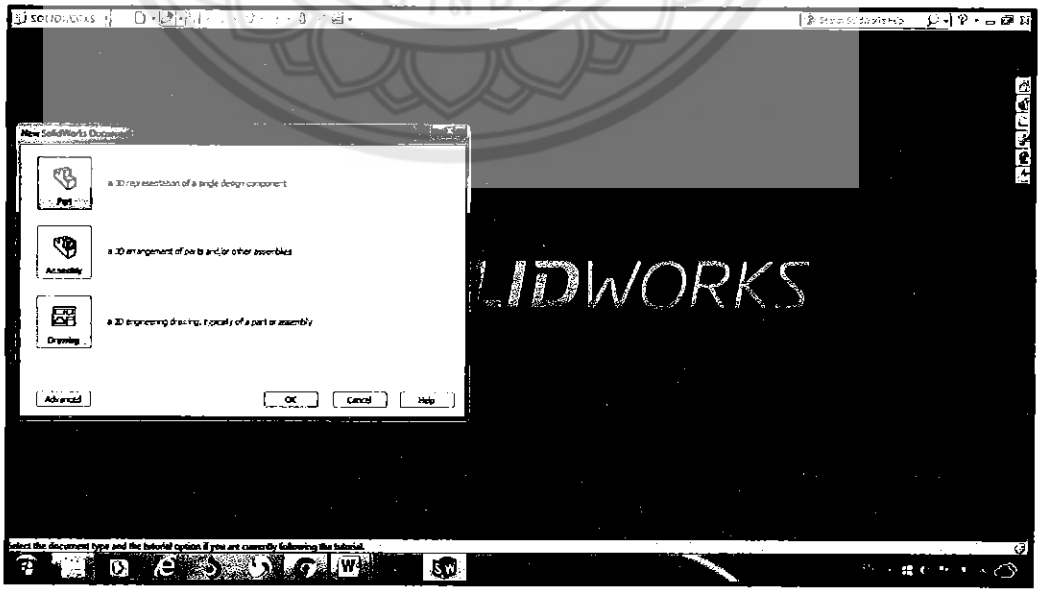
Eagle 7.3.0 คือ โปรแกรมออกแบบวงจรไฟฟ้า (Schematic) และออกแบบวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board) ภายในโปรแกรมมีเครื่องมือต่างๆ ให้เลือกใช้มากมาย อีกทั้งยังระบุสมบัติของอุปกรณ์ไว้อย่างละเอียด เช่น บอกขนาดเบอร์ เป็นต้น มีการใช้งานอย่างสะดวกสบาย ในการออกแบบวงจรไฟฟ้าเป็นอย่างมาก สามารถทำไฟล์เป็นรูปภาพออกไปตกแต่ง ในโปรแกรม Photoshop ได้ด้วย หน้าต่างโปรแกรม EAGLE 7.3.0 แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 หน้าต่างโปรแกรม EAGLE 7.3.0

2.14 โปรแกรม Solid Works 2012 [8]

โปรแกรม Solid Works 2012 เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้งานกันมาก ในการออกแบบงาน 2 มิติ และ 3 มิติ เนื่องจากช่วยในการออกแบบและเขียนแบบที่มีประสิทธิภาพ และใช้งานง่าย จึงทำให้การสร้างงานสะดวกรวดเร็ว เนื่องจากการสร้างภาพ 3 มิติ นั้นได้จากการสร้างภาพวาดเส้น 2 มิติ แล้วจึงทำให้เป็น 3 มิติ ทั้งยังสามารถนำชิ้นส่วนต่างๆ ที่ได้สร้างไว้มาประกอบกันเป็นชิ้นงานได้สะดวก หน้าต่างโปรแกรม Solid Works 2012 แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 หน้าต่างโปรแกรม Solid Works 2012

2.14.1 หลักการทำงานโปรแกรม Solid Works 2012

โปรแกรม Solid Works 2012 แบ่งหมวดการทำงานหลักออกเป็น 3 หมวด คือ Part, Assembly และ Drawing โดยรูปแบบการทำงานทั้ง 3 หมวด มีลักษณะการใช้งาน ดังนี้

2.14.1.1 Part เป็นที่สำหรับสร้างวัตถุหรือชิ้นงาน โดยแบ่งโหมดการทำงานออกเป็น 2 แบบ คือ Sketch โดยการคลิกที่แถบ Sketch เลือกปุ่ม Sketch แล้วเลือกคำสั่งการวาดเส้น เพื่อนำไปสร้างพื้นผิววัตถุต่อไป และ Features โดยการคลิกที่แถบ Features แล้วเลือกคำสั่งโหมดสร้างพื้นผิววัตถุจนเกิดเป็นชิ้นงานที่ต้องการ

2.14.1.2 Assembly เป็นส่วนของการประกอบชิ้นงานที่ได้จากการสร้างในส่วนของ Part มาประกอบกัน จนกลายเป็นชิ้นงานเดียว

2.14.1.3 Drawing เป็นการนำชิ้นงานในส่วนของ Part และ Assembly มาแสดงในกระดาษ ตามขนาดกระดาษที่กำหนด เป็นภาพฉายชิ้นงานในมุมมองต่างๆ

2.14.2 เครื่องมือในการ Sketch เส้นร่าง

การใช้เครื่องมือในโปรแกรม Solid Works 2012 เขียนเส้นต่างๆ ให้เกิดรูปภาพตามต้องการ การวาดเส้นให้เกิดรูปภาพตามขนาด หรือตามความต้องการได้ ซึ่งรูปภาพที่ได้ จะเป็นลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติ

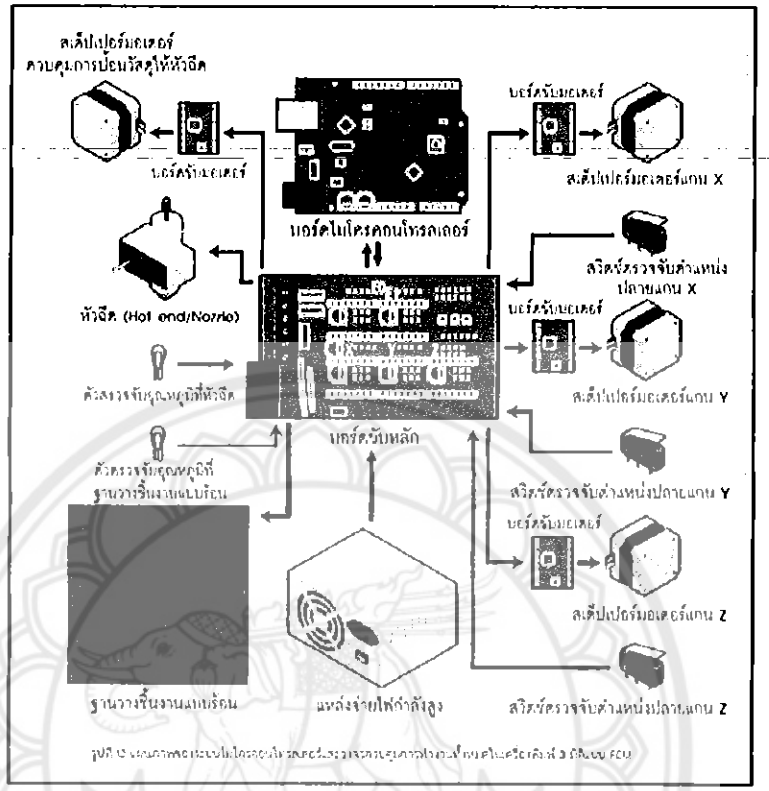
2.15 เครื่องพิมพ์ 3 มิติ [10]

เครื่องพิมพ์ 3 มิติ หรือ 3D Printer เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ สร้างชิ้นงานได้เร็วพอสมควร ตัวชิ้นงานหรือชิ้นส่วนยังมีความแข็งแรงในระดับหนึ่ง เครื่องพิมพ์ 3 มิติ จึงเหมาะกับการทำชิ้นงานต้นแบบ หรือชิ้นส่วนเฉพาะในจำนวนที่ไม่มาก

2.15.1 ส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ แบบ FDM

เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ที่นิยมผลิตและใช้งานมากที่สุด คือ เครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคนิค FDM เนื่องจากกลไกของตัวเครื่องพิมพ์มีความซับซ้อนน้อย ใช้งบประมาณต่ำสุด เมื่อเทียบกับเครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคนิคอื่น เครื่องพิมพ์ 3 มิติ แบบ FDM แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ทำงานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ควบคุมการฉีดกับระบบควบคุม

ตำแหน่งที่ฐานวางชิ้นงาน และระบบเชิงกลที่ช่วยในการเคลื่อนที่ของฐานวางชิ้นงาน ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรควบคุมการทำงาน แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ [10]

2.15.2 วัสดุที่ใช้ขึ้นรูปชิ้นงาน

ในเครื่องพิมพ์ 3 มิติ แบบ FDM วัสดุที่สำคัญ คือ เส้นพลาสติก หรือ Filament มีด้วยกันหลายวัสดุและหลายสี ดังนี้

2.15.2.1 เส้นพลาสติกแบบ ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) เป็นเส้นพลาสติกที่ได้รับความนิยมชนิดหนึ่ง ในงานพิมพ์ชิ้นงาน 3 มิติ โดยใช้อุณหภูมิที่หัวฉีดร้อนอยู่ที่ 215 ถึง 250 องศาเซลเซียส แต่มีข้อเสีย คือ เมื่อหลอมแล้วจะเกิดไอระเหยออกมาที่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์เลี้ยง เส้นพลาสติก ABS นี้มีส่วนผสมของอะซิโทน (Acetone) ทำให้พื้นผิวของชิ้นงานที่ขึ้นรูปเสร็จแล้ว มีความเรียบเนียน และเงางาม

2.15.2.2 เส้นพลาสติกแบบ PLA (Poly lactic Acid หรือ Poly lactide) เป็นเส้นพลาสติกที่มีส่วนผสมจากวัตถุดิบชีวภาพ เช่น ข้าวโพดหรือมันฝรั่ง ใช้อุณหภูมิที่หัวฉีดพลาสติกอยู่ที่ 160 ถึง 220 องศาเซลเซียส เมื่อเส้นพลาสติก PLA หลอมจะมีกลิ่นคล้ายๆ กับข้าวโพดคั่ว ซึ่งไม่เป็น

อันตราย และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นเมื่อใช้ PLA ในการพิมพ์ชิ้นงาน ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ฐานวางชิ้นงานแบบร้อน แต่ถ้าใช้ ก็จะทำให้ฐานของชิ้นงานเรียบเนียนขึ้น

2.15.2.3 เส้นพลาสติกแบบ PVA(Poly vinyl Alcohol) เป็นเส้นพลาสติกชนิดพิเศษที่มีการผสมผสานกันหลายสี ใช้อุณหภูมิที่หัวฉีดพลาสติกอยู่ที่ 190 องศาเซลเซียส วัสดุแบบนี้ละลายน้ำได้ ชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเส้นพลาสติกชนิดนี้อาจจะต้องระวังเรื่องความชื้น เพราะอาจส่งผลให้ชิ้นงานสลายไปได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงงาน

3.1 การออกแบบชิ้นงาน

3.1.1 ออกแบบชิ้นงานภาคส่ง

การออกแบบชิ้นงานในส่วนของภาคส่งนี้ จะออกแบบอุปกรณ์ส่งสัญญาณของเป็นแบบรีโมท และออกแบบเพิ่มเติม ให้สามารถใช้เป็นที่รัดติดกับแขนได้ด้วย เพื่อให้เกิดความสะดวกในการพกพาและการใช้งาน โดยที่ชิ้นงานจะมีวงจรส่งสัญญาณวิทยุอยู่ด้านใน การใช้งานจะมีเสาอากาศไว้ส่งสัญญาณ และได้ทำการออกแบบให้มีที่กดสวิตช์อยู่ด้านบนของอุปกรณ์ จำนวน 5 ปุ่ม เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณโดยทางเราได้กำหนดการทำงานของสวิตช์ทั้ง 5 ปุ่ม ให้เป็น ดังนี้

3.1.1.1 เมื่อทำการกดสวิตช์ที่ 1 จะเป็นการส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับ ทำให้มอเตอร์ทำงาน และ LED ดวงที่ 1 (สีแดง) "ติด" เพื่อบอกว่าผู้ส่งอยู่ในห้องนอน

3.1.1.2 เมื่อทำการกดสวิตช์ที่ 2 จะเป็นการส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับ ทำให้มอเตอร์ทำงาน และ LED ดวงที่ 2 (น้ำเงิน) "ติด" เพื่อบอกว่าผู้ส่งอยู่ในห้องน้ำ

3.1.1.3 เมื่อทำการกดสวิตช์ที่ 3 จะเป็นการส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับ ทำให้มอเตอร์ทำงาน และ LED ดวงที่ 3 (สีส้ม) "ติด" บอกว่าผู้ส่งอยู่ในห้องครัว

3.1.1.4 เมื่อทำการกดสวิตช์ที่ 4 จะเป็นการส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับ ทำให้มอเตอร์ทำงาน และ LED ดวงที่ 4 (เขียว) "ติด" เพื่อบอกว่าผู้ส่งอยู่นอกบ้าน

3.1.1.5 เมื่อทำการกดสวิตช์ที่ 5 จะเป็นการส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับ ทำให้มอเตอร์หยุดทำงานทำงาน และ LED ทั้ง 4 ดวงดับ

3.1.2 ออกแบบชิ้นงานภาครับ

การออกแบบชิ้นงานในส่วนของภาครับ ได้ออกแบบอุปกรณ์รับสัญญาณให้เป็นแบบสายรัด เพื่อใช้รัดติดกับแขนของผู้ใช้งาน โดยชิ้นงานจะมีเสาอากาศ เพื่อรับสัญญาณ เมื่อเครื่องส่งส่งสัญญาณมา เครื่องรับจะรับสัญญาณและจะแยกสัญญาณไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ และ LED โดยลักษณะการควบคุมเป็น ดังนี้

3.1.2.1 เมื่อรับสัญญาณที่เกิดมาจากการกดสวิตช์ที่ 1 ของภาคส่ง ในส่วนของภาครับ จะสั่งให้มอเตอร์ทำงาน และ LED ดวงที่ 1 (สีแดง) "ติด" เพื่อเตือนว่าผู้ส่งอยู่ในห้องนอน และต้องการเรียกหา

3.1.2.2 เมื่อรับสัญญาณที่เกิดมาจากการกดสวิตช์ที่ 2 ของภาคส่ง ในส่วนของภาครับจะสั่งให้มอเตอร์ทำงาน และ LED ดวงที่ 2 (น้ำเงิน) "ติด" เพื่อเตือนว่าผู้ส่งอยู่ในห้องน้ำ และต้องการเรียกหา

3.1.2.3 เมื่อรับสัญญาณที่เกิดมาจากการกดสวิตช์ที่ 3 ของภาคส่ง ในส่วนของภาครับจะสั่งให้มอเตอร์ทำงาน และ LED ดวงที่ 3 (ส้ม) "ติด" เพื่อเตือนว่าผู้ส่งอยู่ในห้องครัว และต้องการเรียกหา

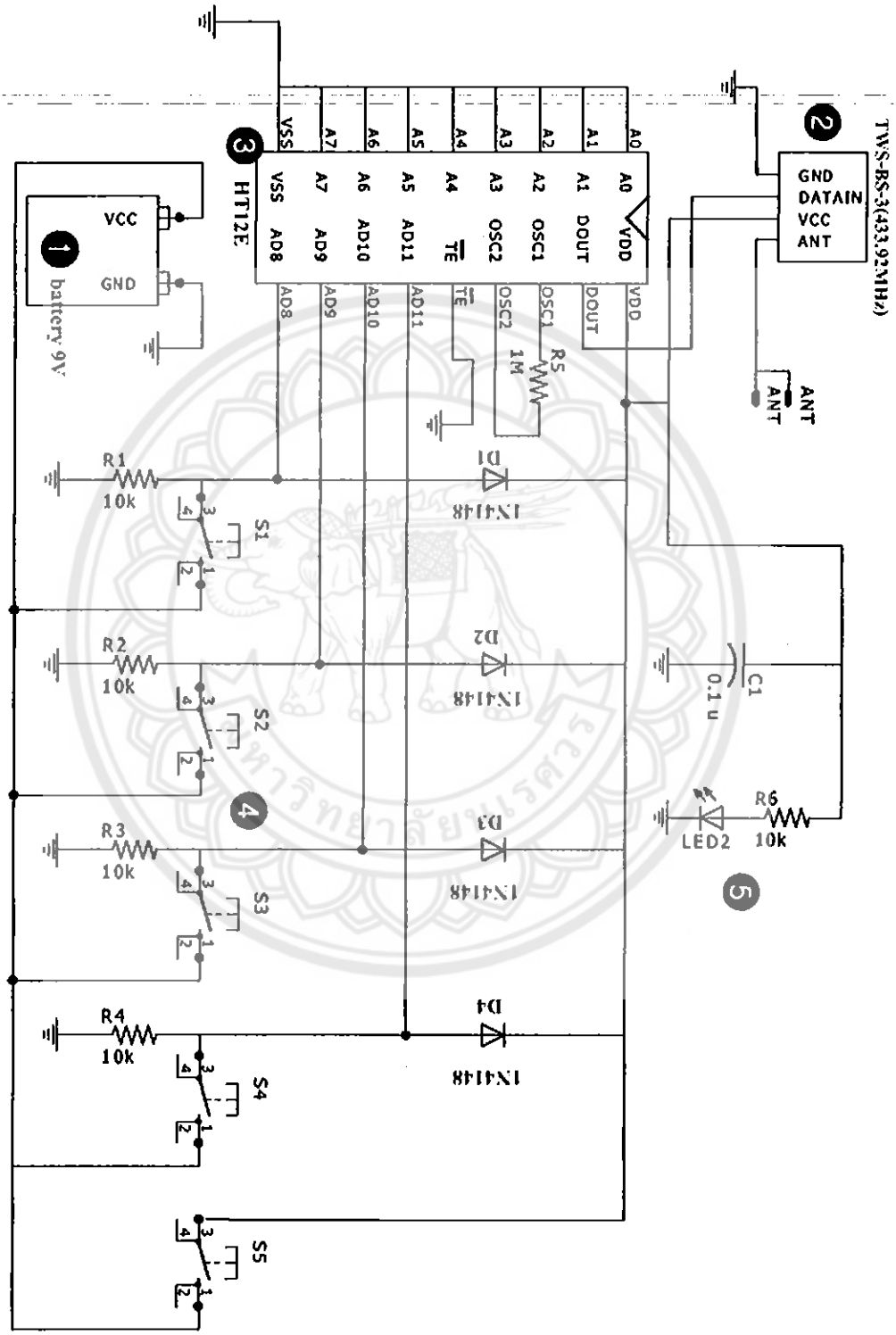
3.1.2.4 เมื่อรับสัญญาณที่เกิดมาจากการกดสวิตช์ที่ 4 ของภาคส่ง ในส่วนของภาครับจะสั่งให้มอเตอร์ทำงาน และ LED ดวงที่ 4 (เขียว) "ติด" เพื่อเตือนว่าผู้ส่งอยู่นอกบ้าน และต้องการเรียกหา

3.1.2.5 เมื่อรับสัญญาณที่เกิดมาจากการกดสวิตช์ที่ 5 ของภาคส่ง ในส่วนของภาครับจะสั่งให้มอเตอร์หยุดทำงาน และ LED ทั้ง 4 ดวงดับ

3.2 การออกแบบวงจรรับ-ส่งสัญญาณ

3.2.1 วงจรส่งสัญญาณ

วงจรส่งสัญญาณ แสดงดังรูปที่ 3.1

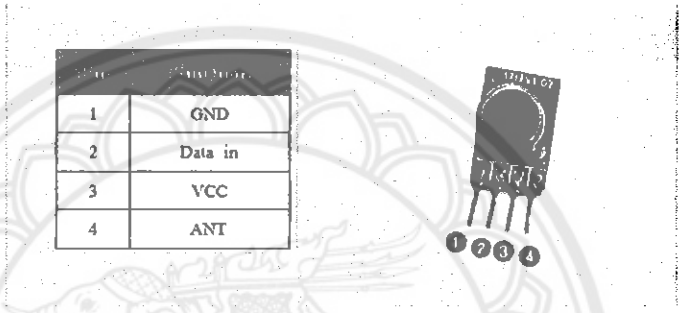


รูปที่ 3.1 วงจรส่งสัญญาณ

โครงสร้างของวงจรส่งสัญญาณ

3.2.1.1 แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร โดยจะใช้แหล่งจ่ายไฟจากถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่ 9 V

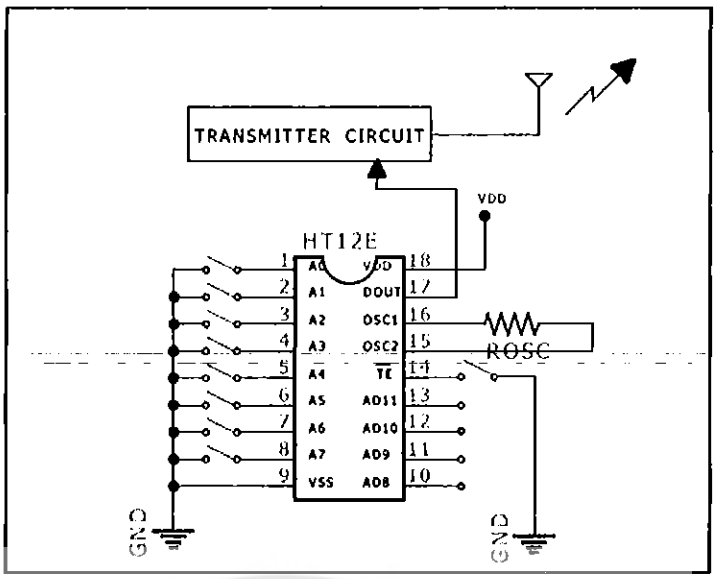
3.2.1.2 Transmitter Module คือ TWS-BS-3 (433.92 MHz) ในภาคส่ง ทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ โดยจะมีรัศมีประมาณ 100 เมตร จะมีการทำงานที่ขาที่ 2 จะรับ Data Input มาจากขาที่ 17 ของ IC HT12E โดยขาที่ 2 ของ TWS-BS-3 (433.92 MHz) จะทำหน้าที่รับค่าและส่งออกไปเป็นคลื่น RF ที่ความถี่ 433.92 MHz โดยจะส่งสัญญาณผ่านทางสายอากาศ (Antenna) ที่ต่อจากขาที่ 4 Transmitter Module แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 Transmitter Module

3.2.1.3 IC HT12E เป็น IC เข้ารหัส ซึ่งจะทำหน้าที่รับ Data Input เข้ามาทาง AD8, AD9, AD10 และ AD11 คือขาที่ 10, 11, 12 และ 13 ตามลำดับ โดยที่ขา A0-A7 ของ IC HT12E จะมีไว้สร้าง Address ซึ่งเป็นรหัสดิจิตอลเลขฐานสอง สามารถสร้างตำแหน่งได้ 2^8 หรือ 256 ตำแหน่ง ในวงจรนี้ จะทำการต่อขาทั้ง 8 ลงกราวด์ เพื่อเป็นการกำหนดให้ Address เป็น 00000000 และส่งข้อมูลออกไปทางขา DOUT (ขาที่ 17) ไปเข้าที่ขา 2 ของ TWS-BS-3 (433.92 MHz) ส่วนของขาที่ 15 และ 16 จะต่อเข้ากับตัวต้านทาน 1 Mohm เพื่อให้มีความถี่ Oscillator เท่ากับ 3.25 KHz โดยจะป้อนแรงดัน 9 V เข้าที่ขา VDD (ขาที่ 18) และ IC HT12E จะทำการเข้ารหัสก็ต่อเมื่อต่อขา TE ลงกราวด์ IC HT12E ต่อกับ Transmitter Module แสดงดังรูปที่ 3.3

สำนักหอสมุด
11 ต.ค. 2560
i.71956 18



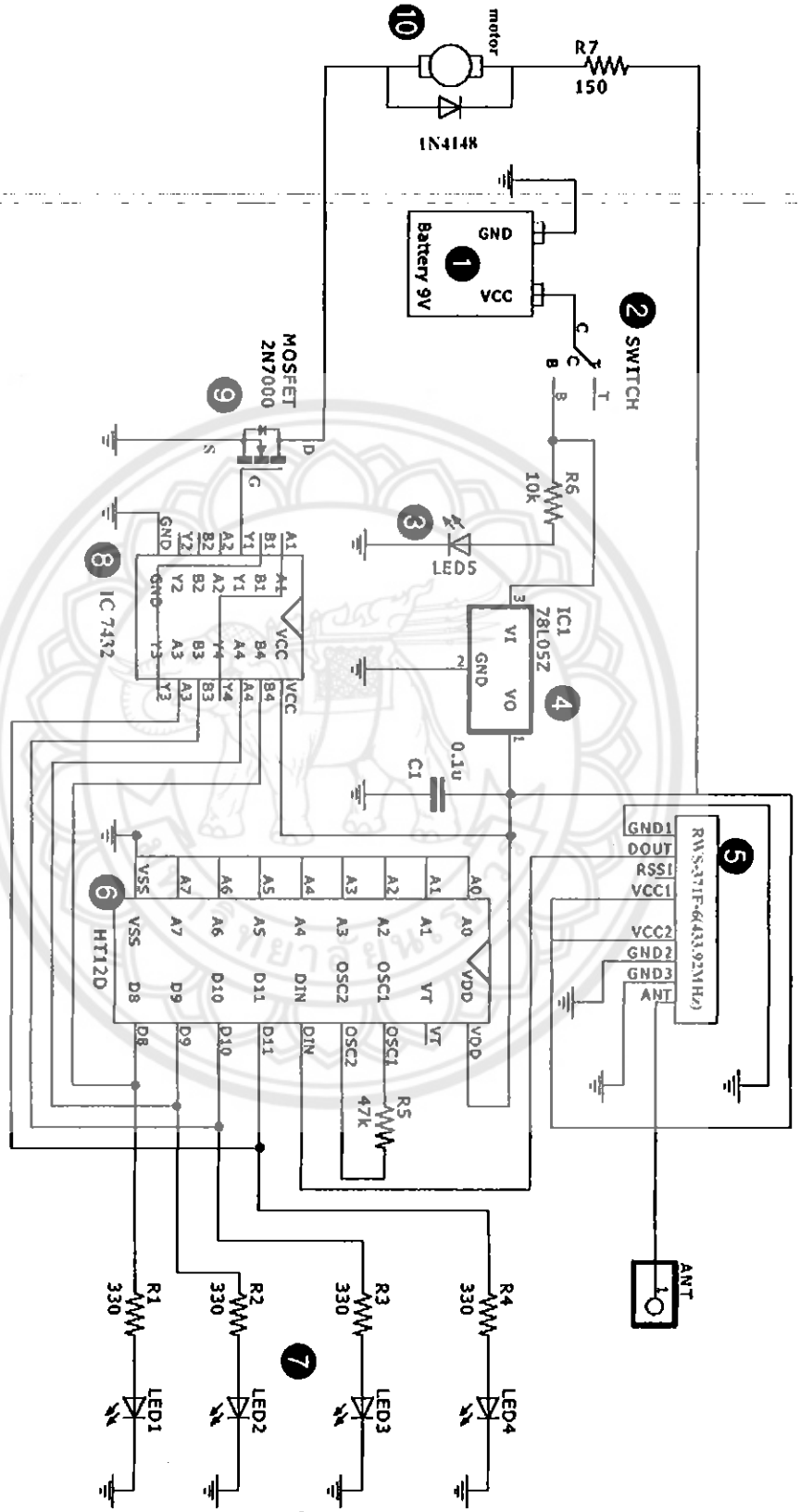
รูปที่ 3.3 IC HT12E ต่อกับ Transmitter Module

3.2.1.4 Switch ทำหน้าที่ป้อน Data Input เข้าที่ขา AD8, AD9, AD10 และ AD11 และยังทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ควบคุมการจ่ายไฟเลี้ยงให้วงจรอีกด้วย ซึ่งวงจรสวิตช์ที่ต่อเป็นการต่อแบบ Active High คือ หากไม่มีการกดสวิตช์ การทำงานเหมือนการเปิดวงจร ไม่มีกระแสไหล และแรงดันเป็น 0 V และไม่มีการทำงานของวงจรทั้งหมด แต่ถ้าหากมีการกดสวิตช์ การทำงานเหมือนการปิดวงจร มีกระแสไหล และแรงดันเป็น 9 V วงจรทั้งหมดจะทำงานตามปกติด้วย

3.2.1.5 LED จะมีหน้าที่ในการแสดงผล ว่าวงจรนี้กำลังใช้งานอยู่หรือไม่ หาก LED ติด หมายความว่า วงจรนี้กำลังถูกใช้งานอยู่ แต่หาก LED ดับ หมายความว่าวงจรนี้ไม่ได้มีการใช้งาน และที่สำคัญคือ LED จะติดก็ต่อเมื่อมีการกดสวิตช์ใดสวิตช์หนึ่งใน 5 สวิตช์ค้างไว้ ถ้าไม่มีการกดสวิตช์ LED ก็จะดับ

3.2.2 วงจรรับสัญญาณ

วงจรรับสัญญาณ แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรรับสัญญาณ

โครงสร้างของวงจรรับสัญญาณ

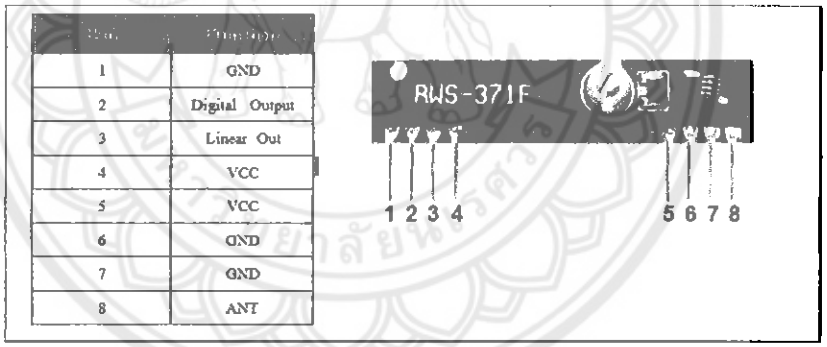
3.2.2.1 แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร โดยจะใช้แหล่งจ่ายไฟจากถ่านไฟ 9 V

3.2.2.2 สวิตช์ ทำหน้าเปิด-ปิดวงจรภาครับทั้งหมด

3.2.2.3 LED ขนาด 3 mm จะทำหน้าที่บ่งบอกว่าวงจรภาครับ ถูกเปิดใช้งานอยู่หรือไม่ เพราะหากวงจรภาครับถูกเปิดใช้งานอยู่ LED จะติด แต่ถ้าถูกปิดการใช้งาน LED ก็จะดับ

3.2.2.4 IC 78L05Z เป็น IC ที่แปลงแรงดันหรือทำการสร้างแรงดัน 5 V แบบคงที่นั้นเอง เช่น ในการใช้แปลงแรงดันจากแหล่งจ่ายแรงดัน 9 V เป็น 5 V แบบคงที่

3.2.2.5 Receiver Module คือ RWS-371 F-6 (433.92 MHz) ในภาครับ ทำหน้าที่รับสัญญาณวิทยุจากภาคส่ง TWS-BS-3 (433.92 MHz) วงจรทำงานที่ความถี่ 433.92 MHz โดยรับสัญญาณผ่านทางเสาอากาศ (Antenna) ต่อเข้ากับขาที่ 8 ของ RWS-371F-6 (433.92 MHz) และส่งข้อมูลออกผ่านไปที่ขา 2 (Data) ส่วนขา 2 นี้ จะไปต่อเข้ากับขา 14 ของ HT12D (ไอซีถอดรหัส) ในส่วนของขาที่ 3 (NC = Normally Closed) คือ สถานะเริ่มต้นวงจรทำงาน Receiver Module แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 Receiver Module

3.2.2.6 IC HT12D IC ถอดรหัส ทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูลที่รับมาจาก RWS-371 F-6 (433.92 MHz) โดยเข้าผ่านมาทางขาที่ 14 (DIN = Data Input) ซึ่งสังเกตว่า ตัวรับสัญญาณคลื่นวิทยุ จะเป็นแบบ Normally Closed นั้น หมายความว่า HT12D ก็จะทำงานเป็นแบบ Normally Closed เช่นกัน เมื่อมีการกดสวิตซ์ 1 ที่ภาคส่งก็จะทำให้สถานะของ D8 เป็นลอจิก "1" เมื่อกดที่สวิตช์ 2 ที่ภาคส่งก็จะทำให้สถานะของ D9 เป็นลอจิก "1" เมื่อกดที่สวิตช์ 3 ที่ภาคส่งก็จะทำให้สถานะของ D10 เป็นลอจิก "1" และเมื่อกดที่สวิตช์ 4 ที่ภาคส่งก็จะทำให้สถานะของ D11 เป็น

ลอจิก "1" ส่วนขา A0-A7 ของ IC HT12D จะต่อลงกราวด์ เพื่อให้ตรงกับภาคส่ง ซึ่งเป็นรหัสดิจิตอลเลขฐานสอง ให้สามารถสร้างตำแหน่งได้ 2^8 หรือ 256 ตำแหน่ง เท่ากับภาคส่ง ต่อมาก็คือส่วนของขาที่ 15 และ 16 จะต่อเข้ากับตัวต้านทาน 47 k ohm เพื่อให้มีความถี่ Oscillator เท่ากับ 1.625 KHz Oscillator ทำงาน

3.2.2.7 LED เราใช้ 4 สี เพื่อใช้ในการยืนยันสถานะ ซึ่ง LED แต่ละตัวจะติดก็ต่อเมื่อเอาต์พุตที่ออกมาจาก IC HT12D และจะผ่านตัวต้านทาน 330 ohm เป็นลอจิก "1" แต่ถ้าเป็นลอจิก "0" ก็จะดับ ตารางความจริงขาที่ 10 (D8) ของ IC HT12D แสดงดังตารางที่ 3.1 ตารางความจริงขาที่ 11 (D9) ของ IC HT12D แสดงดังตารางที่ 3.2 ตารางความจริงขาที่ 12 (D10) ของ IC HT12D แสดงดังตารางที่ 3.3 และตารางความจริงขาที่ 13 (D11) ของ IC HT12D แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.1 ตารางความจริงขาที่ 10 (D8) ของ IC HT12D

มีสถานะลอจิกเป็น	LED 1 (สีแดง)
0	ดับ
1	ติด

ตารางที่ 3.2 ตารางความจริงขาที่ 11 (D9) ของ IC HT12D

มีสถานะลอจิกเป็น	LED 2 (สีน้ำเงิน)
0	ดับ
1	ติด

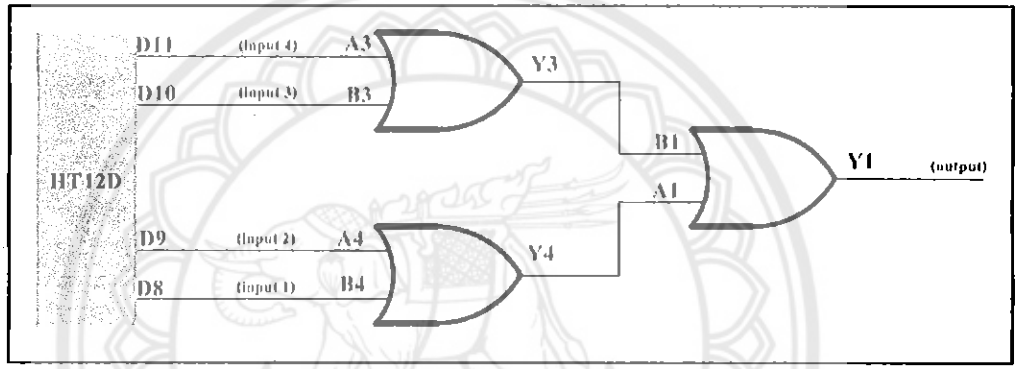
ตารางที่ 3.3 ตารางความจริงขาที่ 12 (D10) ของ IC HT12D

มีสถานะลอจิกเป็น	LED 3 (สีส้ม)
0	ดับ
1	ติด

ตารางที่ 3.4 ตารางความจริงขาที่ 13 (D11) ของ IC HT12D

มีสถานะลอจิกเป็น	LED 4 (สีเขียว)
0	ดับ
1	ติด

3.2.2.8 IC 7432 (OR Gate) การทำงานของ IC ตัวนี้ จะมีลักษณะเป็น 2 Input 1 Output จำนวน 4 ชุด การทำงานของ IC 7432 แสดงดังรูปที่ 3.6 และการทำงานของ OR Gate ในวงจร แสดงดังตารางที่ 3.5



รูปที่ 3.6 การทำงานของ IC 7432

ตารางที่ 3.5 การทำงานของ OR Gate ในวงจร

D8 (ลอจิก)	D9 (ลอจิก)	Y4=D8+D9 (ลอจิก)	D10 (ลอจิก)	D11 (ลอจิก)	Y3=D10+D11 (ลอจิก)	Y1=Y4+Y3 (ลอจิก)	แรงดัน output(V)
0	0	[redacted]	0	0	[redacted]	[redacted]	0
0	0	[redacted]	0	1	[redacted]	[redacted]	5
0	0	[redacted]	1	0	[redacted]	[redacted]	5
0	0	[redacted]	1	1	[redacted]	[redacted]	5
0	1	[redacted]	0	0	[redacted]	[redacted]	5
0	1	[redacted]	0	1	[redacted]	[redacted]	5
0	1	[redacted]	1	0	[redacted]	[redacted]	5
0	1	[redacted]	1	1	[redacted]	[redacted]	5

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) การทำงานของ OR Gate ในวงจร

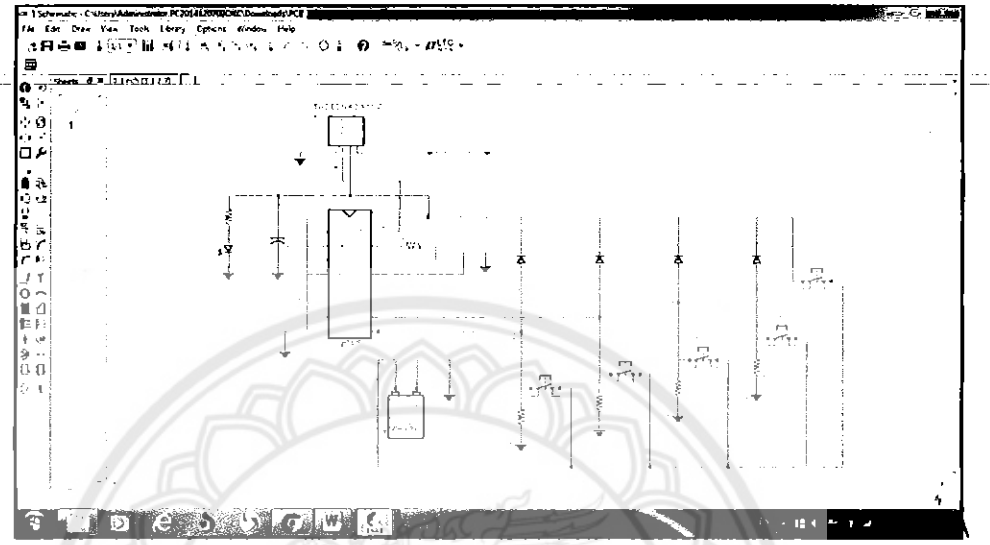
D8 (ลอจิก)	D9 (ลอจิก)	Y4=D8+D9 (ลอจิก)	D10 (ลอจิก)	D11 (ลอจิก)	Y3=D10+D11 (ลอจิก)	Y1=Y4+Y3 (ลอจิก)	แรงดัน output(V)
1	0		0	0			5
1	0		0	1			5
1	0		1	0			5
1	0		1	1			5
1	1		0	0			5
1	1		0	1			5
1	1		1	0			5
1	1		1	1			5

3.2.2.9 MOSFET เบอร์ 2N7000 เป็น MOSFET ชนิด N – Channel จากโครงสร้าง จะพบว่า จะไม่มีช่องสำหรับกระแสไหลผ่าน ระหว่างขา D และขา S การควบคุม ให้ MOSFET นำกระแส ทำได้โดยให้ V_{GS} มีค่าเป็นบวก (ขา G มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าขา S) และให้ ขา D มีศักย์สูงกว่าขา S ซึ่งในวงจรนี้ MOSFET จะนำกระแสก็ต่อเมื่อแรงด้าน output ของ IC 7432 (OR Gate)มีค่าเท่ากับ 5 V แต่ถ้าแรงดันมีค่าเป็น 0 V MOSFET ก็จะไม่นำกระแส

3.2.2.10 มอเตอร์ ทำหน้าที่สั่นสะเทือน เพื่อเตือนให้ผู้ใช้ภาครับ ทราบว่ามีสัญญาณส่งมา คือ เมื่อมีการกดสวิตซ์ตัวใดตัวหนึ่งในภาคส่งภายใน 4 ตัวที่กล่าวมานั้นจะส่งผลให้ มอเตอร์หมุน ซึ่งในส่วนนี้ มอเตอร์นั้นจะสั่นเพื่อเตือนให้ผู้ใช้ภาครับทราบว่ามีสัญญาณส่งมาและผู้ส่งสัญญาณต้องการเรียกพบซึ่งสามารถดูตำแหน่งของผู้ส่งได้จาก LED ทั้ง 4 ดวงซึ่งได้กำหนดเงื่อนไขไปแล้วและมอเตอร์จะหยุดสั่นเมื่อมีการกดสวิตซ์ตัวที่ 5

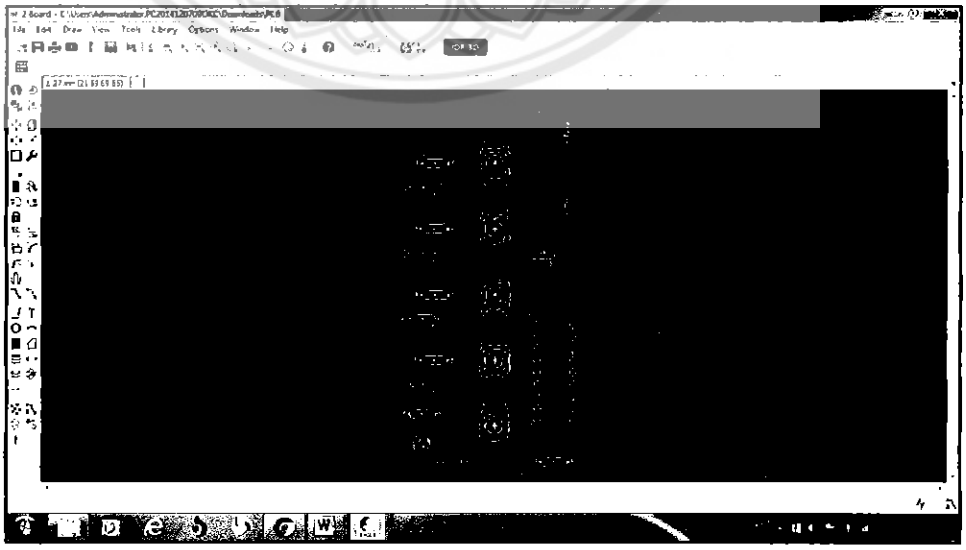
3.3 การออกแบบแผ่น PCB (Printed Circuit Board) ของวงจร

สำหรับการออกแบบแผ่น PCB ได้เลือกใช้โปรแกรม EAGLE ในการออกแบบ โดยที่เราจะเริ่มจากการวาดวงจรส่งสัญญาณลงไปก่อน การออกแบบแผ่น PCB วงจรส่งสัญญาณโดยโปรแกรม EAGLE แสดงดังรูปที่ 3.7



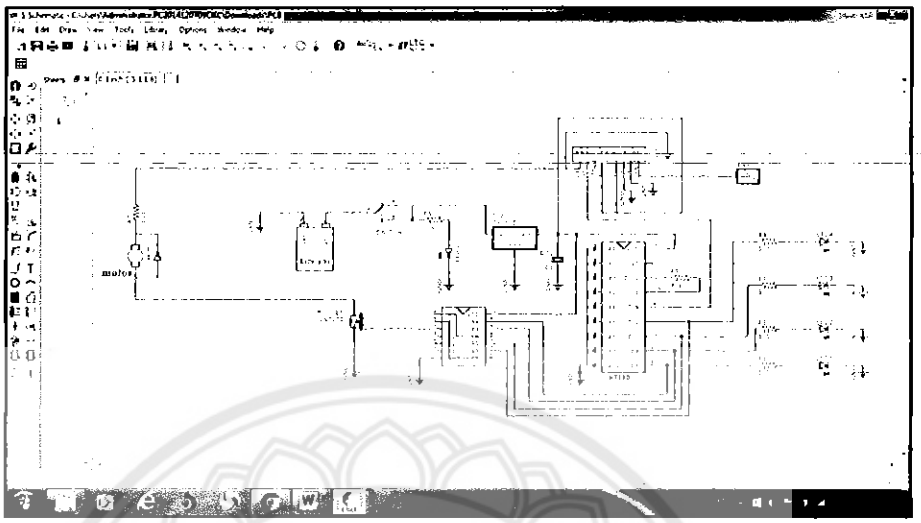
รูปที่ 3.7 การออกแบบแผ่น PCB วงจรส่งสัญญาณโดยโปรแกรม EAGLE

จากนั้นทำการแปลงจากรูปวงจรเป็นแบบ PCB แล้วจัดรูปแบบและขนาดตามที่ต้องการ จนได้แบบแผ่น PCB ออกมา การใช้โปรแกรม EAGLE แปลงจากรูปวงจรส่งสัญญาณเป็นแบบแผ่น PCB แสดงดังรูปที่ 3.8



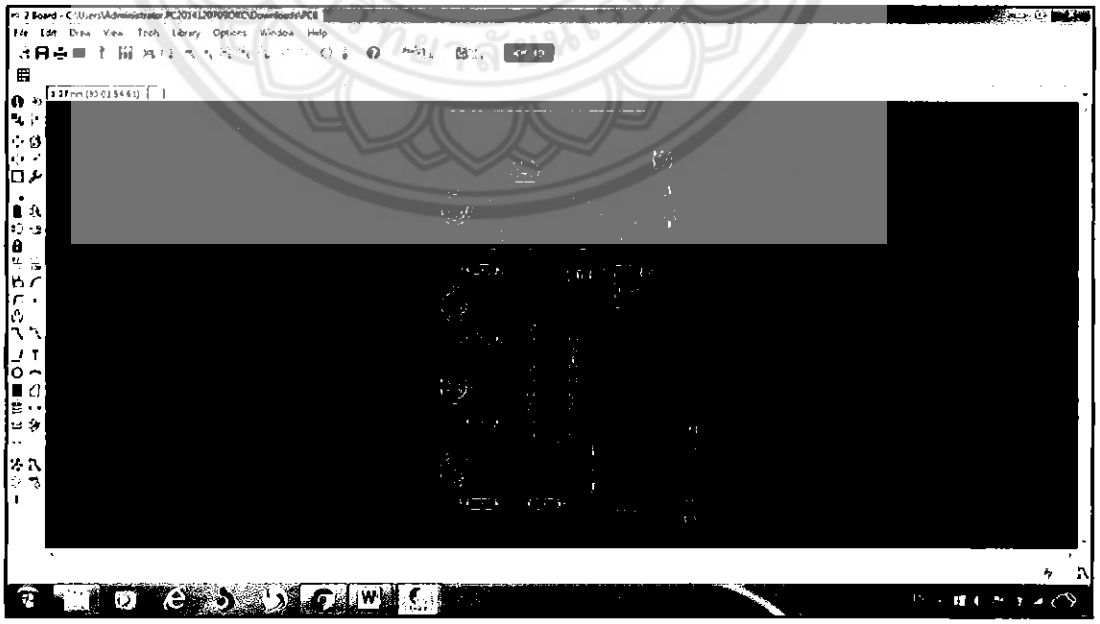
รูปที่ 3.8 การใช้โปรแกรม EAGLE แปลงจากรูปวงจรส่งสัญญาณเป็นแบบแผ่น PCB

ในส่วนของวงจรรับสัญญาณก็เช่นเดียวกันโดยการวาดวงจรรับสัญญาณลงไป การออกแบบแผ่น PCB วงจรรับสัญญาณ โดยโปรแกรม EAGLE แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การออกแบบแผ่น PCB วงจรรับสัญญาณ โดยโปรแกรม EAGLE

จากนั้นทำการแปลงจากรูปวงจรเป็นแบบ PCB แล้วจัดรูปแบบ และขนาดตามที่ต้องการ เช่นเดียวกันกับวงจรส่งสัญญาณ จนได้แบบแผ่น PCB การใช้โปรแกรม EAGLE แปลงจากรูปวงจรรับสัญญาณเป็นแบบแผ่น PCB แสดงดังรูปที่ 3.10

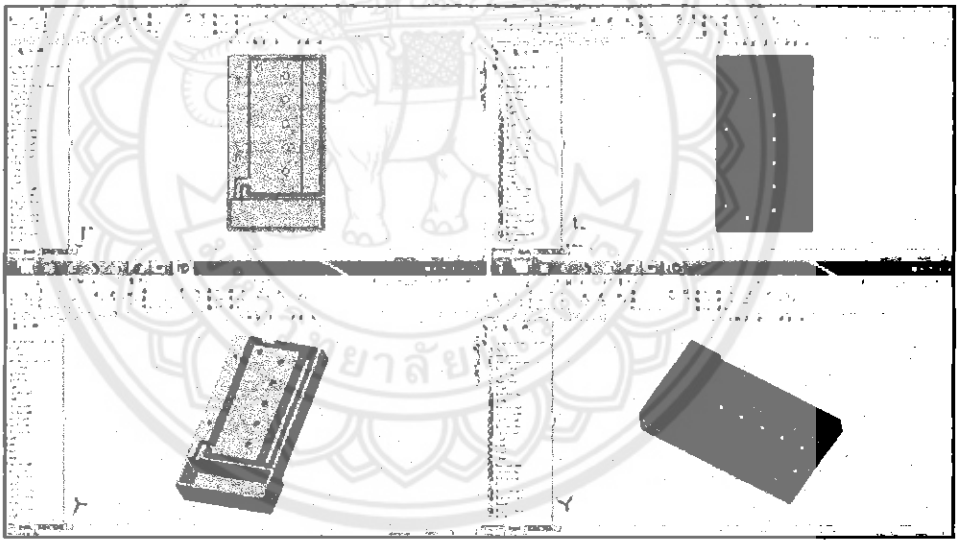


รูปที่ 3.10 การใช้โปรแกรม EAGLE แปลงจากรูปวงจรรับสัญญาณเป็นแบบแผ่น PCB

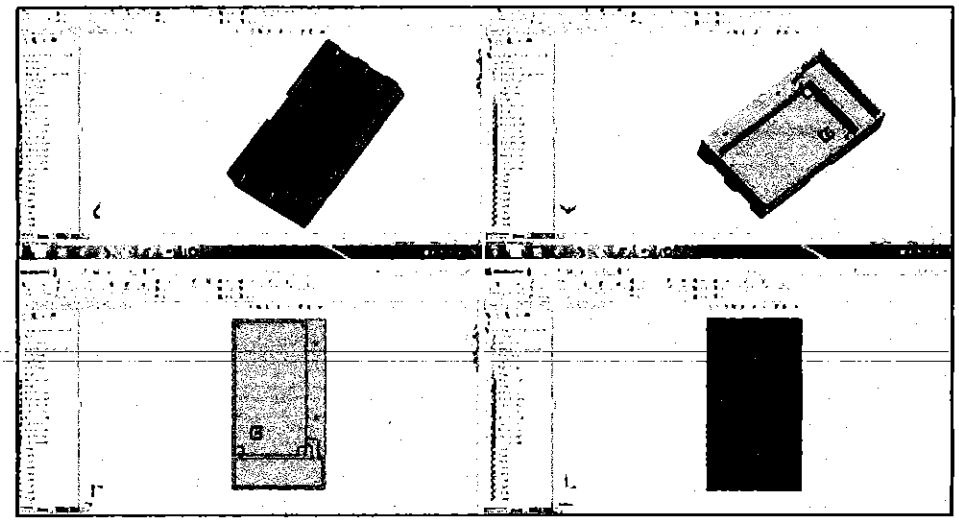
จะเห็นว่าลายเส้นทองแดงของแผ่น PCB ของทั้งตัวรับ และตัวส่ง มี 2 สี คือ แผ่น PCB เป็นแบบ 2 ด้าน เพื่อให้สะดวกและง่ายในการออกแบบ โดยที่ลายเส้นสีแดงเป็นลายที่อยู่ด้านบน และลายเส้นสีน้ำเงินเป็นลายที่อยู่ด้านล่างของแผ่น PCB

3.4 การใช้โปรแกรม Solid Works ออกแบบชิ้นงานทั้งภาคส่ง และภาครับ

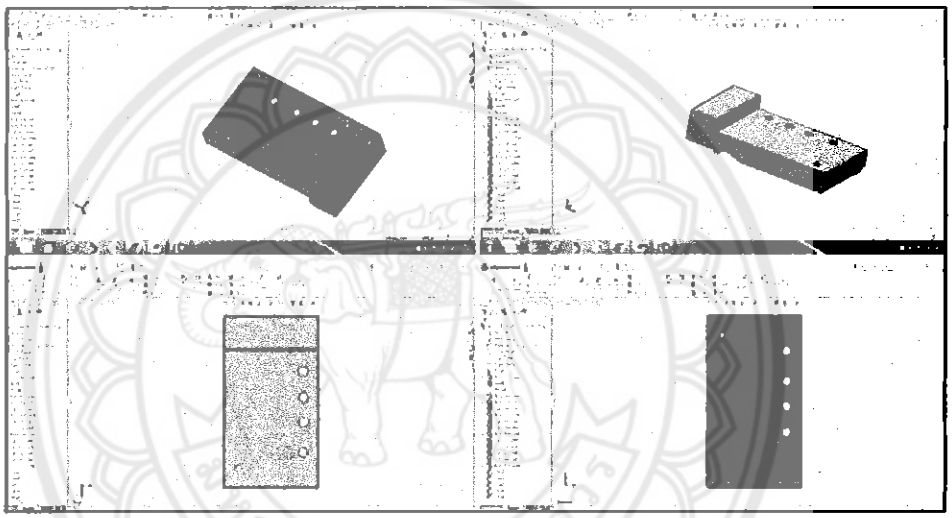
การออกแบบกล่องชิ้นงาน จะเป็นลักษณะงานแบบ 3 มิติ จึงได้มีการเลือกใช้งานโปรแกรม Solid Works ในการออกแบบ โดยในการออกแบบเราจะแบ่งชิ้นงานออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ ฝาบนของกล่องชิ้นงานภาคส่ง ฝาล่างของกล่องชิ้นงานภาคส่ง ฝาบนของกล่องชิ้นงานภาครับ และฝาล่างของกล่องชิ้นงานภาครับ ซึ่งหลังจากที่ได้ใช้โปรแกรม Solid Works ออกแบบชิ้นงานเสร็จแล้ว ก็จะได้ลักษณะแบบชิ้นงานออกมา ฝาบนของกล่องชิ้นงานภาคส่ง แสดงดังรูปที่ 3.11 ฝาล่างของกล่องชิ้นงานภาคส่ง แสดงดังรูปที่ 3.12 ฝาบนของกล่องชิ้นงานภาครับ แสดงดังรูปที่ 3.13 และฝาล่างของกล่องชิ้นงานภาครับ แสดงดังรูปที่ 3.14



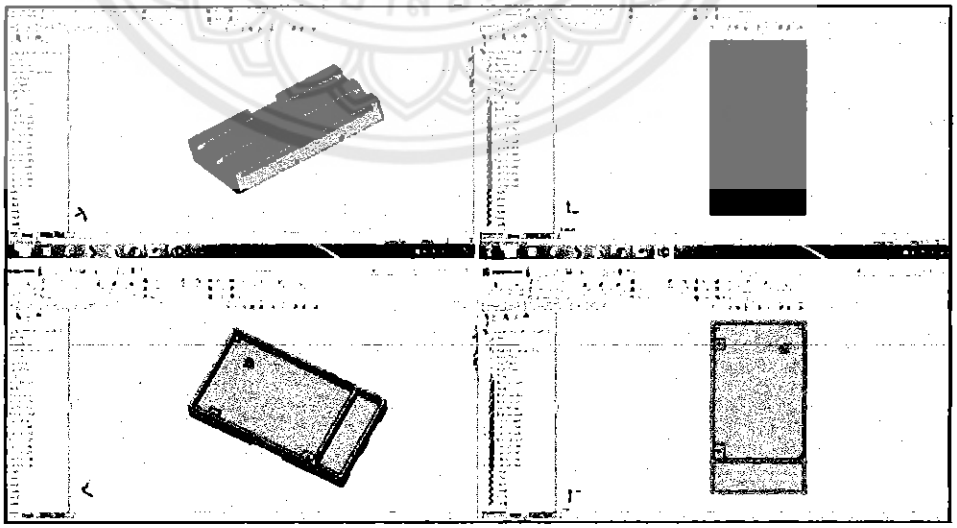
รูปที่ 3.11 ฝาบนของกล่องชิ้นงานภาคส่ง



รูปที่ 3.12 ฝาล่างของกล่องชิ้นงานภาคส่ง



รูปที่ 3.13 ฝาบนของกล่องชิ้นงานภาครับ



รูปที่ 3.14 ฝาล่างของกล่องชิ้นงานภาครับ

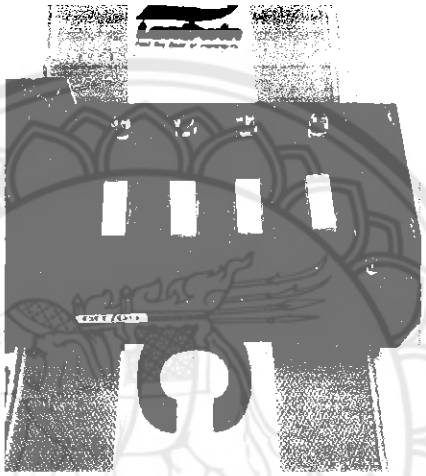
บทที่4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองใช้งานเครื่องรับ-ส่งสัญญาณ

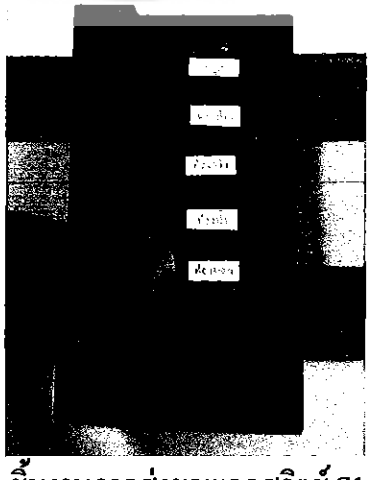
4.1.1 การใช้งานภาครับและภาคส่ง

ทำการเลื่อนสวิตช์ไปที่คำว่า ON เพื่อเปิดใช้งานชิ้นงานภาครับ



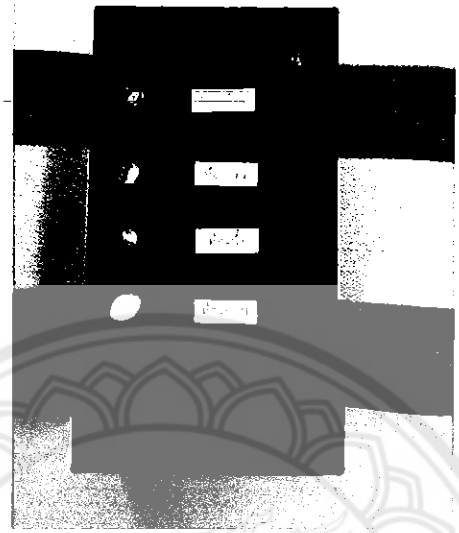
รูปที่ 4.1 ชิ้นงานภาครับเมื่อมีการเปิดใช้งาน

4.1.1.1 การทำการทดลองรับ-ส่งสัญญาณเมื่อภาคส่งอยู่บริเวณห้องนอน ทำการกดสวิตช์ S1 (ห้องนอน) ที่ภาคส่ง เพื่อส่งสัญญาณเตือนไปยังภาครับว่า ภาคส่งต้องการเรียกหาบริเวณห้องนอน



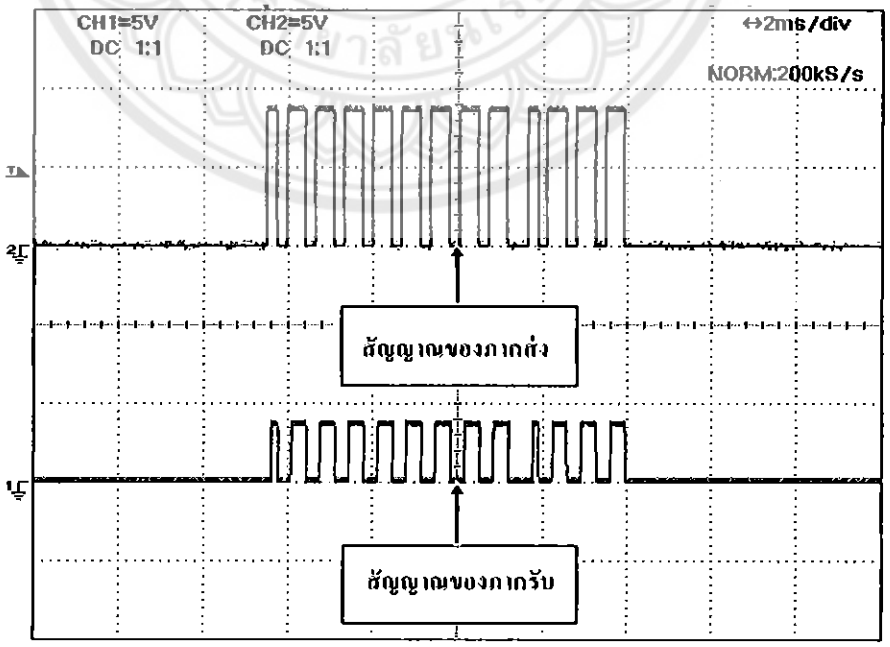
รูปที่ 4.2 ชิ้นงานภาคส่งขณะกดสวิตช์ S1 (ห้องนอน)

เมื่อชิ้นงานภาครับมีการรับสัญญาณมาจากภาคส่ง LED สีแดงจะติดและมอเตอร์สั่นสะเทือน เพื่อเตือนฝั่งภาครับให้รู้ว่ามีการเรียกหาและให้ไปหาบริเวณใด โดยสัญญาณที่ได้รับนั้นเกิดจากการที่ภาคส่งทำการกดสวิตช์ S1 (ห้องนอน)



รูปที่ 4.3 ชิ้นงานภาครับขณะภาคส่งทำการกดสวิตช์ S1 (ห้องนอน)

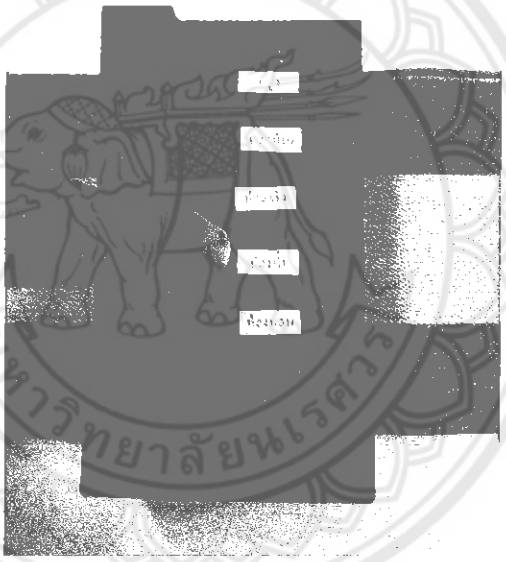
ใช้ Oscilloscope วัดสัญญาณของภาคส่งและภาครับ โดยที่ภาคส่งจะวัดสัญญาณที่ขา DOUT ของ IC HT12E และในส่วนของภาครับจะวัดสัญญาณที่ขา DIN ของ IC HT12D แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 สัญญาณของภาคส่งและภาครับเมื่อภาคส่งกดสวิตช์ S1 (ห้องนอน)

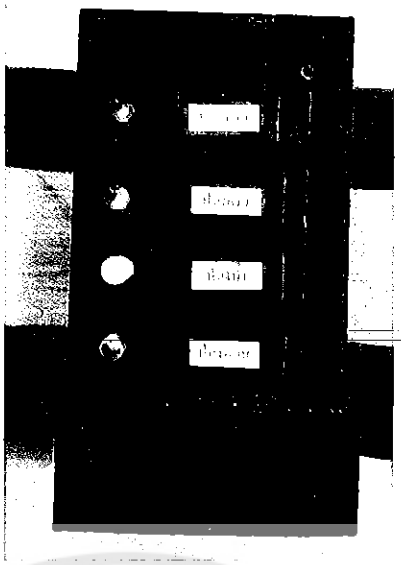
จะสังเกตเห็นว่าสัญญาณที่วัดได้จากทั้งภาคส่งและภาครับ ใน 1 ชุดข้อมูลจะมีทั้งหมด 13 ลูกคลื่น หรือตีความเป็นบิตได้ 13 บิตเช่นกัน ใน 1 ข้อมูลประกอบไปด้วย บิตแรกคือบิต start ถัดมาอีก 8 บิต เป็นบิต Address และ 4 บิตสุดท้ายคือ data ซึ่งการตีความบิตนั้น จะมีลักษณะพิเศษคือ รูปแบบบิตเป็นแบบ Return to Zero แต่ใช้การดูค่า duty cycle เข้ามาช่วย โดยที่จะตีความเป็นบิต 1 ก็ต่อเมื่อมีค่า duty cycle ที่ 66.67 % และจะตีความเป็นบิต 0 ก็ต่อเมื่อมีค่า duty cycle ที่ 33.33 % ดังนั้นจึงตีความได้ว่าใน 1 ข้อมูล คือ 1000000001000 นั่นก็หมายความว่า data 4 บิต ที่ได้ก็คือ 1000

4.1.1.2 การทำการทดลองรับ-ส่งสัญญาณเมื่อภาคส่งอยู่บริเวณห้องน้ำ ทำการกดสวิตช์ S2 (ห้องน้ำ) ที่ภาคส่ง เพื่อส่งสัญญาณเตือนไปยังภาครับว่า ภาคส่งต้องการเรียกหาบริเวณห้องน้ำ



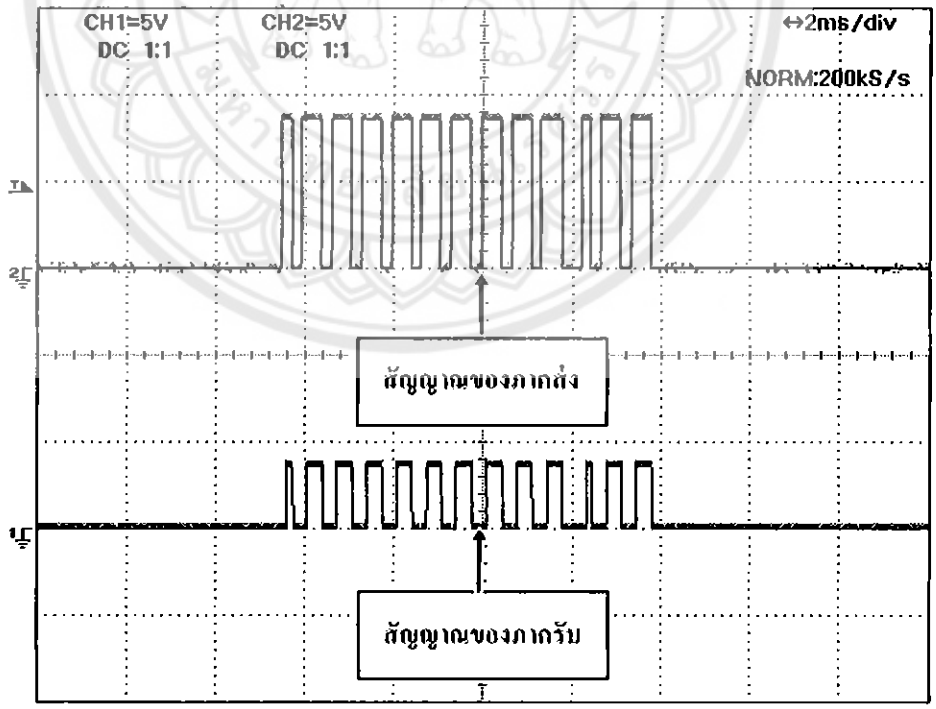
รูปที่ 4.5 ชิ้นงานภาคส่งขณะกดสวิตช์ S2 (ห้องน้ำ)

เมื่อชิ้นงานภาครับมีการรับสัญญาณมาจากภาคส่ง LED สีน้ำเงินจะติดและมอเตอร์สั่นสะเทือน เพื่อเตือนฝั่งภาครับให้รู้ว่ามีการเรียกหาและให้ไปหาบริเวณใด โดยสัญญาณที่ได้รับนั้นเกิดจากการที่ภาคส่งทำการกดสวิตช์ S2 (ห้องน้ำ)



รูปที่ 4.6 ชิ้นงานภาครับขณะภาคส่งทำการกดสวิตช์ S2 (ห้องน้ำ)

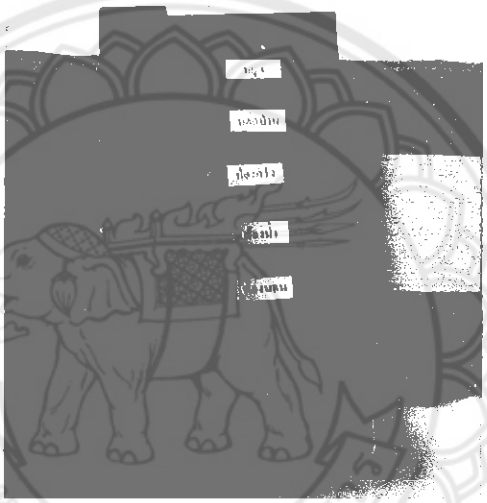
ใช้ Oscilloscope วัดสัญญาณของภาคส่งและภาครับ โดยที่ภาคส่งจะวัดสัญญาณที่ขา DOUT ของ IC HT12E และในส่วนของภาครับจะวัดสัญญาณที่ขา DIN ของ IC HT12D แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 สัญญาณของภาคส่งและภาครับเมื่อภาคส่งกดสวิตช์ S2 (ห้องน้ำ)

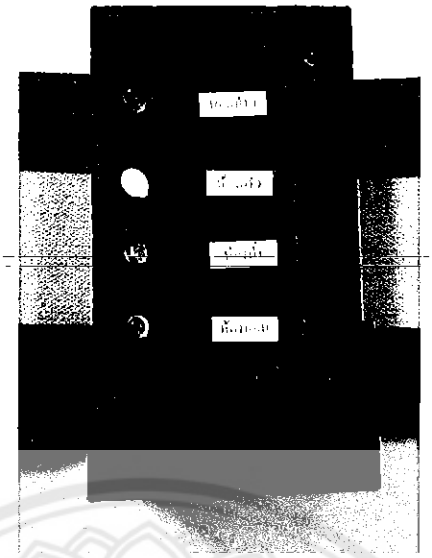
จะสังเกตเห็นว่าสัญญาณที่วัดได้จากทั้งภาคส่งและภาครับ ใน 1 ชุดข้อมูลจะมีทั้งหมด 13 ลูก ซึ่ง จะตีความได้ว่าใน 1 ข้อมูล คือ 1000000000100 นั่นก็หมายความว่า data 4 บิต ที่ได้ก็คือ 0100

4.1.1.3 การทำการทดลองรับ-ส่งสัญญาณเมื่อภาคส่งอยู่บริเวณห้องครัว ทำการกดสวิตช์ S3 (ห้องครัว) ที่ภาคส่ง เพื่อส่งสัญญาณเตือนไปยังภาครับว่า ภาคส่งต้องการเรียกหาบริเวณห้องครัว



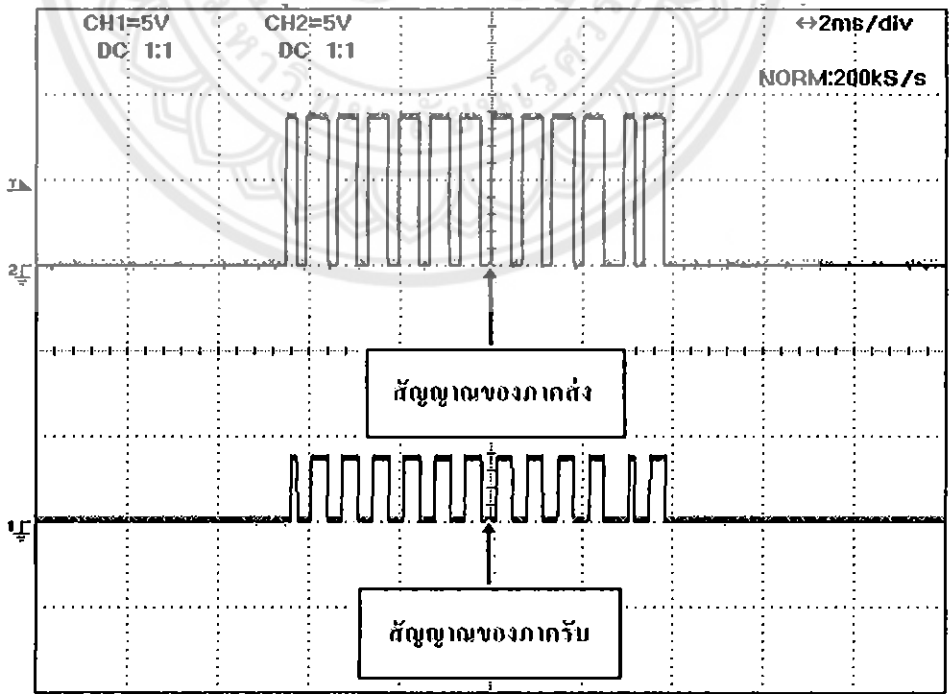
รูปที่ 4.8 ชิ้นงานภาคส่งขณะกดสวิตช์ S3 (ห้องครัว)

เมื่อชิ้นงานภาครับมีการรับสัญญาณมาจากภาคส่ง LED สีส้มจะติดและมอเตอร์สั่นสะเทือน เพื่อเตือนฝั่งภาครับให้รู้ว่ามีการเรียกหาและให้ไปหาบริเวณใด โดยสัญญาณที่ได้รับนั้นเกิดจากการที่ภาคส่งทำการกดสวิตช์ S3 (ห้องครัว)



รูปที่ 4.9 ชิ้นงานภาครับขณะภาคส่งทำการกดสวิตช์ S3 (ห้องครัว)

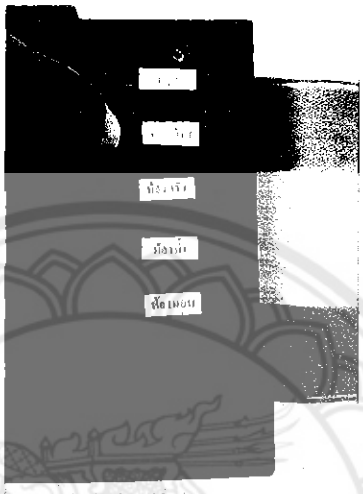
ใช้ Oscilloscope วัดสัญญาณของภาคส่งและภาครับ โดยที่ภาคส่งจะวัดสัญญาณที่ขา DOUT ของ IC HT12E และในส่วนของภาครับจะวัดสัญญาณที่ขา DIN ของ IC HT12D แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 สัญญาณของภาคส่งและภาครับเมื่อภาคส่งกดสวิตช์ S3 (ห้องครัว)

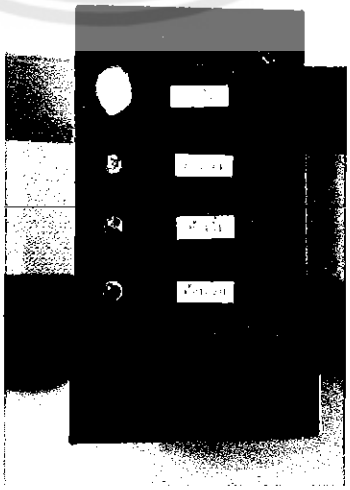
จะสังเกตเห็นว่าสัญญาณที่วัดได้จากทั้งภาคส่งและภาครับ ใน 1 ชุดข้อมูลจะมีทั้งหมด 13 ลูก ซึ่งจะตีความได้ว่าใน 1 ข้อมูลคือ 1000000000010 นั่นก็หมายความว่า data 4 บิต ที่ได้ก็คือ 0010

4.1.1.4 การทำการทดลองรับ-ส่งสัญญาณเมื่อภาคส่งอยู่บริเวณนอกบ้านทำการกดสวิตช์ S4 (นอกบ้าน) ที่ภาคส่ง เพื่อส่งสัญญาณเดือนไปยังภาครับว่า ภาคส่งต้องการเรียกหาบริเวณนอกบ้าน



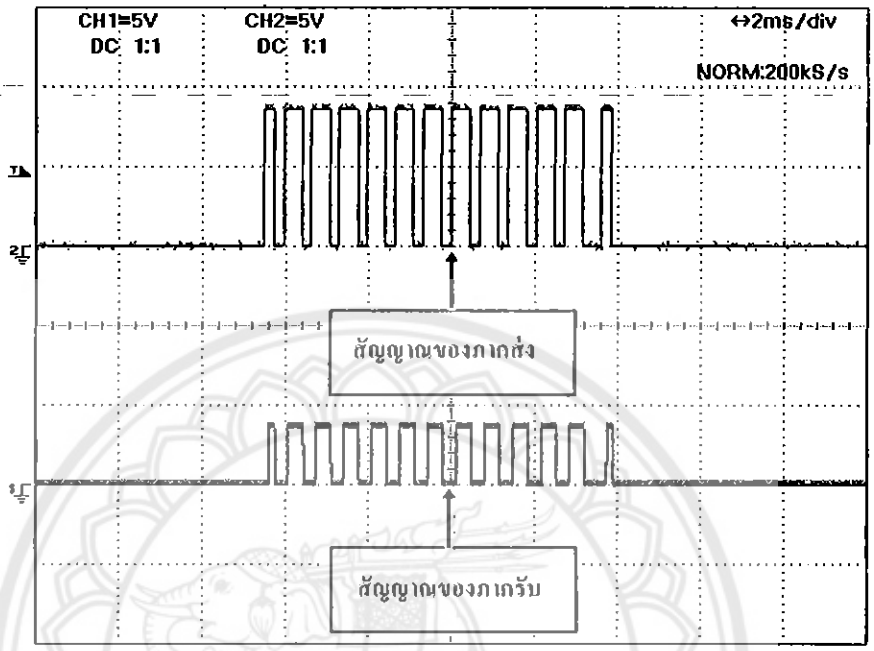
รูปที่ 4.11 ชิ้นงานภาคส่งขณะกดสวิตช์ S4 (นอกบ้าน)

เมื่อชิ้นงานภาครับมีการรับสัญญาณมาจากภาคส่ง LED สีเขียวจะติดและมอเตอร์สั่นสะเทือน เพื่อเตือนผั่งภาครับให้รู้ว่ามีการเรียกหาและให้ไปหาบริเวณใด โดยสัญญาณที่ได้รับนั้นเกิดจากการที่ภาคส่งทำการกดสวิตช์ S4 (นอกบ้าน)



รูปที่ 4.12 ชิ้นงานภาครับขณะภาคส่งทำการกดสวิตช์ S4 (นอกบ้าน)

ใช้ Oscilloscope วัดสัญญาณของภาคส่งและภาครับ โดยที่ภาคส่งจะวัดสัญญาณที่ขา DOUT ของ IC HT12E และในส่วนของภาครับจะวัดสัญญาณที่ขา DIN ของ IC HT12D แสดงดังรูปที่ 4.13

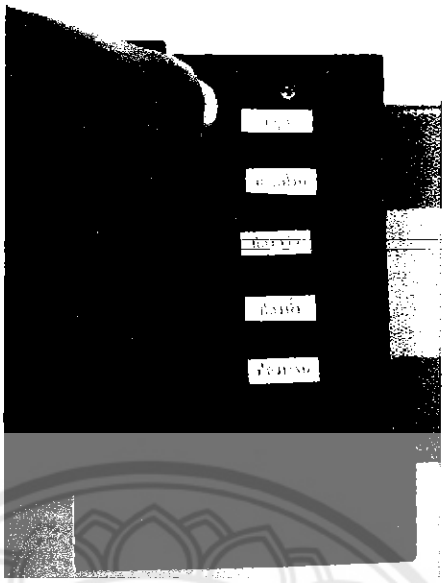


รูปที่ 4.13 สัญญาณของภาคส่งและภาครับเมื่อภาคส่งกดสวิตช์ S4 (นอกบ้าน)

จะสังเกตเห็นว่าสัญญาณที่วัดได้จากทั้งภาคส่งและภาครับ ใน 1 ชุดข้อมูลจะมีทั้งหมด 13 ลูก ซึ่ง จะตีความได้ว่าใน 1 ข้อมูล คือ 1000000000001 นั่นก็หมายความว่า data 4 บิต ที่ได้ก็คือ 0001

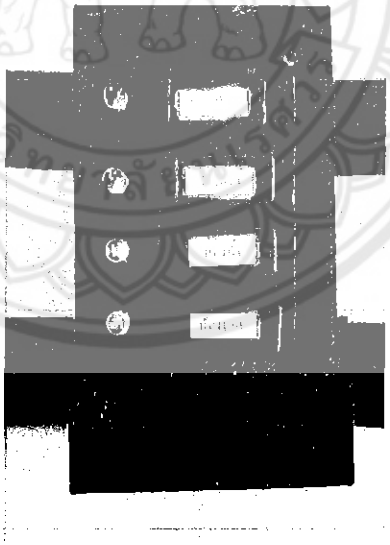
4.1.1.5 เมื่อการทำการทดลองรับ-ส่งสัญญาณโดยการกดสวิตช์ใดสวิตช์หนึ่ง ไม่ว่าจะเป็น สวิตช์ S1 S2 S3 และ S4 ภาครับจะมี LED ติดค้างอยู่ 1 ดวงและมอเตอร์ก็สั่นอยู่ตลอด ในส่วนของ LED ที่ติดค้างอยู่ก็จะขึ้นอยู่กับว่าภาคส่งได้กดสวิตช์อะไร ซึ่งถ้าฝั่งภาครับไม่เลื่อนสวิตช์ ON/OFF ด้านข้างไปที่ OFF ก็จะทำให้พลังงานจากแบตเตอรี่ถูกใช้งานไปเรื่อยๆจนหมด แต่หากภาครับไม่ทำอย่างที่กล่าวมา ทางภาคส่งก็สามารถสั่งให้ LED ที่ติดอยู่ให้ดับและให้มอเตอร์ที่สั่นอยู่หยุดทำงานได้ โดยที่ภาครับไม่ต้องกดสวิตช์ ON/OFF ด้านข้างไปที่ OFF ซึ่งสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

ทำการกดสวิตช์ S5 (หยุด) ที่ภาคส่ง เพื่อส่งสัญญาณเตือนไปยังภาครับให้หยุดการแสดงผลที่ LED และมอเตอร์



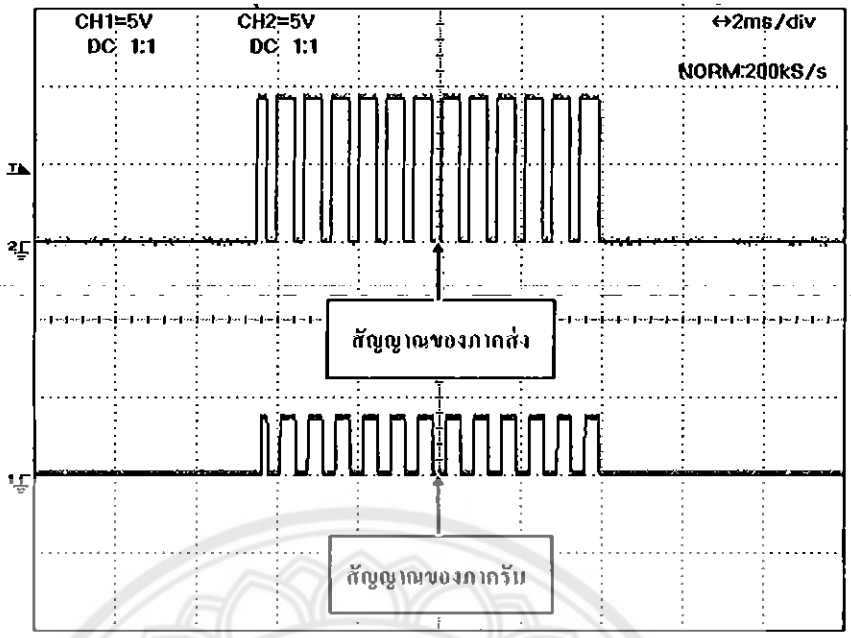
รูปที่ 4.14 ชิ้นงานภาคส่งขณะกดสวิตช์ S5 (หยุด)

เมื่อชิ้นงานภาครับมีการรับสัญญาณมาจากภาคส่ง LED ทุกดวงจะดับและมอเตอร์หยุดสั่น



รูปที่ 4.15 ชิ้นงานภาครับขณะภาคส่งทำการกดสวิตช์ S5 (หยุด)

ใช้ Oscilloscope วัดสัญญาณของภาคส่งและภาครับ โดยที่ภาคส่งจะวัดสัญญาณที่ขา DOUT ของ IC HT12E และในส่วนของภาครับจะวัดสัญญาณที่ขา DIN ของ IC HT12D แสดงดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 สัญญาณของภาคส่งและภาครับเมื่อภาคส่งกดสวิตช์ S5 **(หยุด)**

จะสังเกตเห็นว่าสัญญาณที่วัดได้จากทั้งภาคส่งและภาครับ ใน 1 ชุดข้อมูลจะมีทั้งหมด 13 ลูก ซึ่ง จะตีความได้ว่าใน 1 ข้อมูล คือ 1000000000000 นั่นก็หมายความว่า data 4 บิต ที่ได้ก็คือ 0000

4.2 การแปลงสัญญาณข้อมูลเป็นเลขฐานสองในการกดสวิตช์ต่างๆ

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงชุดสัญญาณข้อมูลเป็นเลขฐานสอง

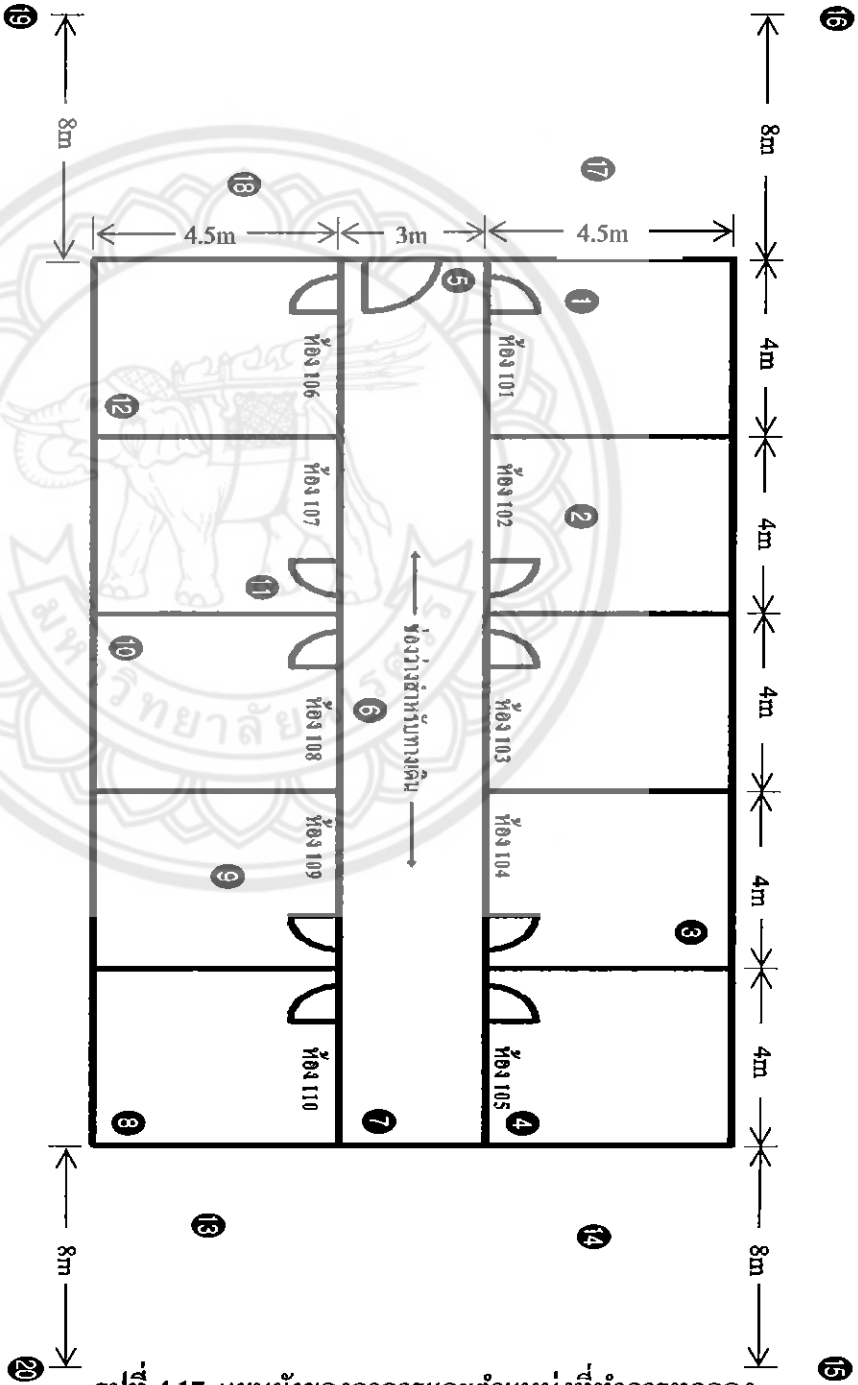
สวิตช์ที่ถูกกด	ชุดข้อมูลในรูปแบบเลขฐานสองเมื่อมีการกดสวิตช์
S1	1000000001000
S2	1000000000100
S2	1000000000010
S4	1000000000001
S5	1000000000000

หมายเหตุ ตัวเลขสีดำคือบิต start ตัวเลขสีแดงคือบิต Address ตัวเลขสีฟ้าคือบิต data

4.3 การวัดระยะการรับ-ส่งของเครื่องรับ-ส่งสัญญาณสั่นสะเทือนเพื่อเรียกคนหูหนวก

4.3.1 การวัดระยะการรับ-ส่งสัญญาณกรณีมีสิ่งกีดขวาง

การทดลองรับ-ส่งสัญญาณของอุปกรณ์ ทางผู้จัดทำได้มีการทดลองรับ-ส่งสัญญาณและวัดระยะทางที่บริเวณ หอพักธิติพันท์ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก โดยแผนผังของอาคารและตำแหน่งที่ทำการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.17 และในส่วนของผลการทดลองจะแสดงอยู่ในตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.17 แผนผังของอาคารและตำแหน่งที่ทำการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงระยะทางและผลการทดลองใช้เครื่องรับ-ส่งสัญญาณสั่นสะเทือนเพื่อเรียกคนหูหนวกกรณีมีสิ่งกีดขวาง

ลำดับที่	จากตำแหน่งที่ทดลอง	ระยะทางระหว่าง 2 ตำแหน่ง (เมตร)	ผลการรับส่งสัญญาณ
1	1 กับ 2	5	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
2	1 กับ 4	18.2	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
3	1 กับ 6	9.8	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
4	1 กับ 7	18.9	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
5	1 กับ 9	14.5	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
6	1 กับ 12	8.8	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
7	1 กับ 13	22.1	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
8	1 กับ 14	21.5	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
9	1 กับ 15	27.45	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
10	1 กับ 17	3.5	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
11	4 กับ 12	17.6	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
12	4 กับ 5	19	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
13	4 กับ 8	7.5	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
14	4 กับ 16	28.1	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
15	4 กับ 18	22.1	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
16	4 กับ 19	27.6	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
17	5 กับ 7	19.1	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
18	5 กับ 15	15.5	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
19	8 กับ 16	30.4	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
20	8 กับตำแหน่งพิเศษ	34	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
21	1 กับตำแหน่งพิเศษ	34.5	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
22	1 กับตำแหน่งพิเศษ	35	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
23	1 กับตำแหน่งพิเศษ	35.5	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
24	1 กับตำแหน่งพิเศษ	36	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
25	1 กับตำแหน่งพิเศษ	40	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ตารางแสดงระยะทางและผลการทดลองใช้เครื่องรับ-ส่งสัญญาณสั่นสะเทือนเพื่อเรียกคนหูหนวกกรณีมีสิ่งกีดขวาง

ลำดับที่	ตำแหน่งที่ทำการทดลอง	ระยะห่างระหว่าง 2 ตำแหน่ง (เมตร)	ผลการรับ-ส่งสัญญาณ
26	4 กับตำแหน่งพิเศษ	34	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
27	4 กับตำแหน่งพิเศษ	35	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
28	4 กับตำแหน่งพิเศษ	35.5	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
29	4 กับตำแหน่งพิเศษ	37	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
30	4 กับตำแหน่งพิเศษ	40	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
31	7 กับตำแหน่งพิเศษ	34	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
32	7 กับตำแหน่งพิเศษ	35	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
33	7 กับตำแหน่งพิเศษ	35.5	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
34	7 กับตำแหน่งพิเศษ	37	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
35	7 กับตำแหน่งพิเศษ	38	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
36	7 กับตำแหน่งพิเศษ	50	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
37	15 กับ 19	39.2	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
38	15 กับ 18	32.1	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง
39	16 กับ 20	39.2	ภาครับไม่แสดงผลตามที่สั่ง
40	18 กับ 20	30.2	ภาครับแสดงผลตามที่สั่ง

ตำแหน่งพิเศษ คือ ตำแหน่งที่มีระยะห่างจากตำแหน่งที่อุปกรณ์ภาคส่งตั้งอยู่ เท่ากับหรือมากกว่า 34 เมตร จากผลการทดลองจะทราบว่ากรณีที่มีสิ่งกีดขวาง เครื่องรับส่ง-สัญญาณสั่นสะเทือนเพื่อเรียกคนหูหนวกจะรับ-ส่งสัญญาณได้ไกลที่สุด เป็นระยะทาง 35 เมตร

4.3.2 การวัดระยะการรับ-ส่งสัญญาณกรณีไม่มีสิ่งกีดขวาง

การทดลองรับ-ส่งสัญญาณบริเวณที่ไม่มีสิ่งกีดขวางและทำการวัดระยะทางการรับ-ส่งสัญญาณทำให้ทราบว่าเครื่องรับ-ส่งสัญญาณสั่นสะเทือนเพื่อเรียกคนหูหนวกจะรับ-ส่งสัญญาณได้ไกลที่สุด เป็นระยะทาง 70 เมตร

4.4 การคำนวณพลังงานที่ใช้ของอุปกรณ์

4.4.1 การคำนวณพลังงานที่ใช้ในส่วนของอุปกรณ์ภาคส่ง

4.4.1.1 กรณีไม่มีการกดสวิตช์

ความต่างศักย์(V)รวมของวงจรที่วัดได้ 9.5 V

กระแส(I)รวมของวงจรที่วัดได้ 0 A

กำลังไฟฟ้า(P)หาได้จากสูตร $P = VI$

กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0 W

ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 วินาที เท่ากับ 0 J

4.4.1.2 กรณีมีการกดสวิตช์ใดสวิตช์หนึ่งของอุปกรณ์ภาคส่งค้างไว้จากทั้งหมด 5 สวิตช์

ความต่างศักย์(V)รวมของวงจรที่วัดได้ 9.5 V

กระแส(I)รวมของวงจรที่วัดได้ 5.1 V

กำลังไฟฟ้า(P) หาได้จากสูตร $P = VI$

กำลังไฟฟ้า(P) = $9.5 \times (5.1 \times 10^{-3})$ W

กำลังไฟฟ้า(P) = 0.04845 W = 48.45 mW

หาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เมื่อมีการกดสวิตช์ค้างไว้ 1 วินาที

พลังงานไฟฟ้าหาค่าได้จากสูตร $W = Pt = 48.45 \times 10^{-3} \times 1$; (t คือเวลา มีหน่วยเป็นวินาที)

พลังงานที่ใช้ใน 1 วินาทีมีค่าเท่ากับ 48.45 mJ

หาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เมื่อมีการกดสวิตช์ค้างไว้ 1 นาที = $48.45 \times 10^{-3} \times 60$ J

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 นาทีเท่ากับ 2.907 J

หาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เมื่อมีการกดสวิตช์ค้างไว้ 1 ชั่วโมง = $48.45 \times 10^{-3} \times 3600$ J

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมงเท่ากับ 174.42 J

4.4.2 การคำนวณพลังงานที่ใช้ในส่วนของอุปกรณ์ภาครับ

4.4.2.1 กรณีสวิตช์ ON/OFF อยู่ที่สถานะ ON เพื่อให้วงจรทำงาน LED ทั้ง 4 ดวงดับและมอเตอร์ไม่สั่น

ความต่างศักย์(V)รวมของวงจรที่วัดได้ 9.45 V

กระแส(I)รวมของวงจรที่วัดได้ 11.59 mA

กำลังไฟฟ้า(P) = $9.45 \times (11.59 \times 10^{-3})$ W

กำลังไฟฟ้า(P) = 0.1095255 W = 109.5255 mW

พลังงานที่ใช้ใน 1 วินาทีมีค่าเท่ากับ 109.5255 mW

พลังงานที่ใช้ใน 1 นาทีมีค่าเท่ากับ $(109.5255 \times 10^{-3}) \times 60 = 6.57153$ J

พลังงานที่ใช้ใน 1 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ $(109.5255 \times 10^{-3}) \times 3600 = 394.2981$ J

4.4.2.2 กรณีที่ LED ดวงใดดวงหนึ่งติดและมอเตอร์สั่น

ความต่างศักย์(V)รวมของวงจรที่วัดได้ 9.45 V

กระแสรวมของวงจรเมื่อ LED สีเขียวติดและมอเตอร์สั่นที่วัดได้คือ 50.37 mA

กระแสรวมของวงจรเมื่อ LED สีส้มติดและมอเตอร์สั่นที่วัดได้คือ 51.43 mA

กระแสรวมของวงจรเมื่อ LED สีน้ำเงินติดและมอเตอร์สั่นที่วัดได้คือ 49.92 mA

กระแสรวมของวงจรเมื่อ LED สีแดงติดและมอเตอร์สั่นที่วัดได้คือ 50.70 mA

กระแสรวม(เฉลี่ย)ของวงจรกรณีที่ LED ดวงใดดวงหนึ่งติดและมอเตอร์สั่นคือ 50.605 mA

กำลังไฟฟ้า(P) = $9.45 \times (50.605 \times 10^{-3})$ W ; ใช้กระแสรวมของวงจร(เฉลี่ย)

กำลังไฟฟ้า(P) = 0.47821 W = 478.21 mW

พลังงานที่ใช้ไปใน 1 วินาทีมีค่า เท่ากับ 478.21 mJ

พลังงานที่ใช้ไปใน 1 นาทีมีค่า เท่ากับ $(478.21 \times 10^{-3}) \times 60 = 28.6926$ J

พลังงานที่ใช้ไปใน 1 ชั่วโมงมีค่า เท่ากับ $(478.21 \times 10^{-3}) \times 3600 = 1.721556$ kJ

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการดำเนินการศึกษาและทำโครงงานสามารถสรุปได้ว่า เครื่องรับ-ส่งสัญญาณวิทยุสามารถ รับ-ส่งสัญญาณในการติดต่อสื่อสารกับคนหูหนวกได้ และวงจรที่ใช้ในการสร้างเครื่องรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ สามารถทำงานได้จริง โดยที่อุปกรณ์ภาคส่งทำการส่งสัญญาณข้อมูลจากการกดสวิตซ์ทั้ง 4 สวิตซ์ ไปยังอุปกรณ์ภาครับ ซึ่งทำการแสดงผลผ่านทางหลอด LED ทั้ง 4 หลอด ซึ่งหลอด LED แต่ละหลอดยังแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ภาคส่ง และยังแสดงผลออกทางมอเตอร์ด้วยการสั่น

5.2 ปัญหาที่พบระหว่างทำโครงงาน

ปัญหาที่พบจากการทำโครงงานในครั้งนี้ คือ ระยะของอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ มีระยะการรับส่งสัญญาณ และเสถียรภาพในการส่งสัญญาณยังไม่ดีเท่าที่ควร ผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาการใช้สายอากาศมาทำการแก้ไข ให้อุปกรณ์มีการรับส่งสัญญาณที่ไกลขึ้น และมีเสถียรภาพในการรับส่งสัญญาณ ซึ่งจากการเพิ่มสายอากาศนั้น อุปกรณ์รับส่งสัญญาณได้ไกลและมีเสถียรภาพที่ดีขึ้น

ปัญหาที่พบอีกอย่าง คือ วงจรรับสัญญาณมีการใช้พลังงานมาก ผู้จัดทำจึงได้เล็งเห็นความสำคัญ ในการแก้ไขให้วงจรรับสัญญาณใช้พลังงานน้อยลง โดยทำการลดอุปกรณ์ในวงจร

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการจัดสร้างอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณนั้น จะเห็นว่ามีค่าใช้จ่ายในการสร้างชิ้นงานค่อนข้างสูง หากมีผู้ใดสนใจที่จะศึกษาเพิ่มเติม ก็สามารถศึกษาหาวัสดุที่จะช่วยลดค่าใช้จ่าย ในการสร้างชิ้นงานให้น้อยลงได้ และสามารถปรับเปลี่ยนโมดูลรับ-ส่งสัญญาณเป็นรุ่นที่ดีกว่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับ-ส่งสัญญาณที่ดีและไกลกว่าได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Robert G. Winch. **Telecommunication transmission systems.** First edition. Singapore: McGraw-Hill. 1993

[2] Vasudevan K. **Digital communication and signal processing.** Hyderabad:Universities Press. 2007

[3] หนังสือพิเศษด้านอิเล็กทรอนิกส์. **รวมโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ 10.** กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น,2543

[4]อภิเชษฐ์ การัยภูมิ. **อิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย.**พิมพ์ครั้งที่ 5.กรุงเทพมหานคร: นามมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์ , 2547

[5] Christopher Coleman. **An introduction to radio frequency engineering.** Cambridge : Cambridge University Press. 2004

[6] ข้อมูลคลื่นวิทยุ.สืบค้นเมื่อ 18 มีนาคม2558, จาก

http://www.bs.ac.th/2548/e_bs/G3/silachaya2/pagea_2.htm

[7] ข้อมูลคลื่นวิทยุ.สืบค้นเมื่อ 8 เมษายน2558, จาก

http://praphut.blogspot.com/p/radio-frequency.html

[8] ข้อมูลการใช้ SolidWorks 2012.สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน2558, จาก

https://sites.google.com/site/solidwork2012basic/home

[9] ข้อมูลการใช้งานโปรแกรม EAGLE ออกแบบ PCB .สืบค้นเมื่อ 23 เมษายน2558, จาก

http://www.loeitech.ac.th/~kriengsak/project/data/eagle.htm

[10] ข้อมูลการใช้งานเครื่องพิมพ์ 3 มิติ.สืบค้นเมื่อ 7 มีนาคม2558, จาก

http://www.inventor-3d.com/3d-printer-introduction/

[11] ข้อมูลโมดูลรับสัญญาณวิทยุ .สืบค้นเมื่อ 27 เมษายน2558, จาก

http://www.es.co.th/Schemetic/PDF/RWS-371F-6.PDF

[12] ข้อมูลโมดูลส่งสัญญาณวิทยุ .สืบค้นเมื่อ 27 เมษายน2558, จาก

http://www.wenshing.com.tw/Products/RF_Module/ASK_RF_Transmitter_Module/TWS-BS_ASK_RF_Transmitter_Module

[13] ข้อมูลคลื่นวิทยุ .สืบค้นเมื่อ 27 เมษายน2558, จาก

http://www.id.co.th/knowledge/73-rfid-knowledge-radio-wave

[14] ข้อมูล IC HT12E .สืบค้นเมื่อ 22 เมษายน2558, จาก

http://www.holtek.com/pdf/consumer/2_12ev120.pdf

[15] ข้อมูล IC HT12D .สืบค้นเมื่อ 22 เมษายน2558, จาก

http://www.farnell.com/datasheets/1525377.pdf

[16] ข้อมูล OR Gate .สืบค้นเมื่อ 23 เมษายน2558, จาก

http://kampol.htc.ac.th/web1/subject/digital_tech/sheet/digit3.htm

[17] ข้อมูลมอสเฟส.สืบค้นเมื่อ 23 เมษายน2558, จาก

https://www.fairchildsemi.com/datasheets/2N/2N7000.pdf

[18] ข้อมูลอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน2558, จาก

http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/287/1/pic4/electronic/index-1.html

[19] ข้อมูลอุปกรณ์ สวิตช์.สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน2558, จาก

http://joomlaleo.blogspot.com/2010/10/switch.html

[20] ข้อมูล IC LM7805 สวิตช์.สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน2558, จาก

http://power-bank-eco.blogspot.com/2014/02/12v-to-5v-ic-7805.html

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของ TWS-BS-3(433.92MHz)Module

Wireless Hi Power Transmitter Module (RF ASK)

Version History

Version	Date	Changes
V1.01	Mar. 01, 2002	1st. Edition
V1.02	Jul. 05, 2008	2nd. Edition
V1.03	Oct. 20, 2010	3nd. Edition

Model : TWS-BS-6

- Frequency Range: 433.92MHz
- Modulate Mode: ASK
- Circuit Shape: SAW
- Date Rate: 8Kbps
- Supply Voltage: 1.5~12V
- Output Power : 14dBm
- Working temperature: -20~+85℃
- Solder temperature: 230℃(10 seconds).
- High sensitivity is designed.

Application

● Wireless Data Transmission	● Wireless Game Pad
● Remote Control	● Wireless Toys
● Car Key	● Home Automation
● AMR- Automatic Meter Reading	● Remote Keyless Entry

Absolute Maximum Rating

Rating	Value	Unit
Power Supply and All Input/ Output Pins	-0.3~+12.0	V
Non-Operating Case Temperature	-20~+85	℃
Soldering Temperature(10 seconds)	230	℃

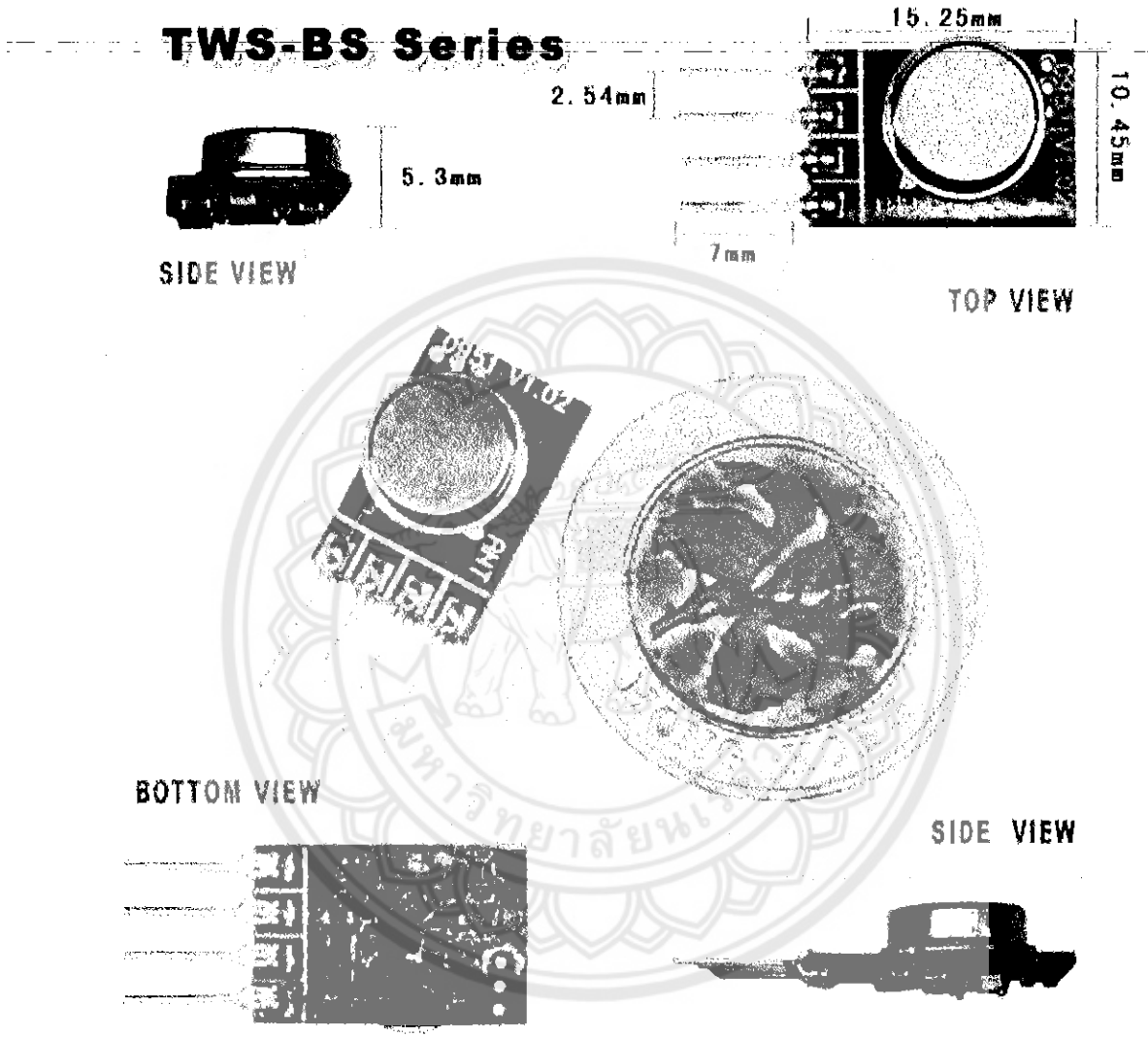
Electrical Characteristic

Characteristic	Min	Type	Max	Unit
Operating Frequency (±250KHz)	433.67	433.92	434.17	MHz
Data Rate			8	Kbps
Current Consumption			8	mA
Output Power			32	mW
Operating Voltage	3		12	Vdc
Operating Ambient Temperature	-20		+85	℃

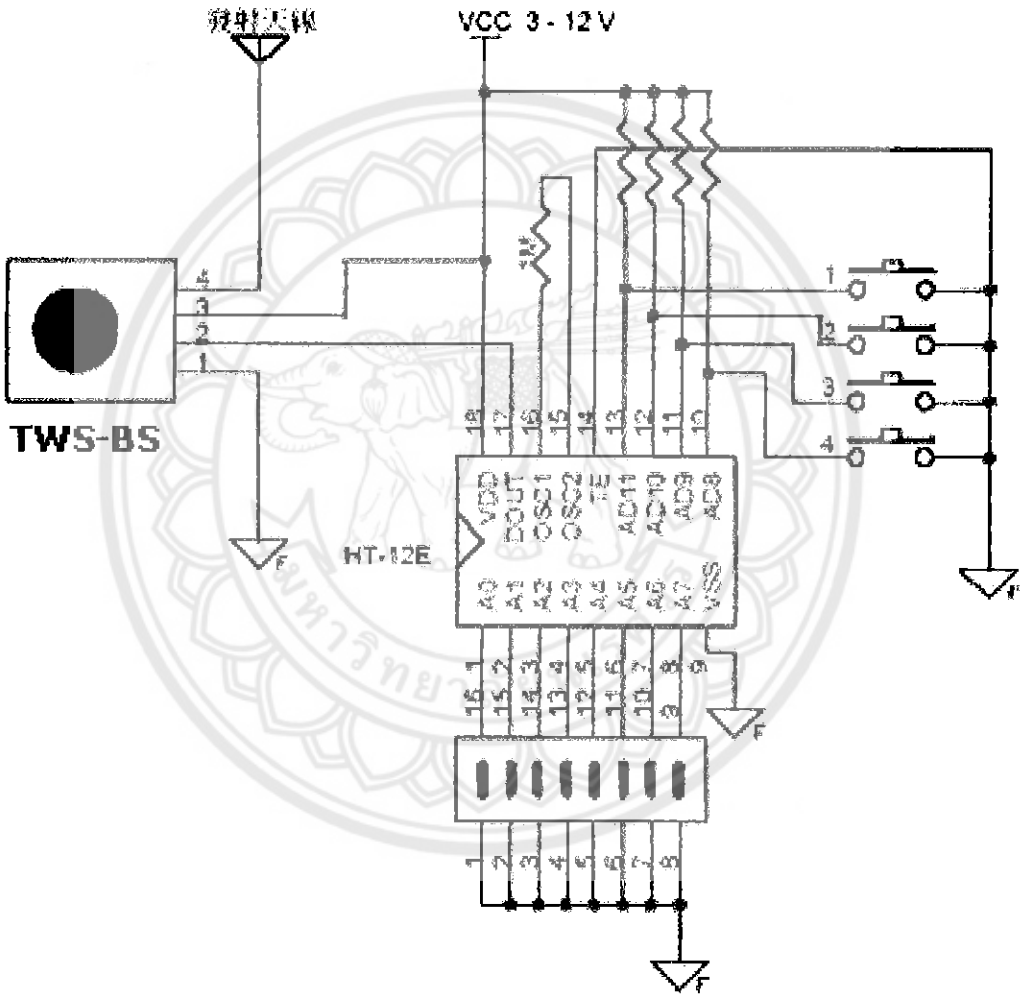
Pin Assignment

Pin	Function
1	GND
2	Data in
3	Vcc
4	ANT

Size


TWS-BS Series
15.25mm
2.54mm
10.45mm
5.3mm
7mm
SIDE VIEW
TOP VIEW
BOTTOM VIEW
SIDE VIEW

Demo Circuit



ภาคผนวก ข

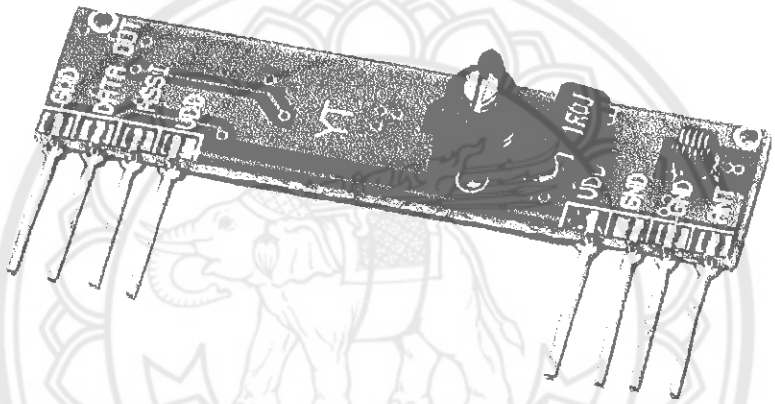
รายละเอียดของ RWS-371F-6 (433.92MHz)Module

RWS-374 Series

WENSHING®©

V1.02

Wireless Hi Sensitivity Receiver Module (RF ASK)



➢ Model: RWS-374-6(433.92MHz)

*Frequency Range: 433.92MHz

*Modulate Mode: ASK

*Circuit Shape: LC

*Date Rate: 4800 bps

*Selectivity: -108 dBm

*Channel Spacing: ±500KHz

*Supply Voltage: 5V

* High sensitivity passive design.

*Simple to apply with low external count.

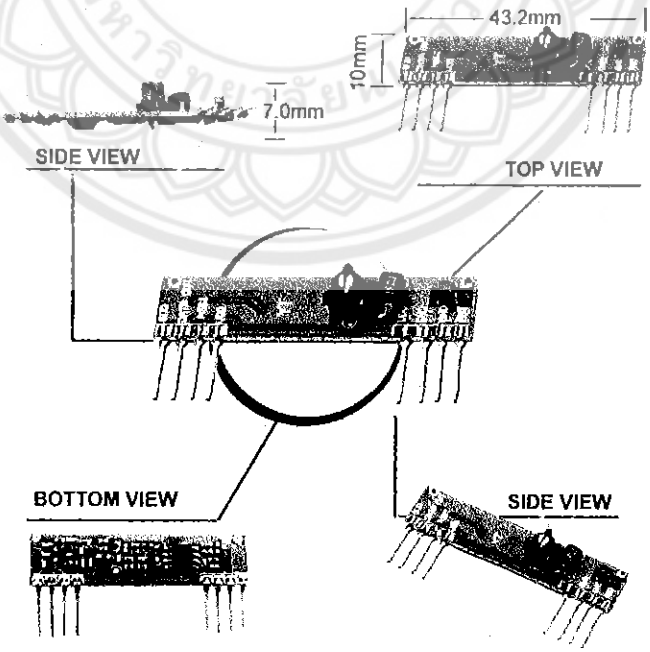
➢ Electrical Characteristics :

Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units
Operating Radio Frequency	FC	433.42	433.92	434.42	MHz
Sensitivity	Pref.	-106	-108	-110	dBm
Channel Width		-500		+ 500	KHz
Noise Equivalent BW	NEB		5	4	
Baseboard Data Rate				3	KB/S
Receiver Tum On Time				3	ms

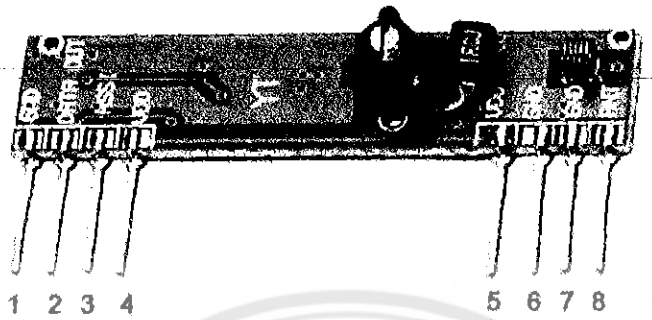
➢ DC Characteristics :

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Vcc	Operating Supply Voltage		4.9	5	5.1	
I Tot	Operating Supply Voltage			4.5		
V Data	Data Out	1 Data = -10 uA (Low)	Vcc -0.5	Vcc		V
		1 Data = -10 uA (Low)			0.3	V

➢ Size:

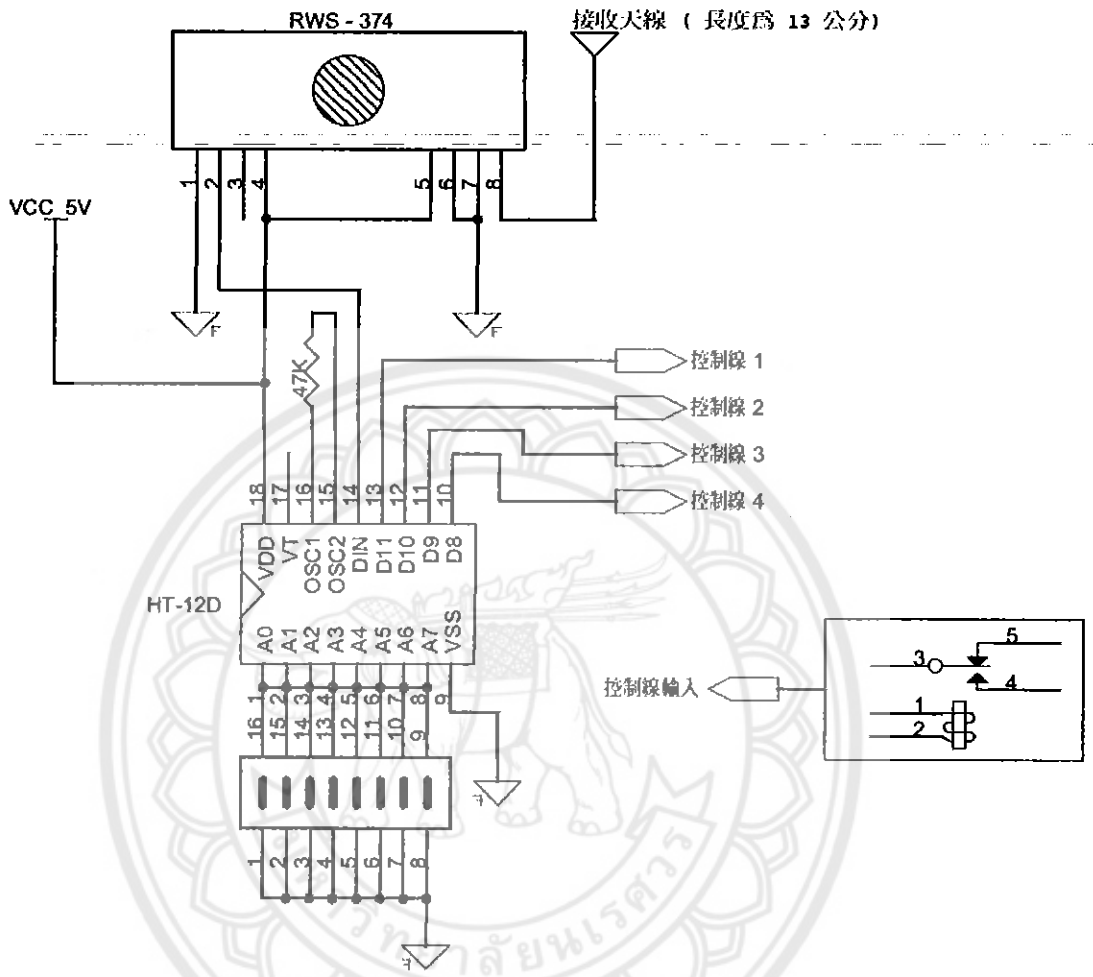


➢ Pin Assignment:



Pin	Function	Description
1	GND	
2	Digital Output	
3	Linear Out	
4	VCC	
5	VCC	
6	GND	
7	GND	
8	ANT	About 13cm

➢ Demo Circuit:



ภาคผนวก ค

รายละเอียดของ HT12E

HOLTEK

HT12A/HT12E
2^{12} Series of Encoders

Features

- Operating voltage
  - 2.4V~5V for the HT12A
  - 2.4V~12V for the HT12E
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current: 0.1μA (typ.) at V_{DD}=5V
- HT12A with a 38kHz carrier for infrared transmission medium
- Minimum transmission word
  - Four words for the HT12E
  - One word for the HT12A
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Data code has positive polarity
- Minimal external components
- HT12A/E: 18-pin DIP/20-pin SOP package

Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

General Description

The 2^{12} encoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are capable of encoding information which consists of N address bits and 12–N data bits. Each address/data input can be set to one of the two logic states. The programmed addresses/data are transmitted together with the header bits via an RF or an infrared transmission medium upon receipt of a trigger signal. The capability to select a $\overline{TE}$ trigger on the HT12E or a DATA trigger on the HT12A further enhances the application flexibility of the 2^{12} series of encoders. The HT12A additionally provides a 38kHz carrier for infrared systems.

Selection Table

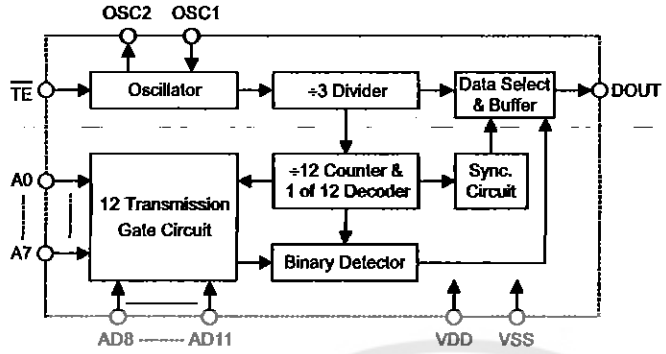
Function / Part No.	Address No.	Address/ Data No.	Data No.	Oscillator	Trigger	Package	Carrier Output	Negative Polarity
HT12A	8	0	4	455kHz resonator	D8~D11	18 DIP 20 SOP	38kHz	No
HT12E	8	4	0	RC oscillator	$\overline{TE}$	18 DIP 20 SOP	No	No

Note: Address/Data represents pins that can be address or data according to the decoder requirement.

Block Diagram

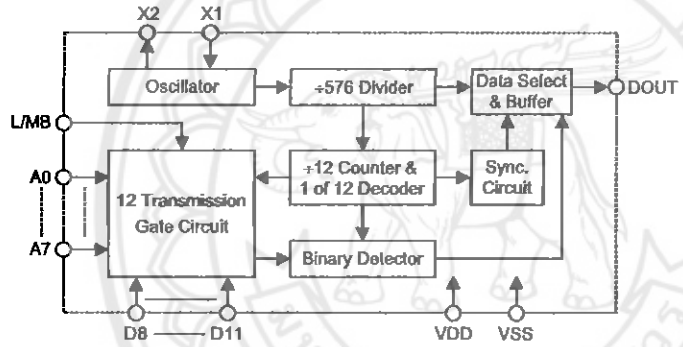
$\overline{TE}$ trigger

HT12E



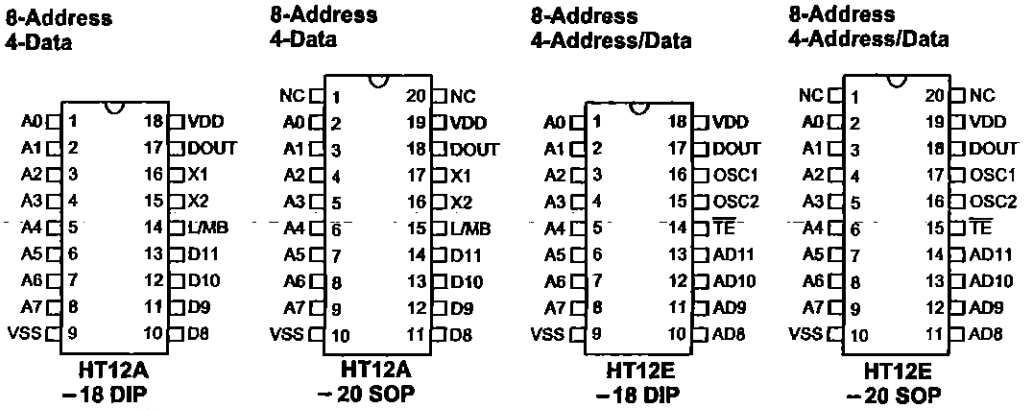
DATA trigger

HT12A



Note: The address data pins are available in various combinations (refer to the address/data table).

Pin Assignment



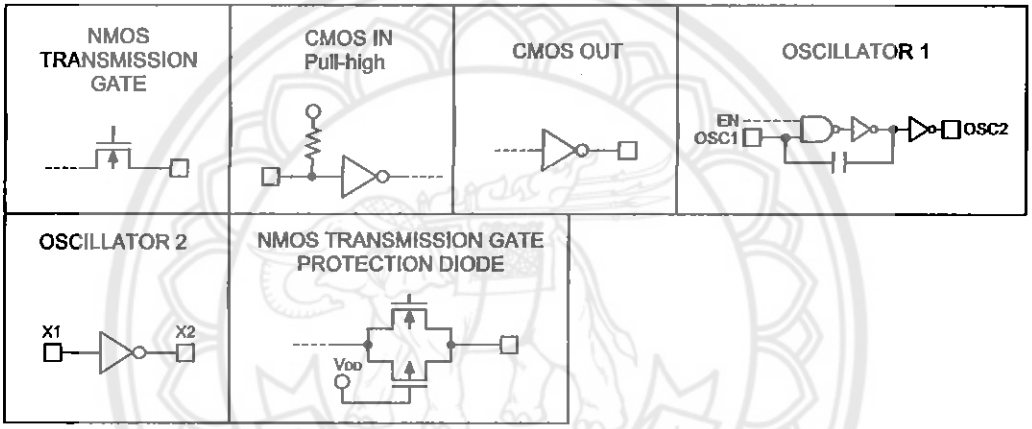
Pin Description

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0~A7	I	CMOS IN Pull-high (HT12A) NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	Input pins for address A0~A7 setting These pins can be externally set to VSS or left open
AD8~AD11	I	NMOS TRANSMISSION GATE PROTECTION DIODE (HT12E)	Input pins for address/data AD8~AD11 setting These pins can be externally set to VSS or left open
D8~D11	I	CMOS IN Pull-high	Input pins for data D8~D11 setting and transmission enable, active low These pins should be externally set to VSS or left open (see Note)
DOUT	O	CMOS OUT	Encoder data serial transmission output
L/MB	I	CMOS IN Pull-high	Latch/Momentary transmission format selection pin: Latch: Floating or VDD Momentary: VSS

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
$\overline{TE}$	I	CMOS IN Pull-high	Transmission enable, active low (see Note)
OSC1	I	OSCILLATOR 1	Oscillator input pin
OSC2	O	OSCILLATOR 1	Oscillator output pin
X1	I	OSCILLATOR 2	455kHz resonator oscillator input
X2	O	OSCILLATOR 2	455kHz resonator oscillator output
VSS	I	—	Negative power supply, grounds
VDD	I	—	Positive power supply

Note: D8~D11 are all data input and transmission enable pins of the HT12A.
$\overline{TE}$ is a transmission enable pin of the HT12E.

Approximate internal connections



Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage (HT12A) .....–0.3V to 5.5V
Supply Voltage (HT12E) .....–0.3V to 13V
Input Voltage.....V_{SS}–0.3 to V_{DD}+0.3V
Storage Temperature.....–50°C to 125°C
Operating Temperature.....–20°C to 75°C

Note: These are stress ratings only. Stresses exceeding the range specified under "Absolute Maximum Ratings" may cause substantial damage to the device. Functional operation of this device at other conditions beyond those listed in the specification is not implied and prolonged exposure to extreme conditions may affect device reliability.

Electrical Characteristics

HT12A Ta=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V_{DD}	Conditions				
V_{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	3	5	V
I_{STB}	Standby Current	3V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		5V		—	0.1	1	μA
I_{DD}	Operating Current	3V	No load f_{OSC}=455kHz	—	200	400	μA
		5V		—	400	800	μA
I_{DOUT}	Output Drive Current	5V	V_{OH}=0.9V_{DD} (Source)	-1	-1.6	—	mA
			V_{OL}=0.1V_{DD} (Sink)	2	3.2	—	mA
V_{IH}	"H" Input Voltage	—	—	0.8V_{DD}	—	V_{DD}	V
V_{IL}	"L" Input Voltage	—	—	0	—	0.2V_{DD}	V
R_{DATA}	D8~D11 Pull-high Resistance	5V	V_{DATA}=0V	—	150	300	kΩ

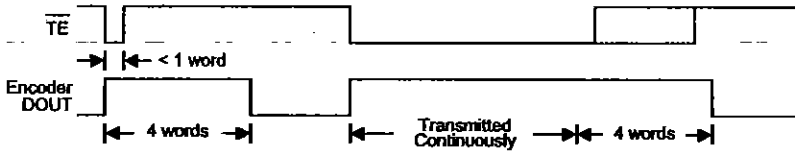
HT12E Ta=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V_{DD}	Conditions				
V_{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	5	12	V
I_{STB}	Standby Current	3V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I_{DD}	Operating Current	3V	No load f_{OSC}=3kHz	—	40	80	μA
		12V		—	150	300	μA
I_{DOUT}	Output Drive Current	5V	V_{OH}=0.9V_{DD} (Source)	-1	-1.6	—	mA
			V_{OL}=0.1V_{DD} (Sink)	1	1.6	—	mA
V_{IH}	"H" Input Voltage	—	—	0.8V_{DD}	—	V_{DD}	V
V_{IL}	"L" Input Voltage	—	—	0	—	0.2V_{DD}	V
f_{OSC}	Oscillator Frequency	5V	R_{OSC}=1.1MΩ	—	3	—	kHz
$R_{\overline{TE}}$	$\overline{TE}$ Pull-high Resistance	5V	$V_{\overline{TE}}$=0V	—	1.5	3	MΩ

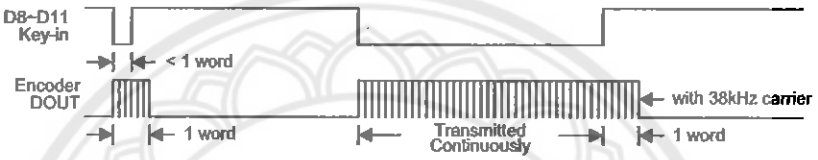
Functional Description

Operation

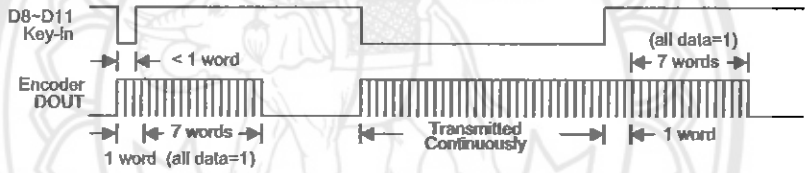
The 2^{12} series of encoders begin a 4-word transmission cycle upon receipt of a transmission enable ($\overline{TE}$ for the HT12E or D8~D11 for the HT12A, active low). This cycle will repeat itself as long as the transmission enable ($\overline{TE}$ or D8~D11) is held low. Once the transmission enable returns high the encoder output completes its final cycle and then stops as shown below.



Transmission timing for the HT12E



Transmission timing for the HT12A (L/MB=Floating or VDD)

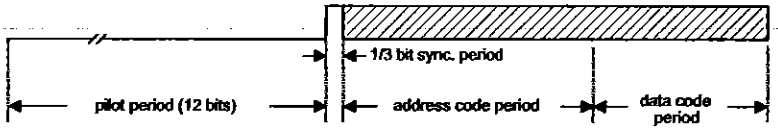


Transmission timing for the HT12A (L/MB=VSS)

Information word

If L/MB=1 the device is in the latch mode (for use with the latch type of data decoders). When the transmission enable is removed during a transmission, the DOUT pin outputs a complete word and then stops. On the other hand, if L/MB=0 the device is in the momentary mode (for use with the momentary type of data decoders). When the transmission enable is removed during a transmission, the DOUT outputs a complete word and then adds 7 words all with the "1" data code.

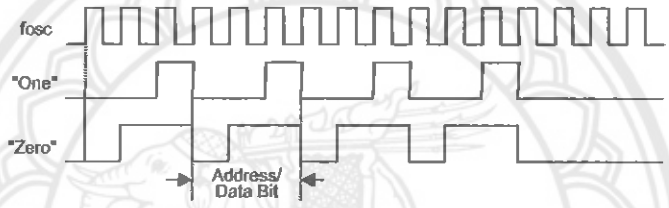
An information word consists of 4 periods as illustrated below.



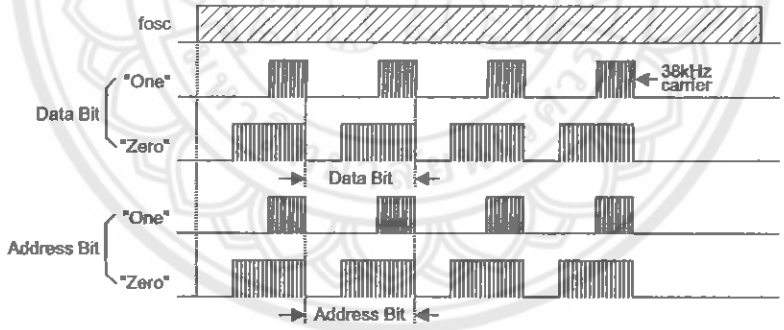
Composition of information

Address/data waveform

Each programmable address/data pin can be externally set to one of the following two logic states as shown below.



Address/Data bit waveform for the HT12E



Address/Data bit waveform for the HT12A

The address/data bits of the HT12A are transmitted with a 38kHz carrier for infrared remote controller flexibility.

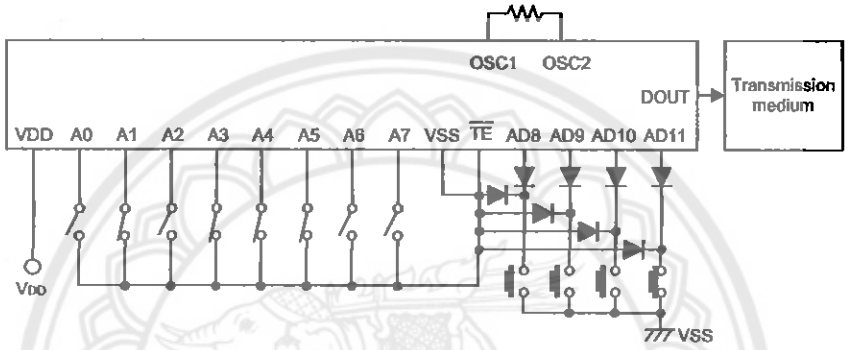
Address/data programming (preset)

The status of each address/data pin can be individually pre-set to logic "high" or "low". If a transmission-enable signal is applied, the encoder scans and transmits the status of the 12 bits of address/data serially in the order A0 to AD11 for the HT12E encoder and A0 to D11 for the HT12A encoder.

During information transmission these bits are transmitted with a preceding synchronization bit. If the trigger signal is not applied, the chip enters the standby mode and consumes a reduced current of less than 1μA for a supply voltage of 5V.

Usual applications preset the address pins with individual security codes using DIP switches or PCB wiring, while the data is selected by push buttons or electronic switches.

The following figure shows an application using the HT12E:



The transmitted information is as shown:

Pilot & Sync.	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	AD8	AD9	AD10	AD11
	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0

Address/Data sequence

The following provides the address/data sequence table for various models of the 2^{12} series of encoders. The correct device should be selected according to the individual address and data requirements.

Part No.	Address/Data Bits											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HT12A	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	D8	D9	D10	D11
HT12E	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	AD8	AD9	AD10	AD11

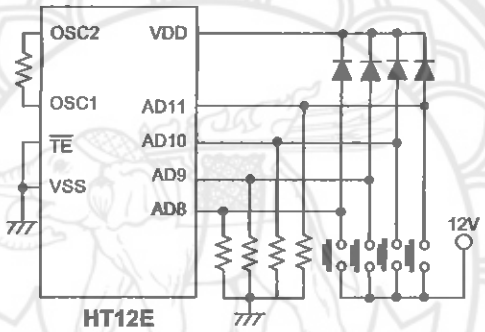
Transmission enable

For the HT12E encoders, transmission is enabled by applying a low signal to the $\overline{TE}$ pin. For the HT12A encoders, transmission is enabled by applying a low signal to one of the data pins D8~D11.

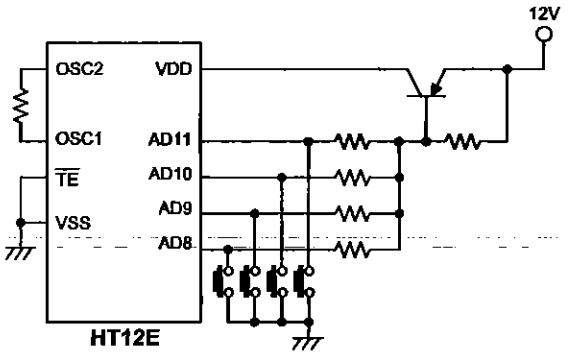
Two erroneous HT12E application circuits

The HT12E must follow closely the application circuits provided by Holtek (see the "Application circuits").

- Error: AD8~AD11 pins input voltage > V_{DD}+0.3V

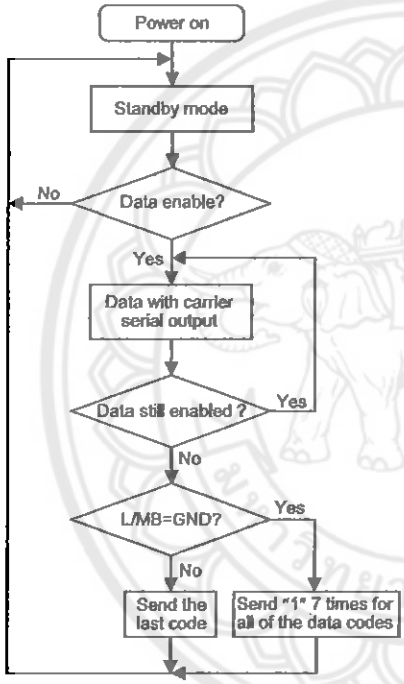


• **Error: The IC's power source is activated by pins AD8~AD11**

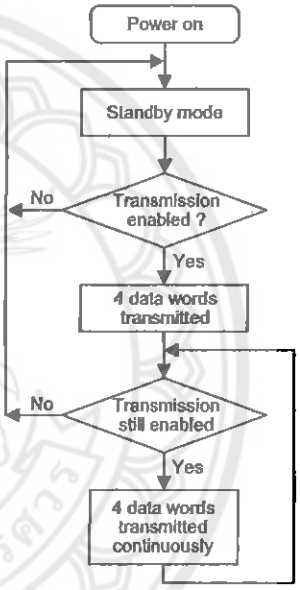


Flowchart

• HT12A

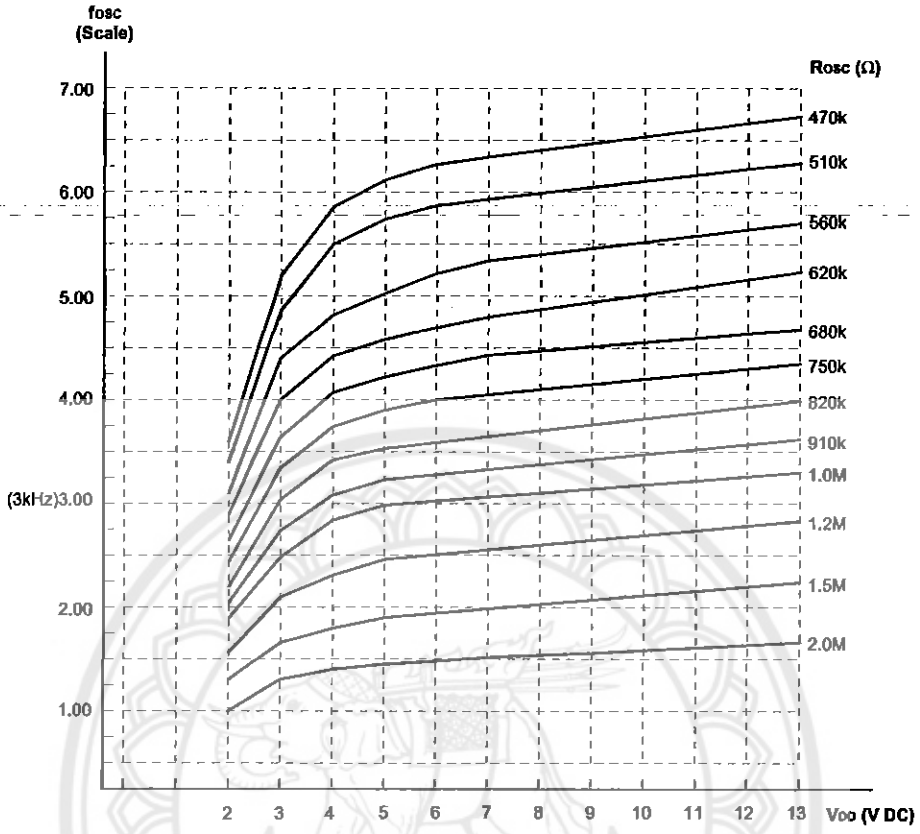


• HT12E



Note: D8~D11 are transmission enables of the HT12A.
$\overline{TE}$ is the transmission enable of the HT12E.

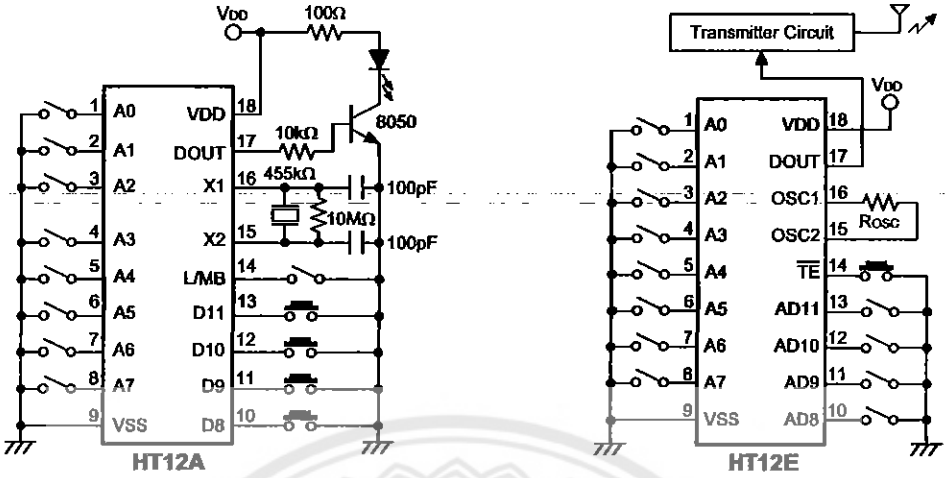
Oscillator frequency vs supply voltage



The recommended oscillator frequency is f_{OSCD} (decoder) $\cong 50\ f_{OSCE}$ (HT12E encoder)

$\cong \frac{1}{3} f_{OSCE}$ (HT12A encoder)

Application Circuits



Note: Typical infrared diode: EL-1L2 (KODENSHI CORP.)
Typical RF transmitter: JR-220 (JUWA CORP.)

Holtek Semiconductor Inc. (Headquarters)
No.3, Creation Rd. II, Science-based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-3-563-1999
Fax: 886-3-563-1189

Holtek Semiconductor Inc. (Taipei Office)
11F, No.576, Sec.7 Chung Hsiao E. Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-2-2782-9635
Fax: 886-2-2782-9636
Fax: 886-2-2782-7128 (International sales hotline)

Holtek Semiconductor (Hong Kong) Ltd.
RM.711, Tower 2, Cheung Sha Wan Plaza, 833 Cheung Sha Wan Rd., Kowloon, Hong Kong
Tel: 852-2-745-8288
Fax: 852-2-742-8657

Holtek Semiconductor (Shanghai) Ltd.
7th Floor, Building 2, No.889, Yi Shan Rd., Shanghai, China
Tel: 021-6485-5560
Fax: 021-6485-0313

Holmate Technology Corp.
48531 Warm Springs Boulevard, Suite 413, Fremont, CA 94539
Tel: 510-252-9880
Fax: 510-252-9885

Copyright © 2000 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

The information appearing in this Data Sheet is believed to be accurate at the time of publication. However, Holtek assumes no responsibility arising from the use of the specifications described. The applications mentioned herein are used solely for the purpose of illustration and Holtek makes no warranty or representation that such applications will be suitable without further modification, nor recommends the use of its products for application that may present a risk to human life due to malfunction or otherwise. Holtek reserves the right to alter its products without prior notification. For the most up-to-date information, please visit our web site at http://www.holtek.com.tw.

ภาคผนวก ง

รายละเอียดของ HT12D

HOLTEK

HT12D/HT12F
2^{12} Series of Decoders

Features

- Operating voltage: 2.4V~12V
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current
- Capable of decoding 12 bits of information
- Binary address setting
- Received codes are checked 3 times
- Address/Data number combination
  - HT12D: 8 address bits and 4 data bits
  - HT12F: 12 address bits only
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Valid transmission indicator
- Easy interface with an RF or an infrared transmission medium
- Minimal external components
- Pair with Holtek's 2^{12} series of encoders
- 18-pin DIP, 20-pin SOP package

Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

General Description

The 2^{12} decoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are paired with Holtek's 2^{12} series of encoders (refer to the encoder/decoder cross reference table). For proper operation, a pair of encoder/decoder with the same number of addresses and data format should be chosen.

The decoders receive serial addresses and data from a programmed 2^{12} series of encoders that are transmitted by a carrier using an RF or an IR transmission medium. They compare the serial input data three times continuously with their local addresses. If no error or unmatched codes are found, the input data codes are decoded and then transferred to the output pins. The VT pin also goes high to indicate a valid transmission.

The 2^{12} series of decoders are capable of decoding informations that consist of N bits of address and 12–N bits of data. Of this series, the HT12D is arranged to provide 8 address bits and 4 data bits, and HT12F is used to decode 12 bits of address information.

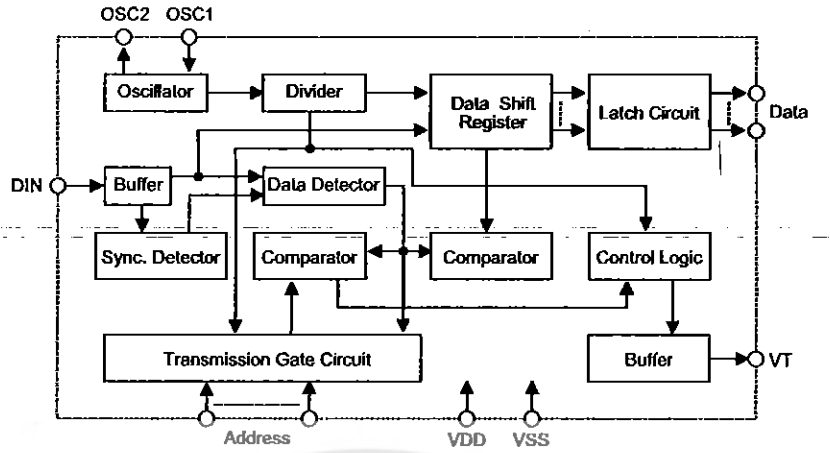
Selection Table

Function / Part No.	Address No.	Data No.	Data Type	VT	Oscillator	Trigger	Package
HT12D	8	4	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18DIP, 20SOP
HT12F	12	0	—	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18DIP, 20SOP

Notes: Data type: L stands for latch type data output.

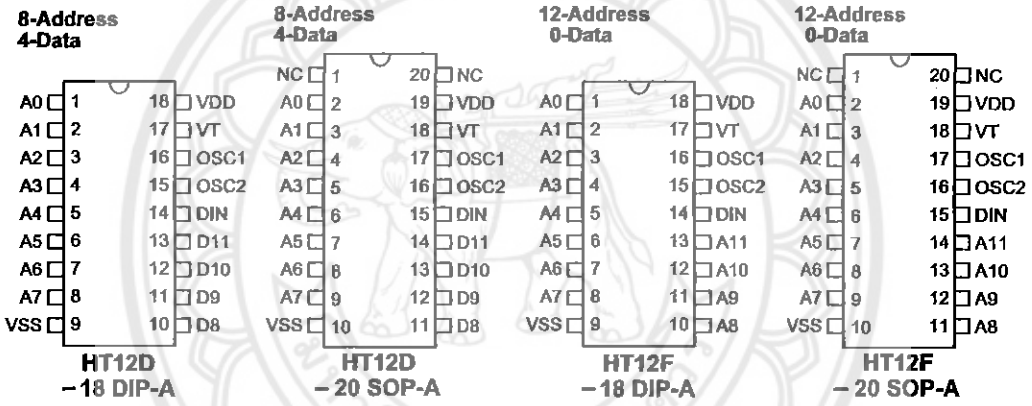
VT can be used as a momentary data output.

Block Diagram



Note: The address/data pins are available in various combinations (see the address/data table).

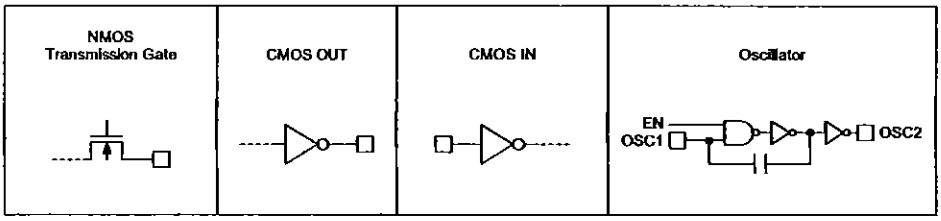
Pin Assignment



Pin Description

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0~A11 (HT12F)	I	NMOS Transmission Gate	Input pins for address A0~A11 setting These pins can be externally set to VSS or left open.
A0~A7 (HT12D)			Input pins for address A0~A7 setting These pins can be externally set to VSS or left open.
D8~D11 (HT12D)	O	CMOS OUT	Output data pins, power-on state is low.
DIN	I	CMOS IN	Serial data input pin
VT	O	CMOS OUT	Valid transmission, active high
OSC1	I	Oscillator	Oscillator input pin
OSC2	O	Oscillator	Oscillator output pin
VSS	—	—	Negative power supply, ground
VDD	—	—	Positive power supply

Approximate internal connection circuits



Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage ..... –0.3V to 13V

Input Voltage ..... V_{SS}–0.3 to V_{DD}+0.3V

Storage Temperature ..... –50°C to 125°C

Operating Temperature ..... –20°C to 75°C

Note: These are stress ratings only. Stresses exceeding the range specified under "Absolute Maximum Ratings" may cause substantial damage to the device. Functional operation of this device at other conditions beyond those listed in the specification is not implied and prolonged exposure to extreme conditions may affect device reliability.

Electrical Characteristics

Ta=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V_{DD}	Conditions				
V_{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	5	12	V
I_{STB}	Standby Current	5V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I_{DD}	Operating Current	5V	No load, f_{OSC}=150kHz	—	200	400	μA
I_O	Data Output Source Current (D8~D11)	5V	V_{OH}=4.5V	–1	–1.6	—	mA
	Data Output Sink Current (D8~D11)	5V	V_{OL}=0.5V	1	1.6	—	mA
I_{VT}	VT Output Source Current	5V	V_{OH}=4.5V	–1	–1.6	—	mA
	VT Output Sink Current		V_{OL}=0.5V	1	1.6	—	mA
V_{IH}	"H" Input Voltage	5V	—	3.5	—	5	V
V_{IL}	"L" Input Voltage	5V	—	0	—	1	V
f_{OSC}	Oscillator Frequency	5V	R_{OSC}=51kΩ	—	150	—	kHz

Functional Description

Operation

The 2^{12} series of decoders provides various combinations of addresses and data pins in different packages so as to pair with the 2^{12} series of encoders.

The decoders receive data that are transmitted by an encoder and interpret the first N bits of code period as addresses and the last 12–N bits as data, where N is the address code number. A signal on the DIN pin activates the oscillator which in turn decodes the incoming address and data. The decoders will then check the received address three times continuously. If the received address codes all match the contents of the decoder's local address, the 12–N bits of data are decoded to activate the output pins and the VT pin is set high to indicate a valid transmission. This will last unless the address code is incorrect or no signal is received.

The output of the VT pin is high only when the transmission is valid. Otherwise it is always low.

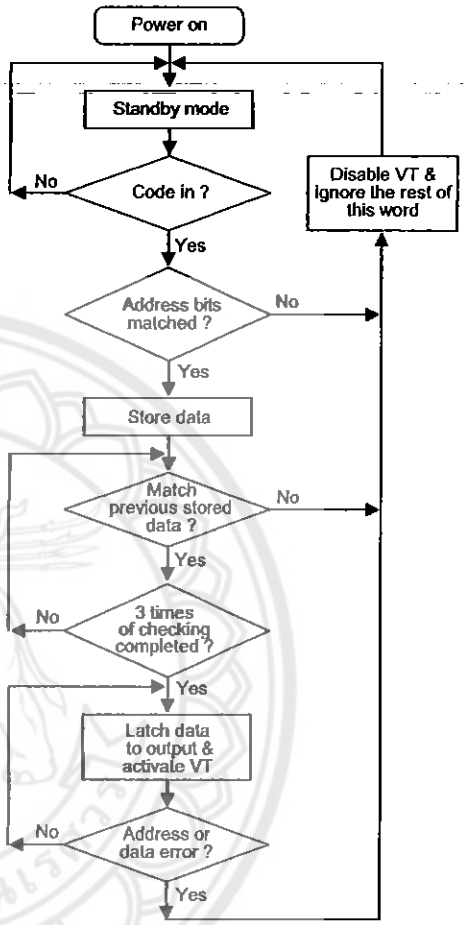
Output Type

Of the 2^{12} series of decoders, the HT12F has no data output pin but its VT pin can be used as a momentary data output. The HT12D, on the other hand, provides 4 latch type data pins whose data remain unchanged until new data are received.

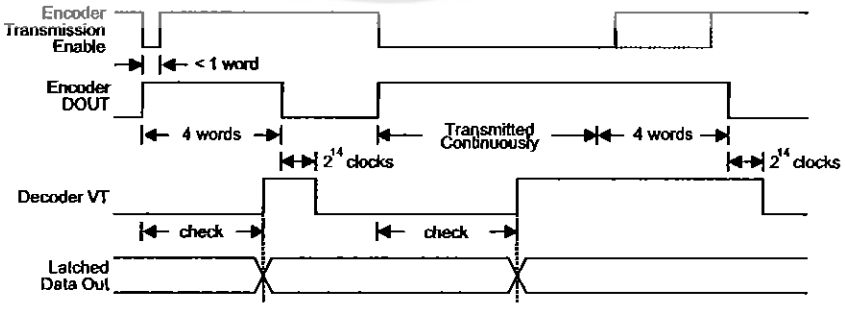
Part No.	Data Pins	Address Pins	Output Type	Operating Voltage
HT12D	4	8	Latch	2.4V~12V
HT12F	0	12	—	2.4V~12V

Flowchart

The oscillator is disabled in the standby state and activated when a logic "high" signal applies to the DIN pin. That is to say, the DIN should be kept low if there is no signal input.



Decoder Timing



Encoder/Decoder Cross Reference Table

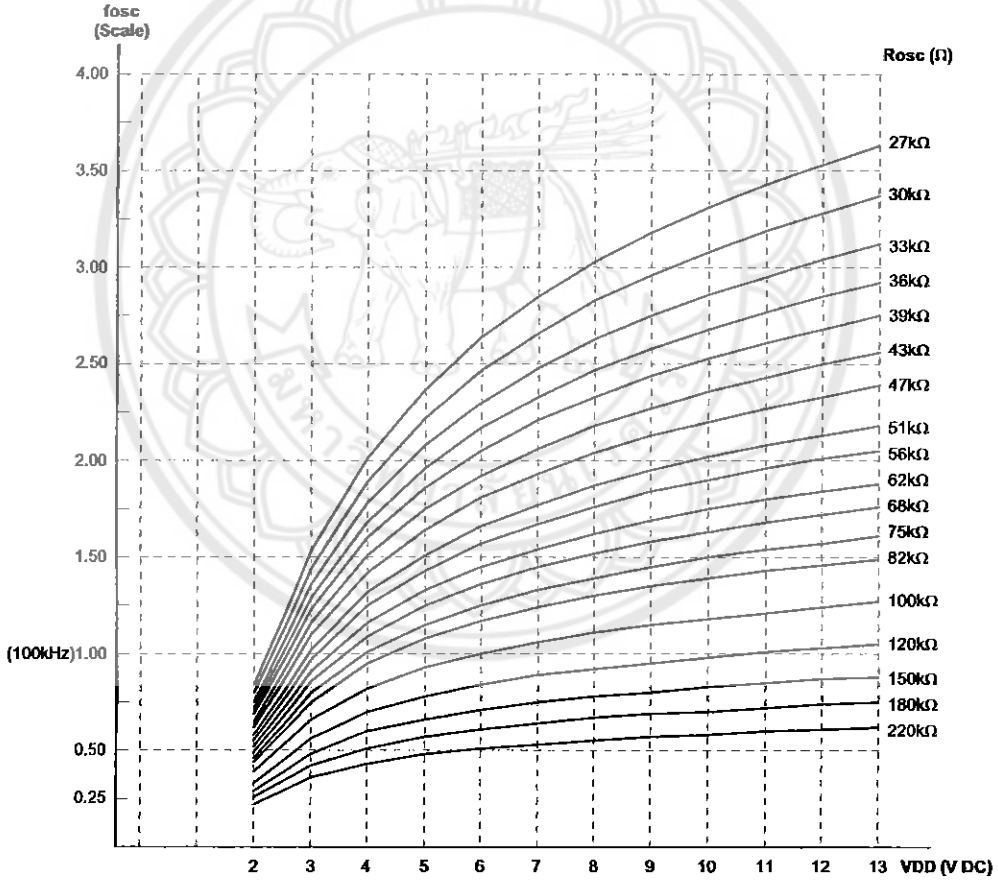
Decoders Part No.	Data Pins	Address Pins	VT	Pair Encoder	Package			
					Encoder		Decoder	
					DIP	SOP	DIP	SOP
HT12D	4	8	√	HT12A HT12E	18	20	18	20
HT12F	0	12	√	HT12A HT12E	18	20	18	20

Address/Data Sequence

The following table provides address/data sequence for various models of the 2^{12} series of decoders.

Part No.	Address/Data Bits											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HT12D	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	D8	D9	D10	D11
HT12F	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11

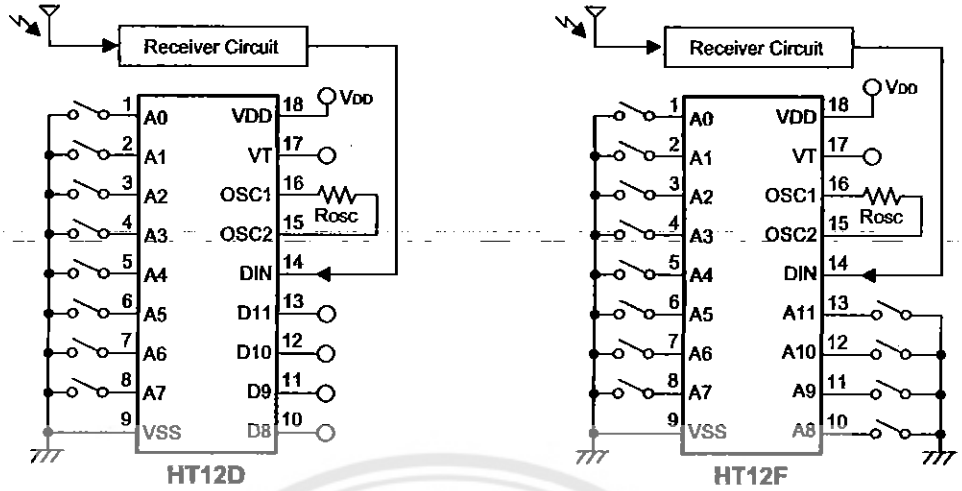
Oscillator Frequency Vs Supply Voltage



Note: The recommended oscillator frequency is f_{OSCD} (decoder) ≅ 50 f_{OSCE} (HT12E encoder)

≅ $\frac{1}{3}$ f_{OSCE} (HT12A encoder).

Application Circuits



Package Information

18-pin DIP (300mil) Outline Dimensions

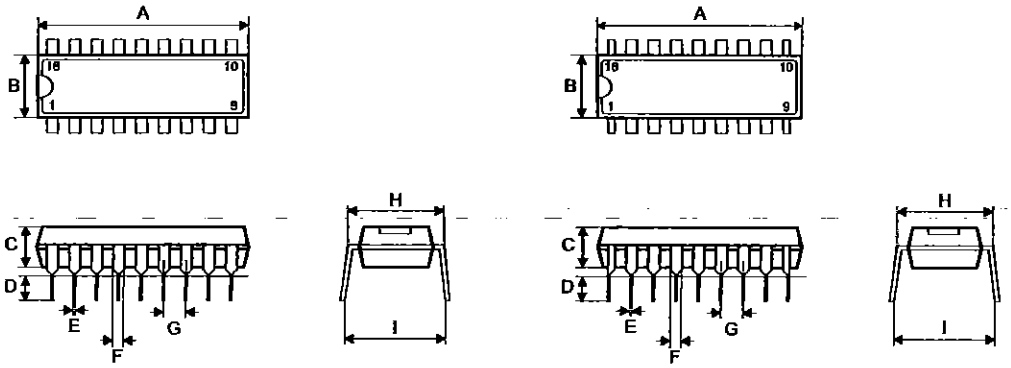


Fig1. Full Lead Packages

Fig2. 1/2 Lead Packages

• MS-001d (see fig1)

Symbol	Dimensions in mil		
	Min.	Nom.	Max.
A	880	—	920
B	240	—	280
C	115	—	195
D	115	—	150
E	14	—	22
F	45	—	70
G	—	100	—
H	300	—	325
I	—	—	430

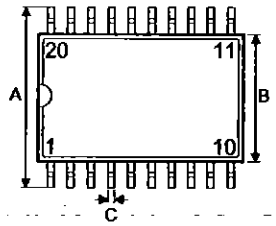
• MS-001d (see fig2)

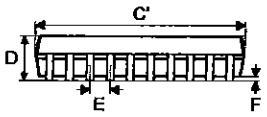
Symbol	Dimensions in mil		
	Min.	Nom.	Max.
A	845	—	880
B	240	—	280
C	115	—	195
D	115	—	150
E	14	—	22
F	45	—	70
G	—	100	—
H	300	—	325
I	—	—	430

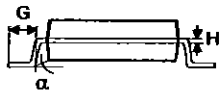
• MO-095a (see fig2)

Symbol	Dimensions in mil		
	Min.	Nom.	Max.
A	845	—	885
B	275	—	295
C	120	—	150
D	110	—	150
E	14	—	22
F	45	—	60
G	—	100	—
H	300	—	325
I	—	—	430

20-pin SOP (300mil) Outline Dimensions





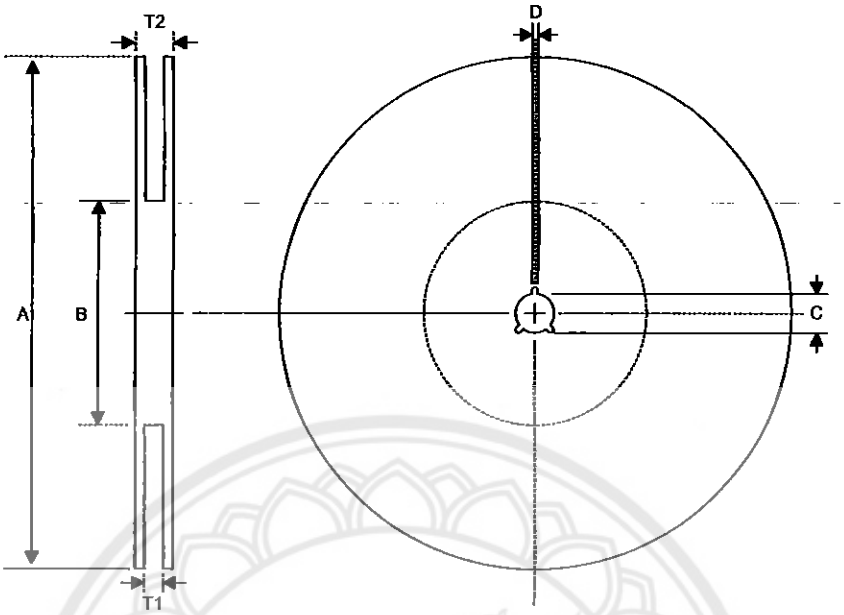


• MS-013

Symbol	Dimensions in mil		
	Min.	Nom.	Max.
A	393	—	419
B	256	—	300
C	12	—	20
C′	496	—	512
D	—	—	104
E	—	50	—
F	4	—	12
G	16	—	50
H	8	—	13
α	0°	—	8°

Product Tape and Reel Specifications

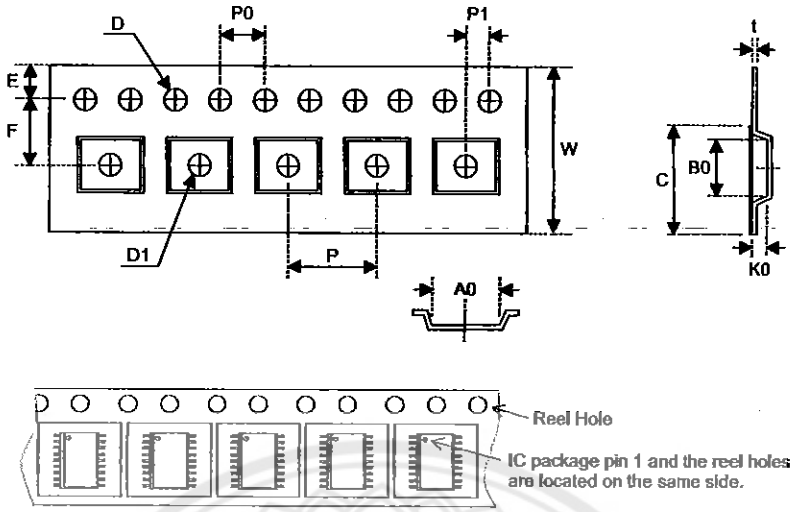
Reel Dimensions



SOP 20W

Symbol	Description	Dimensions in mm
A	Reel Outer Diameter	330.0±1.0
B	Reel Inner Diameter	100.0±1.5
C	Spindle Hole Diameter	$13.0^{+0.5/-0.2}$
D	Key Slit Width	2.0±0.5
T1	Space Between Flange	$24.8^{+0.3/-0.2}$
T2	Reel Thickness	30.2±0.2

Carrier Tape Dimensions



SOP 20W

Symbol	Description	Dimensions in mm
W	Carrier Tape Width	$24.0^{+0.3/-0.1}$
P	Cavity Pitch	12.0±0.1
E	Perforation Position	1.75±0.10
F	Cavity to Perforation (Width Direction)	11.5±0.1
D	Perforation Diameter	$1.5^{+0.1/-0.0}$
D1	Cavity Hole Diameter	$1.50^{+0.25/-0.00}$
P0	Perforation Pitch	4.0±0.1
P1	Cavity to Perforation (Length Direction)	2.0±0.1
A0	Cavity Length	10.8±0.1
B0	Cavity Width	13.3±0.1
K0	Cavity Depth	3.2±0.1
t	Carrier Tape Thickness	0.30±0.05
C	Cover Tape Width	21.3±0.1

Copyright © 2009 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

The information appearing in this Data Sheet is believed to be accurate at the time of publication. However, Holtek assumes no responsibility arising from the use of the specifications described. The applications mentioned herein are used solely for the purpose of illustration and Holtek makes no warranty or representation that such applications will be suitable without further modification, nor recommends the use of its products for application that may present a risk to human life due to malfunction or otherwise. Holtek's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems. Holtek reserves the right to alter its products without prior notification. For the most up-to-date information, please visit our web site at http://www.holtek.com.tw.

ภาคผนวก จ

รายละเอียดของ 2N7000

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR™

November 1995

2N7000 / 2N7002 / NDS7002A
N-Channel Enhancement Mode Field Effect Transistor

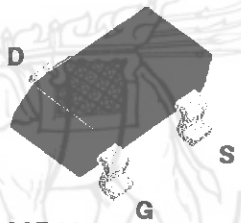
General Description

These N-Channel enhancement mode field effect transistors are produced using Fairchild's proprietary, high cell density, DMOS technology. These products have been designed to minimize on-state resistance while provide rugged, reliable, and fast switching performance. They can be used in most applications requiring up to 400mA DC and can deliver pulsed currents up to 2A. These products are particularly suited for low voltage, low current applications such as small servo motor control, power MOSFET gate drivers, and other switching applications.

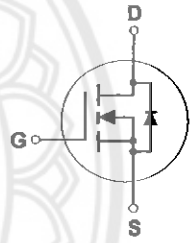
Features

- High density cell design for low $R_{DS(ON)}$.
- Voltage controlled small signal switch.
- Rugged and reliable.
- High saturation current capability.

TO-92
2N7000



SOT-23
(TO-236AB)
2N7002/NDS7002A



Absolute Maximum Ratings

T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	2N7000	2N7002	NDS7002A	Units
V_{DSS}	Drain-Source Voltage		60		V
V_{DGR}	Drain-Gate Voltage ($R_{GS} \leq 1$ MΩ)		60		V
V_{GSS}	Gate-Source Voltage - Continuous		±20		V
	- Non Repetitive (tp < 50µs)		±40		
I_D	Maximum Drain Current - Continuous	200	115	280	mA
	- Pulsed	500	800	1500	
P_D	Maximum Power Dissipation	400	200	300	mW
	Derated above 25°C	3.2	1.6	2.4	mW/°C
T_J, T_{STG}	Operating and Storage Temperature Range	-55 to 150		-65 to 150	°C
T_L	Maximum Lead Temperature for Soldering Purposes, 1/16" from Case for 10 Seconds		300		°C
THERMAL CHARACTERISTICS					
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	312.5	625	417	°C/W

© 1997 Fairchild Semiconductor Corporation

Electrical Characteristics T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Conditions	Type	Min	Typ	Max	Units
OFF CHARACTERISTICS							
BV_{DSS}	Drain-Source Breakdown Voltage	V_{GS} = 0 V, I_D = 10 µA	All	60			V
I_{DSS}	Zero Gate Voltage Drain Current	V_{DS} = 48 V, V_{GS} = 0 V	2N7000			1	µA
		T_J=125°C				1	mA
		V_{DS} = 60 V, V_{GS} = 0 V	2N7002 NDS7002A			1	µA
		T_J=125°C				0.5	mA
I_{GSSF}	Gate - Body Leakage, Forward	V_{GS} = 15 V, V_{DS} = 0 V	2N7000			10	nA
		V_{GS} = 20 V, V_{DS} = 0 V	2N7002 NDS7002A			100	nA
I_{GSSR}	Gate - Body Leakage, Reverse	V_{GS} = -15 V, V_{DS} = 0 V	2N7000			-10	nA
		V_{GS} = -20 V, V_{DS} = 0 V	2N7002 NDS7002A			-100	nA
ON CHARACTERISTICS (Note 1)							
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	V_{DS} = V_{GS}, I_D = 1 mA	2N7000	0.8	2.1	3	V
		V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250 µA	2N7002 NDS7002A	1	2.1	2.5	
$R_{DS(ON)}$	Static Drain-Source On-Resistance	V_{GS} = 10 V, I_D = 500 mA	2N7000		1.2	5	Ω
		T_J =125°C			1.9	9	
		V_{GS} = 4.5 V, I_D = 75 mA			1.8	5.3	
		V_{GS} = 10 V, I_D = 500 mA	2N7002		1.2	7.5	
		T_J =100°C			1.7	13.5	
		V_{GS} = 5.0 V, I_D = 50 mA			1.7	7.5	
		T_J =100C			2.4	13.5	
		V_{GS} = 10 V, I_D = 500 mA	NDS7002A		1.2	2	
		T_J =125°C			2	3.5	
		V_{GS} = 5.0 V, I_D = 50 mA			1.7	3	
		T_J =125°C			2.8	5	
$V_{DS(ON)}$	Drain-Source On-Voltage	V_{GS} = 10 V, I_D = 500 mA	2N7000		0.6	2.5	V
		V_{GS} = 4.5 V, I_D = 75 mA			0.14	0.4	
		V_{GS} = 10 V, I_D = 500mA	2N7002		0.6	3.75	
		V_{GS} = 5.0 V, I_D = 50 mA			0.09	1.5	
		V_{GS} = 10 V, I_D = 500mA	NDS7002A		0.6	1	
		V_{GS} = 5.0 V, I_D = 50 mA			0.09	0.15	

Electrical Characteristics T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Conditions	Type	Min	Typ	Max	Units
ON CHARACTERISTICS Continued (Note 1)							
$I_{D(ON)}$	On-State Drain Current	V_{GS} = 4.5 V, V_{DS} = 10 V	2N7000	75	600		mA
		V_{GS} = 10 V, $V_{DS} \geq 2\ V_{DS(on)}$	2N7002	500	2700		
		V_{GS} = 10 V, $V_{DS} \geq 2\ V_{DS(on)}$	NDS7002A	500	2700		
g_{FS}	Forward Transconductance	V_{DS} = 10 V, I_D = 200 mA	2N7000	100	320		mS
		$V_{DS} \geq 2\ V_{DS(on)}$, I_D = 200 mA	2N7002	80	320		
		$V_{DS} \geq 2\ V_{DS(on)}$, I_D = 200 mA	NDS7002A	80	320		
DYNAMIC CHARACTERISTICS							
C_{iss}	Input Capacitance	V_{DS} = 25 V, V_{GS} = 0 V, f = 1.0 MHz	All		20	50	pF
C_{oss}	Output Capacitance		All		11	25	pF
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance		All		4	5	pF
t_{on}	Turn-On Time	V_{DD} = 15 V, R_L = 25 Ω, I_D = 500 mA, V_{GS} = 10 V, R_{GEN} = 25	2N7000			10	ns
		V_{DD} = 30 V, R_L = 150 Ω, I_D = 200 mA, V_{GS} = 10 V, R_{GEN} = 25 Ω	2N7002 NDS7002A			20	
t_{off}	Turn-Off Time	V_{DD} = 15 V, R_L = 25 Ω, I_D = 500 mA, V_{GS} = 10 V, R_{GEN} = 25	2N7000			10	ns
		V_{DD} = 30 V, R_L = 150 Ω, I_D = 200 mA, V_{GS} = 10 V, R_{GEN} = 25 Ω	2N7002 NDS7002A			20	
DRAIN-SOURCE DIODE CHARACTERISTICS AND MAXIMUM RATINGS							
I_S	Maximum Continuous Drain-Source Diode Forward Current		2N7002			115	mA
			NDS7002A			280	
I_{SM}	Maximum Pulsed Drain-Source Diode Forward Current		2N7002			0.8	A
			NDS7002A			1.5	
V_{SD}	Drain-Source Diode Forward Voltage	V_{GS} = 0 V, I_S = 115 mA (Note 1)	2N7002		0.88	1.5	V
		V_{GS} = 0 V, I_S = 400 mA (Note 1)	NDS7002A		0.88	1.2	

Note:
1. Pulse Test: Pulse Width ≤ 300μs, Duty Cycle ≤ 2.0%.

Typical Electrical Characteristics

2N7000 / 2N7002 / NDS7002A

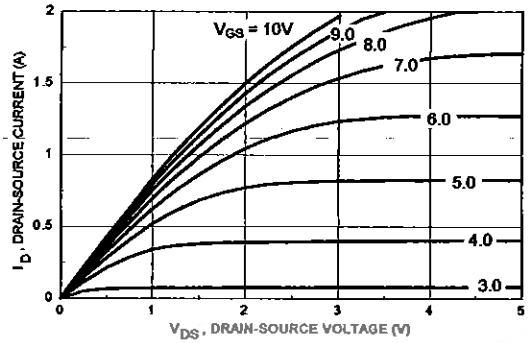


Figure 1. On-Region Characteristics

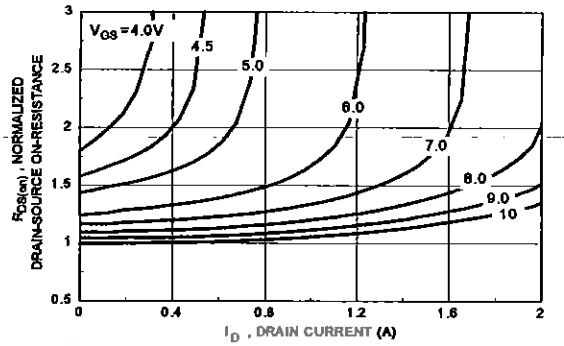


Figure 2. On-Resistance Variation with Gate Voltage and Drain Current

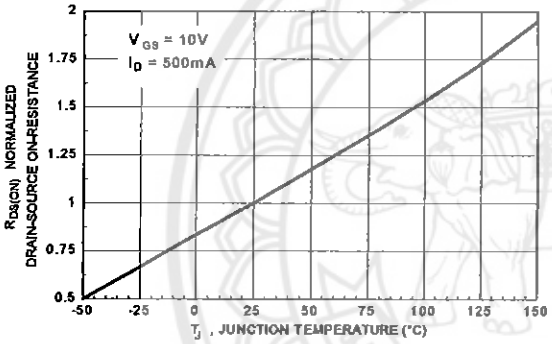


Figure 3. On-Resistance Variation with Temperature

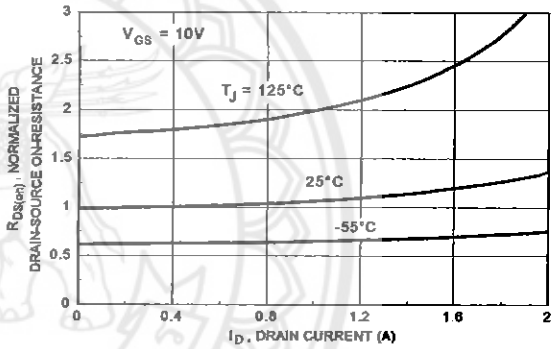


Figure 4. On-Resistance Variation with Drain Current and Temperature

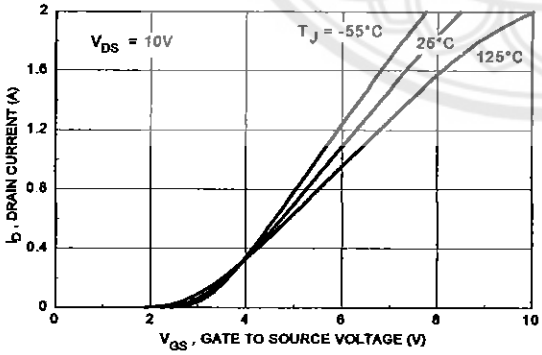


Figure 5. Transfer Characteristics

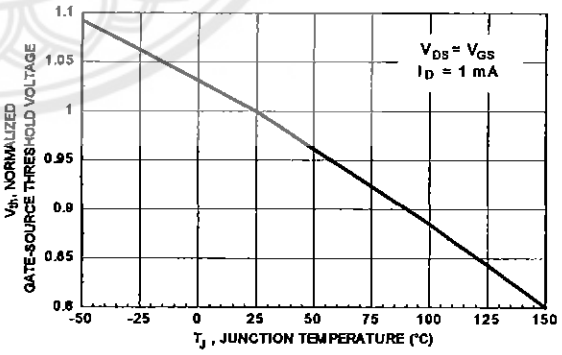


Figure 6. Gate Threshold Variation with Temperature

Typical Electrical Characteristics (continued)

2N7000 / 2N7002 /NDS7002A

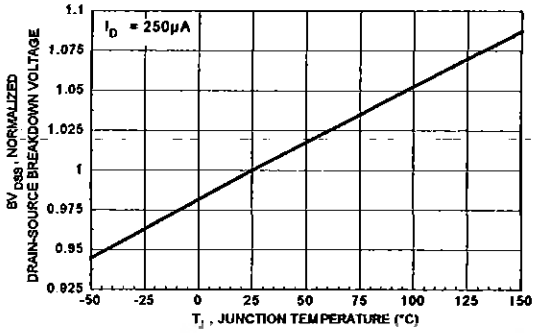


Figure 7. Breakdown Voltage Variation with Temperature

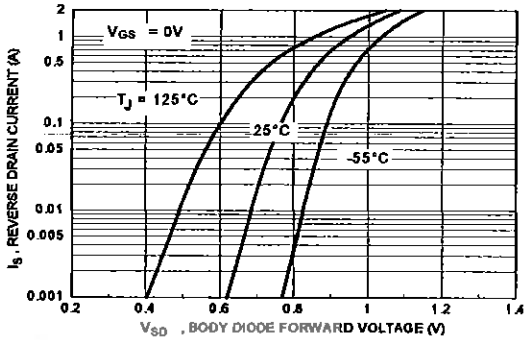


Figure 8. Body Diode Forward Voltage Variation with

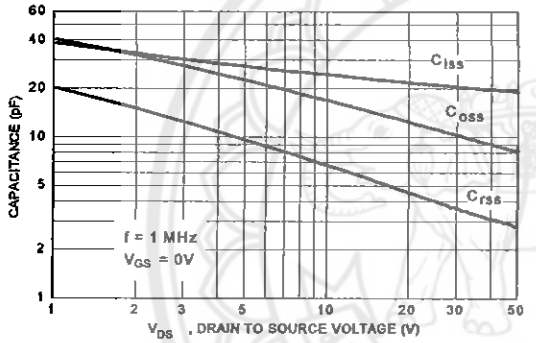


Figure 9. Capacitance Characteristics

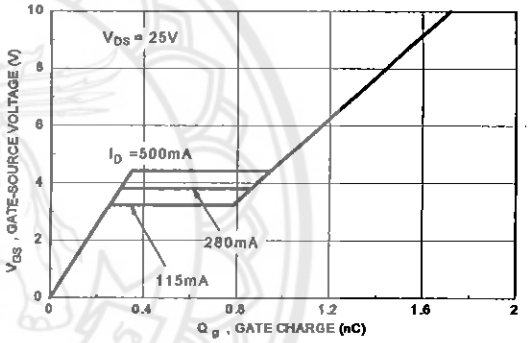


Figure 10. Gate Charge Characteristics

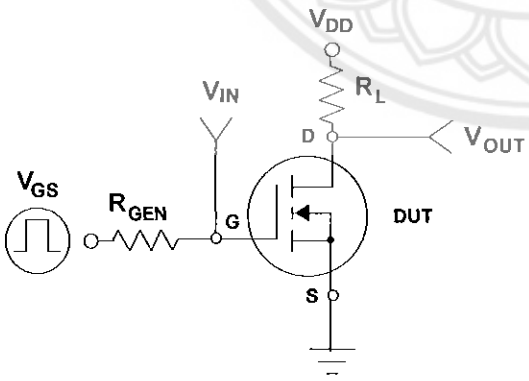


Figure 11.

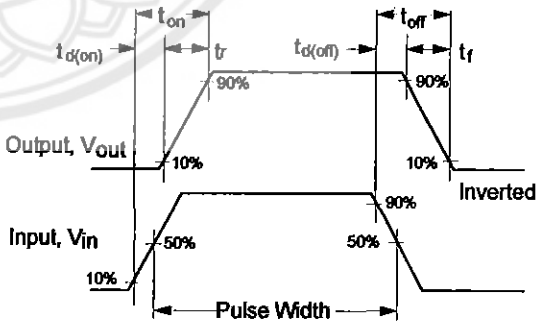


Figure 12. Switching Waveforms

Typical Electrical Characteristics (continued)

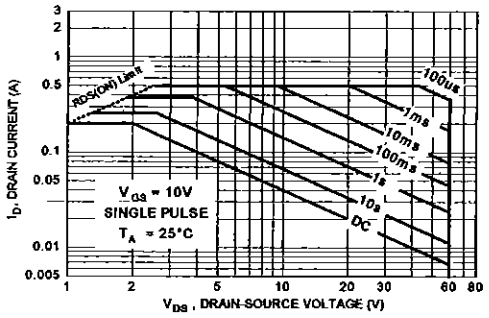


Figure 13. 2N7000 Maximum Safe Operating Area

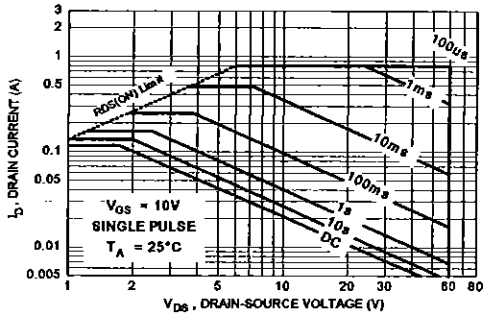


Figure 14. 2N7002 Maximum Safe Operating Area

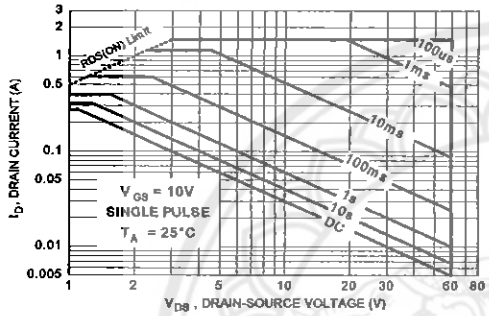


Figure 15. NDS7000A Maximum Safe Operating Area

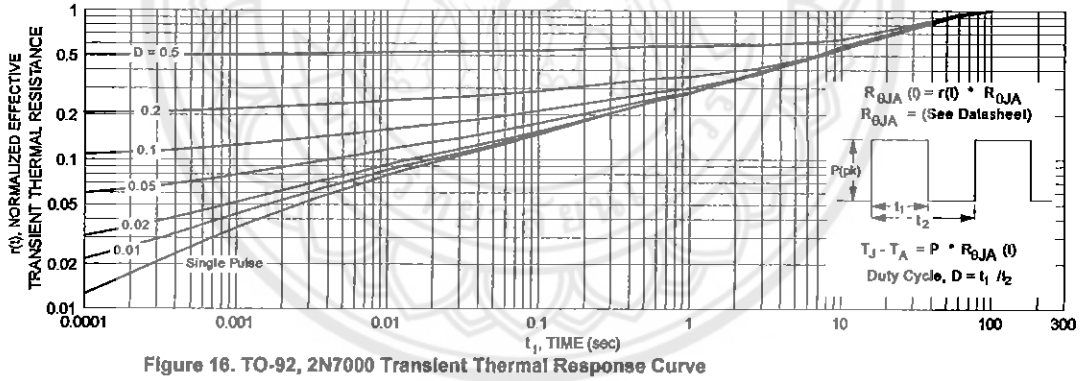


Figure 16. TO-92, 2N7000 Transient Thermal Response Curve

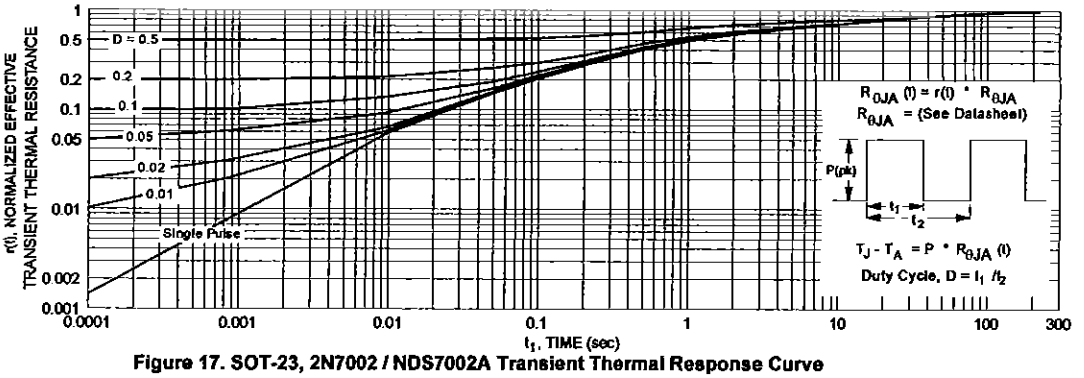


Figure 17. SOT-23, 2N7002 / NDS7002A Transient Thermal Response Curve

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	FASTr™	PowerTrench®	SyncFET™
Bottomless™	GlobalOptoisolator™	QFET™	TinyLogic™
CoolFET™	GTO™	QS™	UHC™
CROSSVOLT™	HiSeC™	QT Optoelectronics™	VCX™
DOME™	ISOPLANAR™	Quiet Series™	
E²CMOS™	MICROWIRE™	SILENT SWITCHER®	
EnSigna™	OPTOLOGIC™	SMART START™	
FACT™	OPTOPLANAR™	SuperSOT™-3	
FACT Quiet Series™	PACMAN™	SuperSOT™-6	
FAST®	POP™	SuperSOT™-8	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

Rev. G

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ **นายธนกิตติ์ อินทพุก**

ภูมิลำเนา 132/1 ม.1 ต.เขาแก้วศรีสมบรูณ์ อ.ทุ่งเสลี่ยม จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเทศบาลเมืองสวรรคโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **tanagit_ton@hotmail.com**

ชื่อ **นายพรพิสิทธิ์ วันทอง**

ภูมิลำเนา 68 ม.16 ต.บ้านควน อ.หลังสวน จ.ชุมพร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนบ้านทับวัง
- จบระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสวนศรีวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **phonpisitwantong@gmail.com**