สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบคลังสินค้ากลาง

Cargo Management System with RFID

โดย

นางสาวจิตรี ไตรรัตนวราภรณ์

นายศักดากร สอนสุภาพ

นายสมชาติ พิทักษ์ศิษย์เจริญ

ปพ.
ร4635
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 83290
วัน,เดือน,ปี 11 ส.ค. 2551

b 11965812
.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบคลังสินค้ากลาง

Cargo Management System with RFID

โดย

นางสาวจิตรี ไตรรัตนวราภรณ์ รหัส 47010101

นายศักดากร สอนสุภาพ รหัส 47010753

นายสมชาติ พิทักษ์ศิษย์เจริญ รหัส 47010801

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน

ผศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบคลังสินค้ากลาง**

CARGO MANAGEMENT SYSTEM WITH RFID

ผู้จัดทำ 1.นางสาวจิตรี ไตรรัตนวราภรณ์ 47010101

2.นายศักดากร สอนสุภาพ 47010753

3.นายสมชาติ พิทักษ์ศิษย์เจริญ 47010801

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบคลังสินค้ากลาง
CARGO MANAGEMENT
SYSTEM WITH RFID

ผู้จัดทำ 1.นางสาวจิฑรี ไตรรัตนวราภรณ์ 47010101
2.นายศักดากร สอนสุภาพ 47010753
3.นายสมชาติ พิทักษ์ศิษย์เจริญ 47010801

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

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอระบบแจ้งข้อมูลของสินค้าภายในคลังสินค้า โดยใช้เทคโนโลยีของ Radio Frequency Identification (RFID) ซึ่งเป็นระบบการจัดเก็บข้อมูลเฉพาะเพื่อบงชี้ตัวสินค้าอัตโนมัติอย่างหนึ่ง (Auto-ID) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานบริหารคลังสินค้า เป็นระบบที่มีการฝังแผ่นป้ายระบุข้อมูล (RFID Tags) ไว้ในตัวสินค้า และใช้เครื่องอ่านสัญญาณ RFID (RFID Reader) เพื่ออ่านข้อมูลของสินค้า โดยผ่านทางคลื่นวิทยุแบบอัตโนมัติ และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมก่อนส่งเข้าสู่โมดูล TRW-2.4 GHz ที่จะทำการส่งข้อมูลแบบไร้สายไปยังโมดูลอีกตัวที่ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้รับไปเทียบกับฐานข้อมูล (Data Base) ของสินค้าที่เก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งข้อมูลของสินค้าชิ้นนั้นๆ จะแสดงออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

ABSTRACT

This project presents a system to inform the goods' details in the warehouse by using Radio Frequency Identification System (RFID) technology. This technology can store specific information in order to identify each goods (Auto-ID). The proposed system can be adapted to be used in logistic management where built-in-tags system (RFID Tags) is employed and the signal reader (RFID Reader) is used to read the goods' information through automatic radio frequency. The microcontroller will control the module TRW-2.4 GHz its which sends the data wirelessly to another module connected with a main computer. After that, the received data will be compared with the stored database within the computer and the good's information is displayed on the monitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้เรามีความรู้ในการปฏิบัติงาน ทำให้เราได้รับทราบถึงปัญหาต่างๆ ที่จะต้องแก้ไขเมื่อเจอปัญหา ซึ่งช่วยให้เราสามารถแก้ปัญหาต่างๆได้ ผู้จัดทำต้องขอขอบคุณบุคคลที่ช่วยให้ความช่วยเหลือต่างๆไม่ว่าจะเป็นความคิดหรือปัญหา หรือข้อมูลต่างๆที่นำมาแลกกันดูช่วยกันอ่านพยามเข้าใจ ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้โอกาสทางการศึกษา และงบประมาณที่ได้รับ รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน และ ผศ.ดร.จีรสุดา โกษียาภรณ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาได้คอยให้คำแนะนำ เสนอแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ ทำให้โครงงานนี้สำเร็จได้ ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมที่คอยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน รวมทั้งน้องตั้มรุ่นน้องที่ให้ความช่วยเหลือทำให้โครงงานในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

นางสาวจิตรี ไตรรัตนวราภรณ์

นายศักดากร สอนสุภาพ

นายสมชาติ พิทักษ์ศิษย์เจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 องค์ประกอบของ RFID	4
2.1.1 เครื่องอ่าน (Reader) หรือ Interrogator	5
2.1.2 แทกส์ (Tags)	6
2.2 ลักษณะการทำงานของระบบ RFID	8
2.3 คลื่นพาหะและมาตรฐานของระบบ RFID ที่ใช้กันในปัจจุบัน	10
2.4 วิธีการรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กส์และเครื่องอ่าน	11
2.5 การป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-Collision)	12
2.6 ปัญหาจากการใช้งาน RFID	12
2.7 ระบบเครือข่าย Ethernet	14
2.8 ส่วนประกอบหลักที่สำคัญของเครือข่าย Ethernet	15
2.9 เฟรมบนระบบ Ethernet	15
2.10 ข้อกำหนดเกี่ยวกับขนาดของ Data Frame	16
2.11 คุณสมบัติของโมดูล TRW 2.4GHz (nRF 2401)	17
2.12 การจัดขาของโมดูล TRW 2.4GHz และหน้าที่การทำงาน	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.13 Mode of operation (โหมดดำเนินการ) 18

2.13.1 Overview 18

2.13.2 Active modes 19

2.14 Shock Burst 19

2.15 หลักการของ Shock Burst 19

2.15.1 การส่ง Shock Burst 20

2.15.2 การรับ Shock Burst 21

2.16 DUOCiever Simultaneous two channel Receive mode 22

2.17 Device configuration 23

2.17.1 Configuration สำหรับ การดำเนินการ Shock Burst 23

2.17.2 Configuration สำหรับการดำเนินการใน Direct Mode 24

2.17.3 รายละเอียดของ configuration word 25

2.17.4 Shock Burst configuration 26

2.18 General RF configuration 27

2.19 Data package Description 29

2.20 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 30

2.20.1 ภาพรวมของ MCS – 51 30

2.20.2 คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 31

2.20.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 32

2.21 ส่วนประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์ 34

2.22 ลักษณะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.22.1 หน่วยความจำภายใน (Internal Memory) 34

2.22.2 การติดต่อและควบคุมอุปกรณ์ภายนอก (I/O Interface Driving Power) 37

2.22.3 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม 37

บทที่ 3 การออกแบบวงจร 39

3.1 ภาคส่ง 39

3.1.1 ส่วนของ RFID 39

3.1.2 ส่วนของโมดูลTR-W 2.4 GHz. (nRF 2401) ด้านส่ง 44

3.2 ภาครับ 45

3.2.1 โมดูล TR-W 2.4 GHz. (nRF 2401) ด้านรับ 45

3.2.2 ระบบที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่านวงLAN 47

3.2.2.1 ส่วนประกอบฮาร์ดแวร์ของระบบ 49

3.2.2.2 ส่วนเชื่อมต่อระบบเครือข่าย 49

3.2.2.3 การติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ 50

3.2.2.4 การเข้าถึงหน่วยความจำของระบบ 52

3.2.2.5 กระบวนการส่งและรับข้อมูลของ Ethernet Controller 53

3.3 ส่วนแสดงผลData Base 57

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 59

4.1 ภาคส่ง 59

4.1.1 ส่วนของ RFID 59

4.1.2 ส่วนของโมดูลTR-W 2.4 GHz. (nRF 2401) ด้านส่ง 65

4.2 ภาครับ 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.1 ส่วนของโมดูลTR-W 2.4 GHz. (nRF 2401) ด้านรับ 67

4.2.2 วงจรโมดูลEmbedded (เชื่อมต่อเครือข่าย Ethernet) 69

4.2.3 ส่วนแสดงผลData Base 69

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ 72

เอกสารอ้างอิง 74

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงย่านความถี่แต่ละการใช้งานของ RFID 11

ตารางที่ 2.2 แสดงการใช้งานของแต่ละขา 18

ตารางที่ 2.3 แสดงระบบหลักของการใช้งานเครื่องรับส่งสัญญาณ FSK 19

ตารางที่ 2.4 แสดงการ Configuration word 24

ตารางที่ 2.5 Configuration data word 25

ตารางที่ 2.6 PLL setting 26

ตารางที่ 2.7 จำนวนของบิตใน payload 26

ตารางที่ 2.8 แอดเดรสของตัวรับ 1 และ 2 27

ตารางที่ 2.9 จำนวนบิตที่ต้องคงไว้สำหรับ RX address + CRC setting 27

ตารางที่ 2.10 RF operational setting 27

ตารางที่ 2.11 crystal frequency setting 28

ตารางที่ 2.12 RF output power setting 28

ตารางที่ 2.13 ช่องความถี่ และ การ set Rx / Tx 28

ตารางที่ 2.14 Data package Diagram 29

ตารางที่ 2.15 รายละเอียดของ Data package 30

ตารางที่ 2.16 แสดง bit ต่างๆภายใน register PSW 35

ตารางที่ 2.17 แสดง SFR ของ MCS – 51 36

ตารางที่ 2.18 การเลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์ / เคาน์เตอร์โดยใช้ M0, M1 38

ตารางที่ 3.1 การทำงานของแต่ละขาของโมดูล TR-W 2.4 GHz 46

ตารางที่ 3.2 ตาราง I/O พอร์ตของชิป CS8900A-CQ 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1บล็อกไดอะแกรมการทำงานในภาคส่ง-รับ 2

รูปที่ 2.1 ภาพแสดงองค์ประกอบหลักของ RFID 5

รูปที่ 2.2 ภาพแสดงส่วนประกอบของ RFID Reader 6

รูปที่ 2.3 เครื่องอ่าน (RFID Reader) แบบที่ใช้ในโครงงานนี้ 6
พร้อมภาพแสดงส่วนประกอบภายใน

รูปที่ 2.4 (ก) ภาพแสดงรูปทรงของ แท็กส์ชนิดต่างๆ 7

(ข) รูปโครงสร้างภายในแผ่นป้าย 8

รูปที่ 2.5 รูปแผนผังการทำงานของระบบ RFID 9

รูปที่ 2.6 ภาพแสดงระบบการทำงานอย่างง่ายของRFID 10

รูปที่ 2.7 ภาพแสดงย่านที่เหมาะสมของสายอากาศที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ 11

รูปที่ 2.8 ลักษณะโครงสร้างของเฟรมข้อมูล 16

รูปที่ 2.9 ลักษณะของ Ethernet II Frame 16

รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของTR-w 2.4GHz.Module 17

รูปที่ 2.11 รูปแสดงการจัดวางขาของ TR-w 2.4GHz 17

รูปที่ 2.12 จับเวลาข้อมูลโดย CPU ส่งโดยเทคโนโลยี Shock Burst 20

รูปที่ 2.13 การใช้กระแส RF โดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี Shock Burst 20

รูปที่ 2.14 Flow Chart ShockBurst การส่งของระบบย่อย nRF2401 21

รูปที่ 2.15 แสดงการรองรับความถี่ 2 ช่องสัญญาณของ nRF24E1 22

รูปที่ 2.16 DUOCiever โดยมี 2 ช่องสัญญาณรับข้อมูลที่เป็นอิสระต่อกัน 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.17 DATA package set-up 24

รูปที่ 2.18 โครงสร้างภายใน MCS-51 31

รูปที่ 2.19 ตำแหน่งขา MCS-51 32

รูปที่ 2.20 แผนผังการทำงานภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ 34

รูปที่ 2.21 อินเตอร์รัพต์ อีนาเบิล รีจิสเตอร์ 37

รูปที่ 2.22 อินเตอร์รัพต์ ไพออริตี้ รีจิสเตอร์ 37

รูปที่ 2.23 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ คอนโทรล รีจิสเตอร์ 37

รูปที่ 2.24 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ โหมด คอนโทรล รีจิสเตอร์ 38

รูปที่ 3.1 โฟล์วชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ 40

รูปที่ 3.2 ภาพแสดงองค์ประกอบภายใน RFID Tags 41

รูปที่ 3.3 ภาพแสดงลายวงจรของ RFID Reader 42

รูปที่ 3.4 โฟล์วชาร์ตการทำงานของแท็กส์ (Tags) 43

รูปที่ 3.5 โฟล์วชาร์ตการทำงานของ RFID 44

รูปที่ 3.6 ภาพแสดงวงจรโมดูล TR-W 2.4 GHz. (ด้านส่ง) 45

รูปที่ 3.7 ภาพแสดงวงจรโมดูล TR-W 2.4 GHz. (ด้านรับ) 47

รูปที่ 3.8 โฟล์วชาร์ตแสดงการทำงานของโมดูลTR-W 2.4 GHz 48

รูปที่ 3.9 โฟล์วชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ Ethernet ด้านส่ง 49

รูปที่ 3.10 แสดงส่วนประกอบหลักของฮาร์ดแวร์ที่ส่งข้อมูลผ่านวง LAN 50

รูปที่ 3.11 PIN OUT 50

รูปที่ 3.12 ภาพแสดงวงจรโมดูลEmbedded 52

รูปที่ 3.10 โฟล์วชาร์ตการทำงานของระบบ Ethernet ด้านรับ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.13 โฟล์วชาร์ตการทำงานของระบบ Ethernet Controller ด้านรับ 56

รูปที่ 3.14 แสดงส่วนเชื่อมต่อระบบเครือข่าย 57

รูปที่ 3.15 ภาพส่วนแสดงผล Data Base 58

รูปที่ 4.1 สัญญาณก่อนรับข้อมูลจากบัตร โดยวัดจากขา IO ของ RFID 60

รูปที่ 4.2 เมื่อรับข้อมูลจากบัตร โดยวัดจากขา IO ของ RFID 60

รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ส่ง RFID โดยวัดจากขา Tx 61

รูปที่ 4.4 สัญญาณที่รับ RFID โดยวัดจากขา Rx 61

รูปที่ 4.5 ข้อมูลของบัตรเมื่อยังไม่มีการเขียนข้อมูลใดๆลงในบัตร 62

รูปที่ 4.6 เมื่อเขียนข้อมูล 31 31 31 31 ลงในบัตร # 31 31 62

รูปที่ 4.7 เมื่อเขียนข้อมูล 32 32 32 32 ลงในบัตร # 3232 63

รูปที่ 4.8 เมื่อเขียนข้อมูล 33 33 33 33 ลงในบัตร # 3333 63

รูปที่ 4.9 เมื่อเขียนข้อมูล 34 34 34 34 ลงในบัตร # 3434 64

รูปที่ 4.10 เมื่อเขียนข้อมูล 35 35 35 35 ลงในบัตร # 3535 64

รูปที่ 4.11 แสดงหมายเลขบัตร (# 3131) ที่ถูกล็อคโดยจะไม่สามารถอ่านข้อมูลอื่นได้ 65

รูปที่ 4.12 เมื่อทำการนำบัตร # 3131 ที่ทำการล็อค มาอ่านค่าโดยเครื่องที่ Security ตรงกันกับบัตร 65

รูปที่ 4.13 วัดสัญญาณข้อมูลเทียบกับ CLK ด้านส่ง 66

รูปที่ 4.14 วัดสัญญาณที่ขา CE ด้านส่งเทียบกับข้อมูล 67

รูปที่ 4.15 ส่งข้อมูลหมายเลข (# 3131) และข้อมูล (31 31 31 31) ผ่านโมดูล TR-W 68

รูปที่ 4.16 วัดสัญญาณข้อมูลเทียบกับ CLK ด้านรับ 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.17 ข้อมูลของบัตรที่รับได้ผ่านโมดูล TR-W ของบัตร # 3131 69

รูปที่ 4.18 ภาพแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลของบัตรเมื่อผ่านโมดูลTR-Wทั้งส่งรับของบัตร#BBAA 70

รูปที่ 4.19 ภาพแสดงข้อมูลเมื่อผ่านโมดูล Embedded ของบัตรที่ไม่มีข้อมูล และบัตร Code 111111 71

รูปที่ 4.20 ภาพแสดงข้อมูลเมื่อผ่านโมดูล Embedded ของบัตรCode 222222 และบัตร Code 333333 71

รูปที่ 4.21 ภาพแสดงข้อมูลเมื่อผ่านโมดูล Embedded ของบัตรCode 444444 และบัตร Code 555555 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1 บทนำ

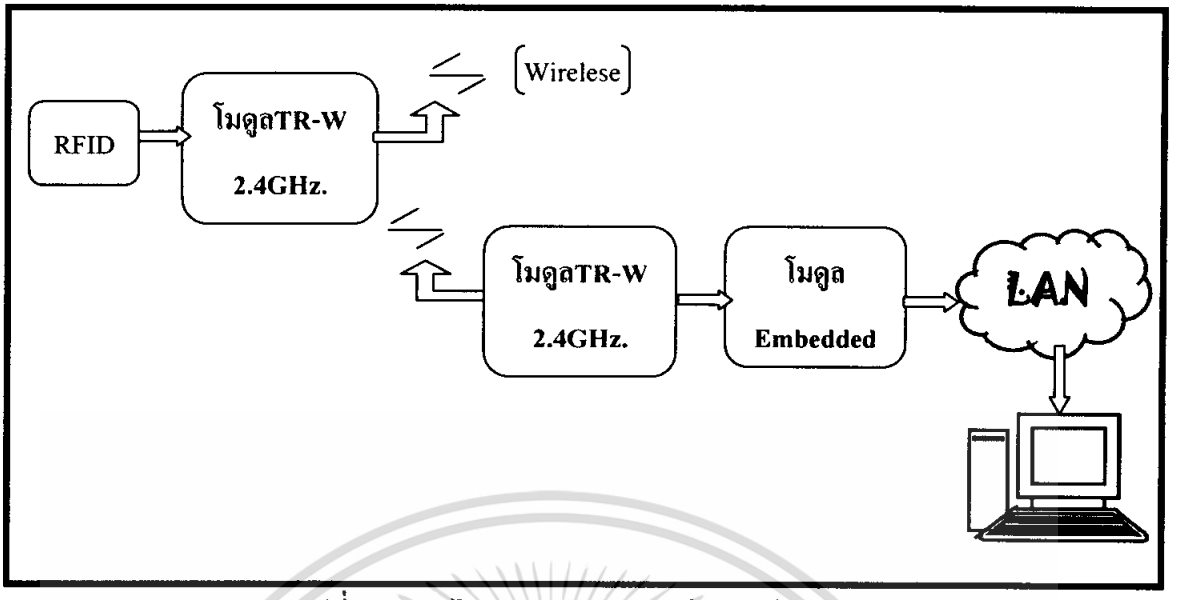
แม้ว่าในช่วงนี้จะเป็นเศรษฐกิจถดถอยและอาจทำให้การซื้อหาอะไรจะต้องคิดหน้าคิดหลังอยู่บ้าง แต่เชื่อแน่ว่าทุกคนคงเคยได้เข้าไปเดินจับจ่ายใช้ซื้อของตามห้างสรรพสินค้าต่างๆ ในขณะที่นำสินค้าไปยังเคาน์เตอร์เพื่อชำระเงิน ก็คุ้นเคยกับภาพของพนักงานที่ใช้อุปกรณ์บางอย่างตรวจสอบแถบรหัสหรือที่เรียกกันว่า แถบบาร์โค้ด บนตัวสินค้าเพื่ออ่านข้อมูลบางอย่างออกมา ซึ่งแม้ว่าฉลากแบบบาร์โค้ดจะเป็นที่นิยมและใช้กันมากในบ้านเรา แต่ทว่าวิธีการเก็บข้อมูลแบบดังกล่าวก็ยังคงมีจุดด้อยที่ควรได้รับการแก้ไขอยู่หลายๆจุด ปัญหาที่เห็นได้ชัดข้อหนึ่งคือ ปัญหาการอ่านค่าข้อมูลจากแถบดังกล่าวที่ต้องยิงลำแสงตรวจจับลงไปยังฉลากเพื่ออ่านค่ากลับ หรือใช้กล้องซีดีขนาดเล็กจับภาพฉลากขึ้นมาเพื่ออ่านภาพก็ตาม ซึ่งถ้าหากว่าแถบข้อมูลดังกล่าวมีรอยเปื้อนหรือไม่ชัดเจน การอ่านค่ากลับมาอาจมีความผิดพลาด นอกจากนั้นวิธีการอ่านค่าที่จำเป็นต้องนำเครื่องอ่านมาวางอยู่เหนือฉลากที่ต้องการอ่านค่าก็ไม่ใช่ทางที่สะดวกสำหรับงานบางประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีฉลากต้องตรวจสอบเป็นจำนวนมากๆ นี้ก็คงเป็นหนึ่งในหลายๆ เหตุผลที่ทำให้เกิดการพัฒนาระบบฉลากแบบใหม่ซึ่งมีเชื่อเรียกว่า “RFID” ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification

สำหรับในโครงงานวิศวกรรมนี้จะเป็นการสร้างอุปกรณ์ตรวจเช็คสินค้าโดยการอ่านข้อมูลผ่านฉลากที่มีแท็กส์ (Tags) บรรจุอยู่ภายในตัวสินค้านั้นๆ จะเพิ่มความสะดวกสบายในการตรวจเช็คโดยการที่สามารถตรวจเช็คสินค้าได้ครั้งละหลายๆชิ้น พร้อมๆกันในระยะที่กำหนด พร้อมทั้งยังไม่ต้องสัมผัสกับตัวสินค้าโดยตรงก็ได้ และอีกทั้งยังสามารถส่งข้อมูลมายังตัวเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเรียกข้อมูลพื้นฐาน (data base) ทำให้ทราบประวัติต่างๆ เกี่ยวกับสินค้านั้นๆ รวบไปถึงประวัติต่างๆของผู้ซื้อด้วย

1.2 หลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด (RFID Reader)

การทำงานในส่วนของภาคส่ง จะเริ่มจากการตัวอ่านข้อมูลจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่ามีแท็กส์เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่เมื่อมีแท็กส์เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แท็กส์จะได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้แท็กส์เริ่มทำงานและจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายในแท็กส์ตัวอ่านข้อมูลจะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะแปลงออกมาเป็นข้อมูลแล้วทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปส่งต่อในส่วนของโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1บล็อกไดอะแกรมการทำงานในภาคส่ง-รับ

RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบฉลากที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 โดยที่อุปกรณ์ RFID ที่มีการประดิษฐ์ขึ้นใช้งานเป็นครั้งแรกนั้น เป็นผลงานของ Leon Theremin ซึ่งสร้างให้กับรัฐบาลของประเทศรัสเซียในปี ค.ศ. 1945 ซึ่งอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาในเวลานั้นทำหน้าที่เป็นเครื่องมือดักจับสัญญาณ ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นตัวระบุเอกลักษณ์อย่างที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน

RFID ในปัจจุบันมีลักษณะเป็นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (RFID Tag) ที่สามารถอ่านค่าได้โดยผ่านคลื่นวิทยุจากระยะห่าง เพื่อตรวจ ติดตามและบันทึกข้อมูลที่ติดอยู่กับป้าย ซึ่งนำไปฝังไว้ในหรือติดอยู่กับวัตถุต่างๆเช่น ผลิตภัณฑ์ กล่อง หรือสิ่งของใดๆ สามารถติดตามข้อมูลของวัตถุ 1 ชิ้นว่า คืออะไร ผลิตที่ไหน ใครเป็นผู้ผลิต ผลิตอย่างไร ผลิตวันไหน และเมื่อไร ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนกี่ชิ้น และแต่ละชิ้นมาจากที่ไหน รวมทั้งตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุนั้น ๆในปัจจุบัน ว่าอยู่ส่วนใดในโลก โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการสัมผัส (Contact-Less) หรือต้องเห็นวัตถุนั้นๆ ก่อน ทำงานโดยใช้เครื่องอ่านที่สื่อสารกับป้ายด้วยคลื่นวิทยุในการอ่านและเขียนข้อมูล RFID มีข้อได้เปรียบเหนือกว่าระบบบาร์โค้ดดังนี้

1.มีความละเอียด และสามารถบรรจุข้อมูลได้มากกว่า ซึ่งทำให้สามารถแยกความแตกต่างของสินค้าแต่ละ ชิ้นแม้จะเป็น SKU (Stock Keeping Unit – ชนิดสินค้า) เดียวกันก็ตาม

2.ความเร็วในการอ่านข้อมูลจากแถบ RFID เร็วกว่าการอ่านข้อมูลจากแถบบาร์โค้ดหลายสิบเท่า สามารถอ่านข้อมูลได้พร้อมกันหลาย ๆ แถบ RFID

3.สามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องรับได้โดยไม่จำเป็นต้องนำไปจ่อในมุมที่เหมาะสมอย่างการใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Non-Line of Sight)

4.ค่าเฉลี่ยของความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยเทคโนโลยี RFID นั้นจะอยู่ที่ประมาณ 99.5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ความถูกต้องของการอ่านข้อมูลด้วยระบบบาร์โค้ดอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.สามารถเขียนทับข้อมูลได้ จึงทำให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งจะลดต้นทุนของการผลิตป้ายสินค้า ซึ่งคิดเป็นประมาณ 5% ของรายรับของบริษัท

6.สามารถขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการอ่านข้อมูลซ้ำที่อาจเกิดขึ้นจากระบบบาร์โค้ด

7.ความเสียหายของป้ายชื่อ (Tag) น้อยกว่าเนื่องจากไม่จำเป็นต้องติดไว้ภายนอกบรรจุภัณฑ์

8.ระบบความปลอดภัยสูงกว่า ยากต่อการปลอมแปลงและลอกเลียนแบบ

9.ทนทานต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก

วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการนี้เป็นโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ RFID เพื่อใช้ในงานตรวจเช็คระบบคลังสินค้า ชนิดไร้สัมผัส (Contactless) เพื่อสร้างความสะดวกสบายต่อการใช้ตรวจสอบสินค้าจำนวนมากภายในเวลาอันสั้น และสามาถนำไปพัฒนาต่อในเชิงพาณิชย์ เป็นการยกระดับขีดความสามารถในการพัฒนา ออกแบบ และผลิตอุปกรณ์ด้านต่างๆ ได้อีกมาก และสนับสนุนให้เกิดผลผลิตทางการออกแบบวงจรรวมของสถาบันวิจัยในประเทศ ซึ่งเป็นฐานสำหรับการพัฒนาบุคลากรทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ชั้นสูงทั้งยังสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างมากให้กับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ทฤษฎี และหลักการ

2.1 องค์ประกอบของ RFID

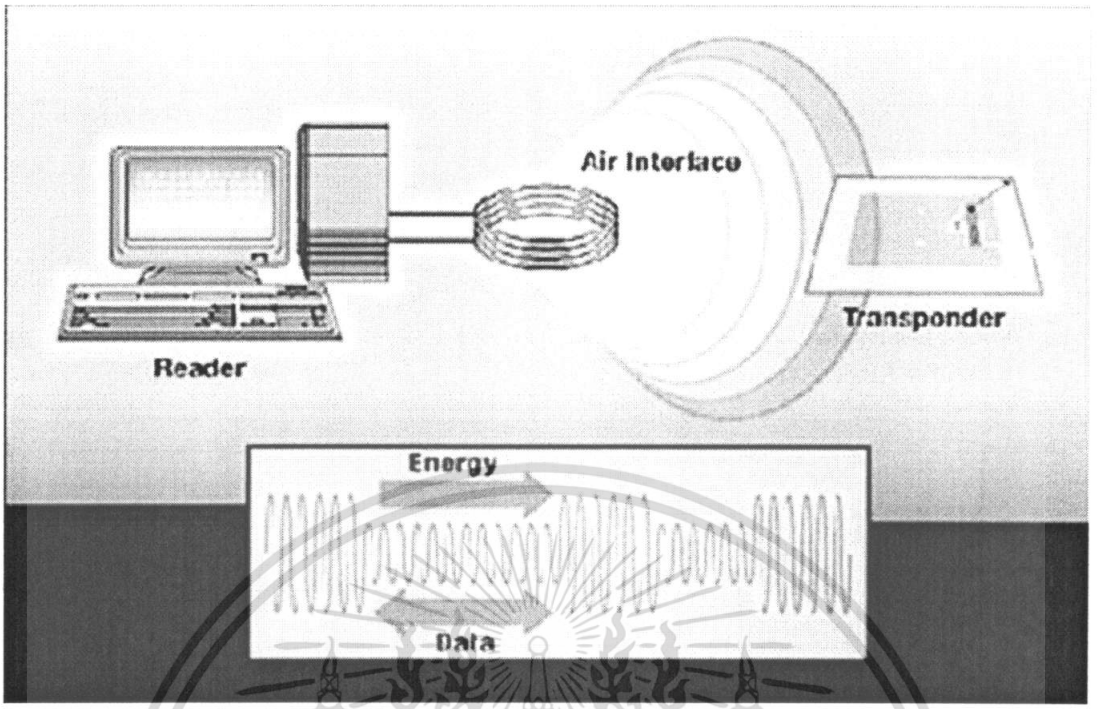
จะมีอยู่ 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนฉลาก (ป้ายขนาดเล็ก) ที่จะถูกผลึกอยู่กับวัตถุที่เราสนใจ โดยฉลากที่ว่าจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้ ฉลากดังกล่าวมีชื่อเรียกอย่างเป็นทางการว่า ทรานสพอนเดอร์ (Transponder, Transmitter & Responder) หรือที่ต่อไปจะเรียกว่า แทกส์ (Tag) ส่วนที่สองมีชื่อเรียกว่า ทรานสซิฟเวอร์ (Transceiver, Transmitter & Receiver) หรือที่ต่อไปจะเรียกว่า เครื่องอ่าน (Reader) ดังรูป

จุดเด่นของระบบ RFID

1. การอ่านข้อมูลของฉลากที่ได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัส
2. สามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนะวิสัยไม่ดี
3. ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก
4. สามารถอ่านข้อมูลได้ถูกต้องรวดเร็ว

ปัจจุบันมีการนำระบบ RFID มาใช้งานในงานหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรประจำตัวประชาชน บัตรเอทีเอ็ม บัตรสำหรับผ่านเข้าออกสำนักงาน บัตรโดยสารของสายการบิน บัตรจอดรถ จนกระทั่ง ฉลากสินค้าต่างๆ หรือแม้แต่ฝังลงในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติ เป็นต้น การนำระบบ RFID มาใช้งานก็เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบการผ่านเข้าออกบริเวณใดบริเวณหนึ่งหรือเพื่ออ่านหรือเก็บข้อมูลบางอย่างเอาไว้ ยกตัวอย่างในกรณีที่เป็นฉลากสินค่า ระบบ RFID ก็จะถูกนำมาไปใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสินค่า เพื่อให้สามารถทราบที่มาที่ไปของสินค้าชิ้นนั้นๆ ได้เป็นต้น สำหรับรูปแบบของเทคโนโลยี RFID ที่ใช้ในการดังกล่าวก็มีทั้งแบบสมาร์ตการ์ดที่สามารถถูกเขียนหรืออ่านข้อมูลออกมาได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับเครื่องอ่านบัตร หรือคอมแทคเลสสมาร์ตการ์ด (Contract less smartcard) เหรียญ (Coin) ป้าย (Tag) หรือฉลากซึ่งมีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษหรือฝังเอาไว้ในตัวสัตว์ได้เลยที่เดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



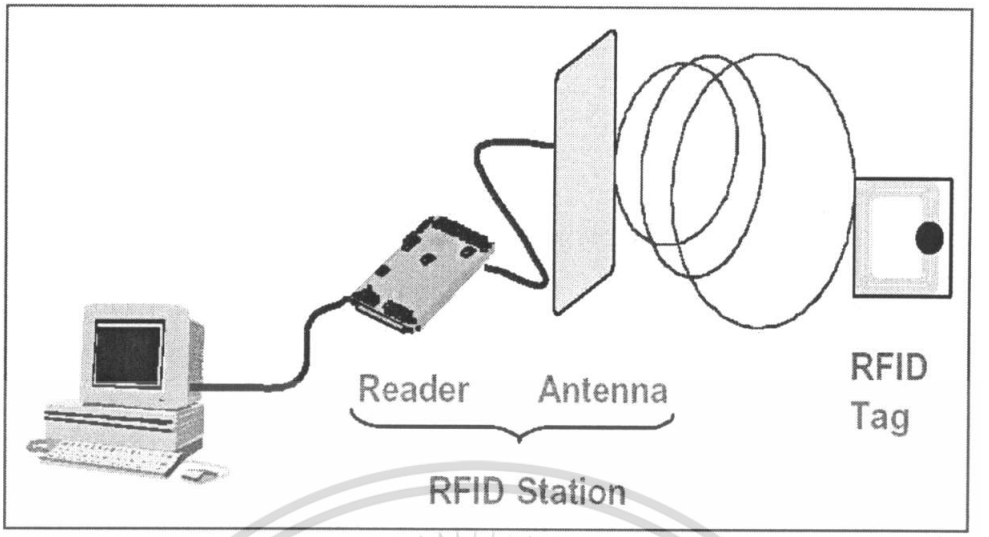
รูปที่ 2.1 ภาพแสดงองค์ประกอบหลักของ RFID

2.1.1 เครื่องอ่าน (Reader) หรือ Interrogator

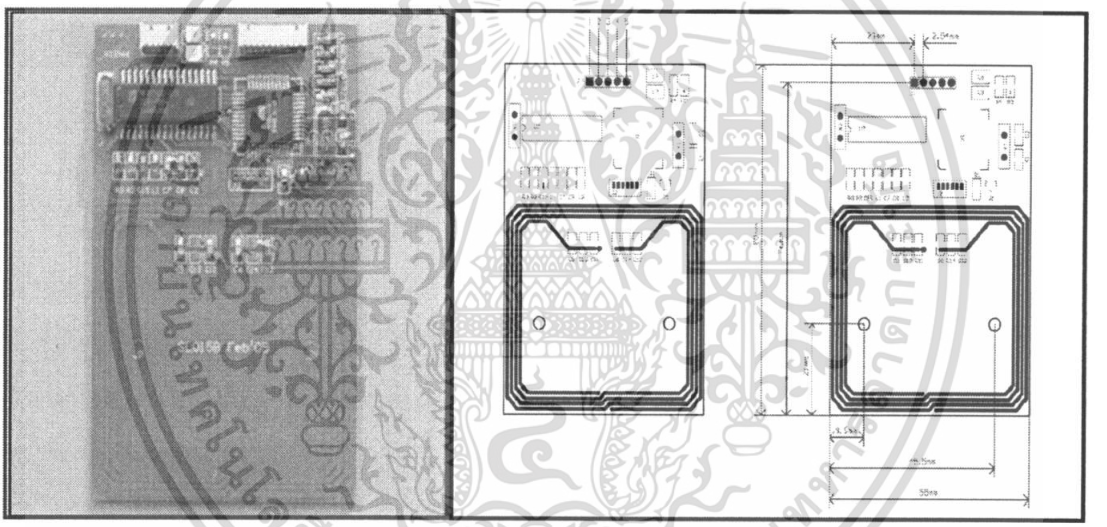
หน้าที่สำคัญของตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ก็คือการรับข้อมูลที่ส่งมาจากแท็กส์ แล้วทำการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ถอดรหัสสัญญาณข้อมูลที่ได้รับซึ่งกระทำโดย ไมโครคอนโทรเลอร์ อัลกอริทึมที่อยู่ในเฟิร์มแวร์ (Firmware) ของตัวไมโครคอนโทรเลอร์จะทำหน้าที่ใน การส่งสัญญาณ ถอดรหัสสัญญาณที่ได้ และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำข้อมูลผ่านเข้าสู่ กระบวนการต่อไป นอกจากนี้ตัวอ่านข้อมูลที่ดีต้องมีความสามารถในการป้องกันการอ่านข้อมูลซ้ำ เช่น ในกรณีที่แท็กถูกวางทิ้งอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตัวอ่านข้อมูลสร้างขึ้น หรืออยู่ในระยะการ รับส่ง ก็อาจทำให้ตัวอ่านข้อมูลทำการรับหรืออ่านข้อมูลจากแท็กซ้ำอยู่เรื่อยๆไม่สิ้นสุด

ดังนั้นตัวอ่านข้อมูลที่ดีต้องมีระบบป้องกันเหตุการณ์เช่นนี้ที่เรียกว่าระบบ "Hands Down Polling" โดยตัวอ่านข้อมูล จะสั่งให้แท็กส์หยุดการส่งข้อมูลในกรณีเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว หรืออาจมีบาง กรณีที่มีแท็กส์หลายแท็กส์อยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมกัน หรือที่เรียกว่า "Batch Reading" ตัว อ่านข้อมูลควรมีความสามารถที่จะจัดลำดับการอ่านแท็กส์ทีละตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ภาพแสดงส่วนประกอบของ RFID Reader



รูปที่ 2.3 เครื่องอ่าน (RFID Reader) แบบที่ใช้ในโครงงานนี้ พร้อมภาพแสดงส่วนประกอบภายใน

2.1.2 แทกส์ (Tags)

โครงสร้างภายในของแทกส์จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ส่วนของไอซีหรือชิปและส่วนที่สองคือขดลวดซึ่งทำหน้าที่เป็นสาอากาศสำหรับรับส่งสัญญาณ แทกส์ที่มีการใช้งานอยู่นั้นจะมีอยู่ 2 ชนิดใหญ่ๆ โดยแต่ละชนิดก็จะมีความแตกต่างกันในแง่ของการใช้งาน ราคา โครงสร้างและหลักการทำงานอยู่ ซึ่งจะขอกล่าวและอธิบายแยกเป็นหัวข้อดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Passive RFID Tags

แทกส์ชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องรับแหล่งจ่ายไฟใดๆ เพราะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่แล้ว ระยะการสื่อสารข้อมูลที่ทำได้สูงสุด 1.5เมตร มีหน่วยความจำขนาดเล็ก (ทั่วไปประมาณ 32 – 128 บิต) มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ

ไอซีของแท็กส์ชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเป็นไปจนถึงขนาดใหญ่จนสะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดงานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กส์นั้นก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆได้แก่ ส่วนของหน่วยความจำ, ส่วนควบคุมภาคลอจิก และส่วนของควบคุมการทำงานของภาครับส่งสัญญาณวิทยุ

2) Active RFID Tags

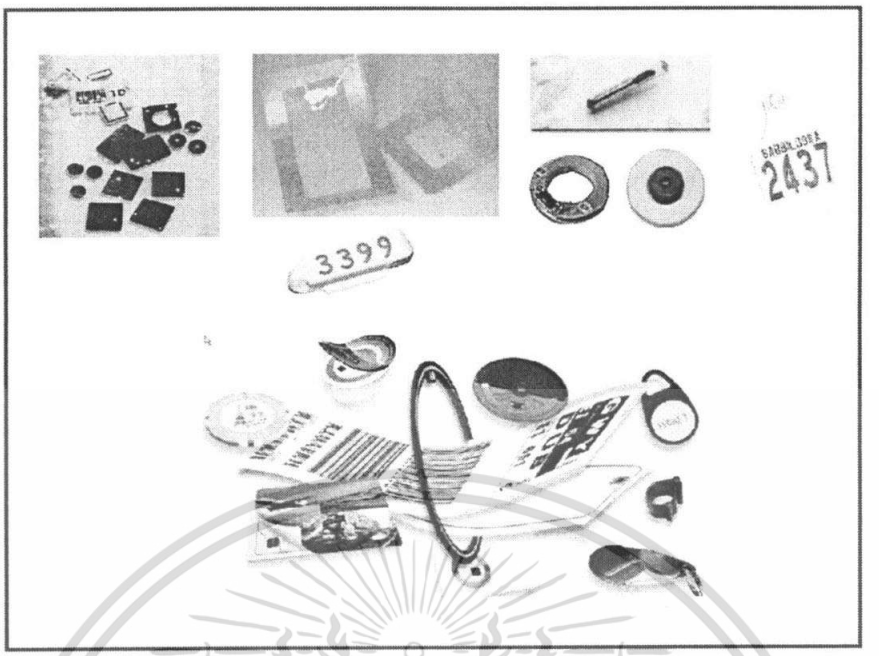
แท็กส์ชนิดนี้จะใช้แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ขนาดเล็ก มีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ มีระยะการสื่อสารข้อมูลที่ทำได้สูงสุดถึง 6 เมตรแม้ว่าแท็กส์ชนิดนี้จะมีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มีข้อเสียอยู่ด้วยเหมือนกัน เช่น มีราคาต่อหน่วยแพง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัด

นอกจากการแบ่งจากชนิดที่ว่ามาแล้วแท็กส์ก็ยังถูกแบ่งประเภทจากรูปแบบในการใช้งานได้เป็น 3 แบบ คือ แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read – write), แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write-Once, Read-Many หรือ WORM) และแบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-only) ด้วย อย่างไรก็ตามเนื่องจากในการใช้งานเพื่อเป็นฉลาก นิยมใช้แท็กส์ชนิดพาสซีฟมากกว่าในที่นี้จึงจะขอกล่าวถึงเฉพาะแท็กส์ชนิดนี้เป็นหลัก

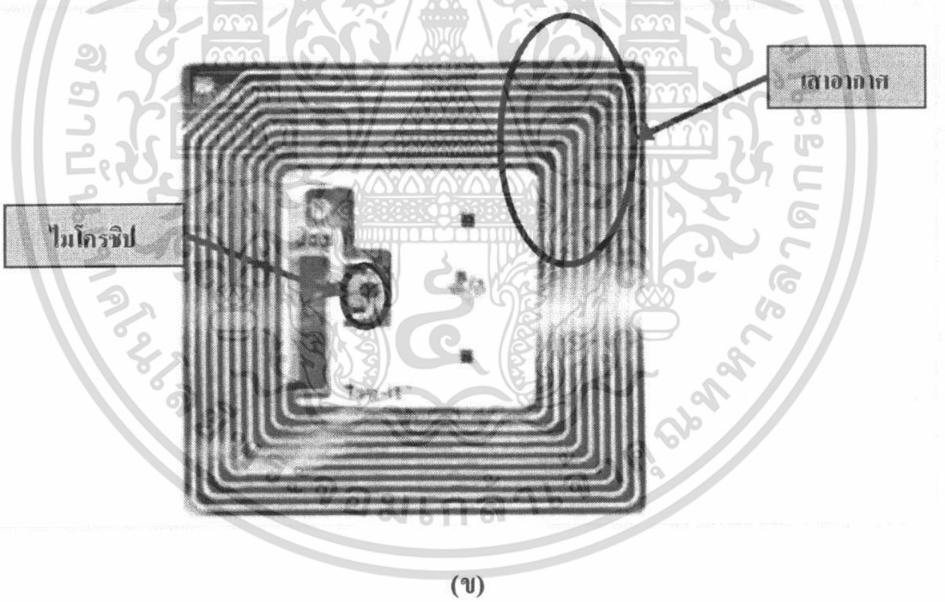
2.2 ลักษณะการทำงานของระบบ RFID

หัวใจของเทคโนโลยี RFID ได้แก่"Inlay" ที่บรรจุอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับโลหะที่ยืดหยุ่นได้สำหรับการติดตามหรือทำหน้าที่เป็นเสาอากาศนั่นเอง Inlay มีความหนาสูงสุดอยู่ที่ 0.375 มิลลิเมตร สามารถทำเป็นแผ่นบางอัดเป็นชั้น ๆ ระหว่างกระดาษ, แผ่นฟิล์ม หรือพลาสติกก็ได้ ซึ่งเป็นการผลิตเครื่องหมายหรือฉลาก จากวัสดุที่มีราคาไม่แพงมากนัก ซึ่งจะเห็นว่า Inlay มีลักษณะรูปร่างที่บางมากจึงทำให้ง่ายต่อการติดเป็นป้ายชื่อหรือฉลากของชิ้นงานหรือวัตถุนั้น ๆ ได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

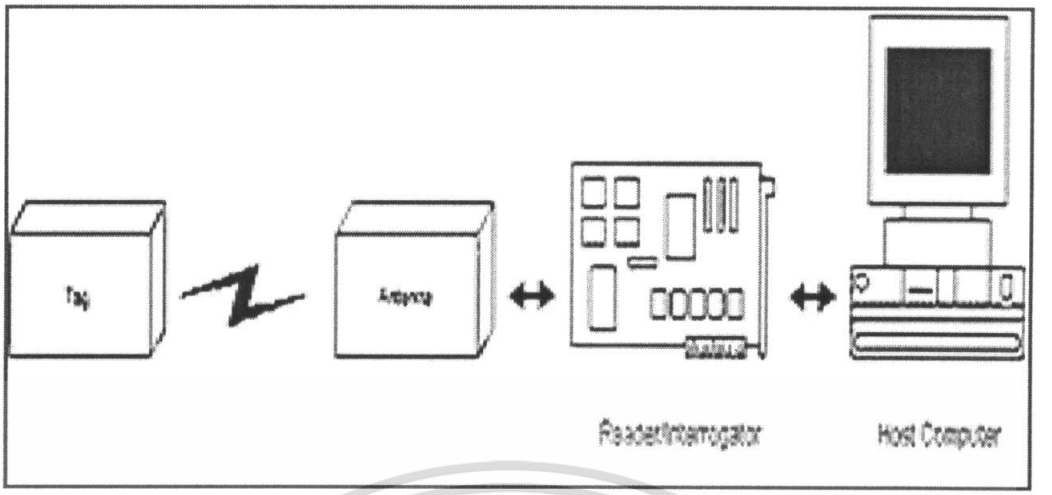


(ข)

รูปที่ 2.4 (ก) ภาพแสดงรูปทรงของ แท็กส์ชนิดต่างๆ (ข) รูปโครงสร้างภายในแผ่นป้าย

RFID เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมาเป็นคลื่นพาหะเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิดที่เรียกว่า แท็กส์ (Tag) และตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) โดยการนำข้อมูลที่ต้องการส่ง มาทำการมอดูเลต (Modulation) กับคลื่นวิทยุแล้วส่งออกผ่านทางสายอากาศที่อยู่ในตัวรับข้อมูล ดังแผนผังการทำงานของระบบ RFIDดังในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 รูปแผนผังการทำงานของระบบ RFID

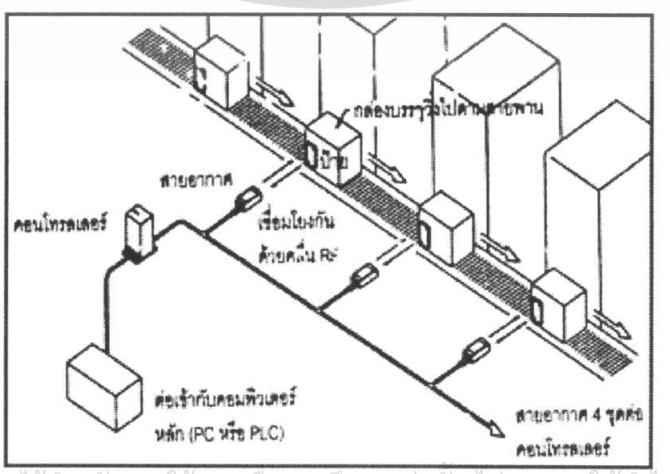
หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID

1. ตัวอ่านข้อมูลจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่ามีแท็กส์เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการคอยตรวจจับว่ามีการมอดูเลตสัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่

2. เมื่อมีแท็กส์เข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แท็กส์จะได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้แท็กส์เริ่มทำงาน และจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายในแท็ก

3. คลื่นพาหะที่ถูกส่งออกมาจากแท็กส์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูด, ความถี่ หรือเฟสขึ้นอยู่กับวิธีการมอดูเลต

4. ตัวอ่านข้อมูลจะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะแปลงออกมาเป็นข้อมูลแล้วทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 ภาพแสดงระบบการทำงานอย่างง่ายของRFID

2.3 คลื่นพาหะและมาตรฐานของระบบ RFID ที่ใช้กันในปัจจุบัน

สำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันในระบบของ RFID แบ่งออกได้เป็น 3 ย่านหลักได้แก่

ย่านความถี่ต่ำ 125-400 กิโลเฮิรตซ์

ย่านความถี่ปานกลาง 4-24 เมกะเฮิรตซ์

ย่านความถี่สูง 0.9-2.45 กิกะเฮิรตซ์

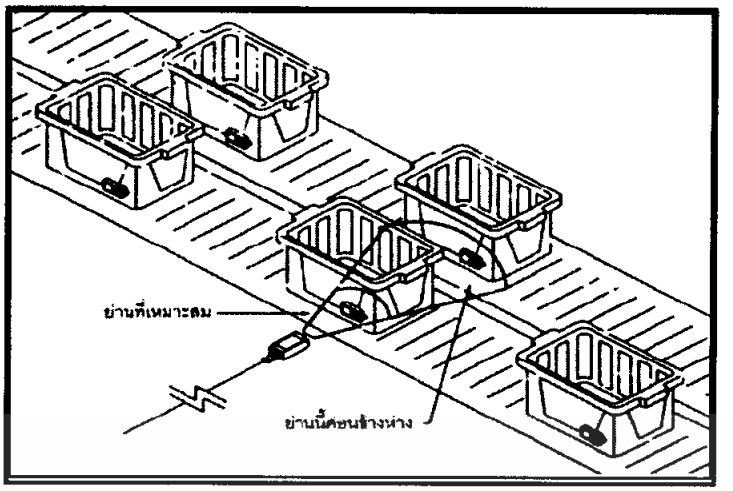
ในแง่การใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะใกล้เช่น การตรวจสอบการผ่านเข้าออกพื้นที่ การตรวจหาและเก็บประวัติในสัตว์ ส่วนย่านความถี่ท้ายสุดจะถูกใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสานข้อมูลในระยะไกล เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วนเป็นต้น

ในแง่ของราคาและความเร็วในการสื่อสารข้อมูล เมื่อเทียบกันแล้ว RFID ซึ่งใช้คลื่นพาหะย่านความถี่สูงเป็นระบบที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสุดและมีราคาแพงที่สุดด้วยเช่นกัน ส่วน RFID ที่ใช้คลื่นพาหะในอีก 2 ย่านความถี่จะมีระดับราคาและความเร็วลดหลั่นกันไป

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงย่านความถี่แต่ละการใช้งานของ RFID

ย่านความถี่		ระยะทาง	การใช้งาน
ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency : LF)	125-134 kHz.	18 นิ้ว	ปศุสัตว์ หรือป้ายสินค้ากันขโมยที่อ่านในระยะใกล้ หรือระบบกันขโมยรถยนต์
ย่านความถี่สูง (High Frequency : HF)	13.55-13.56 MHz.	3 ฟุต อ่านได้เร็ว (10-100 ป้ายต่อวินาที)	ห้องสมุด สมาร์ดการ์ด ระบบติดตามหนังสือ ระบบเปิด-
ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency : UHF)	400-1000 MHz. (USAใช้ 433MHz.)	10-30 ฟุตอ่านได้เร็วมาก(100-1000ป้ายต่อวินาที)	ตู้สินค้า รถบรรทุก แท่นยกสินค้า(pallet)
ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave Frequency)	2.45-5.8 GHz.	>30 ฟุต	อุปกรณ์ไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ภาพแสดงย่านที่เหมาะสมของสายอากาศที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 วิธีการรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กส์และเครื่องอ่าน

โดยมากมักจะใช้วิธีการมอดูเลตทางแอมปลิจูดหรือใช้การมอดูเลตทางแอมปลิจูดบวกกับการเข้ารหัสแมนเชสเตอร์ (Manchester encoded AM) แต่ทว่าในปัจจุบันก็มีแท็กส์ที่ใช้การมอดูเลตแบบอื่นๆ ด้วย เช่น การมอดูเลชั่นแบบเฟสชิฟคีย์อิ้ง (Phase Shift Keying: PSK) ฟรีเควนซี่ชิฟคีย์อิ้ง (Frequency Shift Keying: FSK) หรือการใช้การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation: FM)

ในการรับส่งข้อมูลหรือสัญญาณวิทยุระหว่างแท็กส์กับเครื่องอ่าน จะได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อเมื่อสายอากาศมีความยาวที่เหมาะสมกับความถี่พาหะที่ใช้งาน เช่น เมื่อความถี่ใช้งานเป็น 13.56 เมกะเฮิรตซ์ ความยาวของเสาอากาศ (เป็นเส้นตรง) ที่เหมาะสมก็คือ 22.12 แน่นอนว่าในทางปฏิบัติคงไม่สามารถนำเสาอากาศที่ใหญ่ขนาดนั้นมาใช้งานกับแท็กส์ขนาดเล็กได้ สายอากาศที่ดูจะเหมาะจะใช้ร่วมกับแท็กส์มากที่สุดก็คือ สายอากาศที่เป็นขดลวดขนาดเล็กหรือที่มีชื่ออย่างเป็นทางการว่าสายอากาศแบบแมกเนติกไดโพล (Magnetic dipole Antenna) รูปแบบของสายอากาศแบบนี้ก็จะมีอยู่หลากหลายทั้งแบบที่เป็นขดลวดพันแกนอากาศหรือแกนเฟอร์ไรต์ แบบที่เป็นวงลูปที่ทำขึ้นจากลายทองแดงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ทั้งที่เป็นลูปแบบวงกลมและสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ความเหมาะสมในการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามความถี่พาหะและประเภทของงานด้วยเช่นกัน

นอกจากการรับส่งข้อมูลแล้วสายอากาศก็ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับแท็กส์ด้วย โดยอาศัยหลักการทำงานตามแนวคิดของไมเคิลฟาราเดย์ เรื่องแรงดันเหนี่ยวนำในขดลวดที่เกิดขึ้นจากเส้นแรงแม่เหล็ก (จากเครื่องอ่าน) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Time-varying magnetic field) พุ่งผ่านสายอากาศของแท็กส์ เมื่อแท็กส์และเครื่องอ่านตั้งอยู่ห่างกันในระยะ 0.16 เท่าของความยาวของคลื่นพาหะที่ใช้ เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า Transformer-type Coupling ซึ่งเป็นปรากฏการณ์แบบเดียวกับการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นระหว่างขดลวดปฐมภูมิ (Primary) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) ในทรานสฟอร์เมอร์ (Transformer) จะเป็นวงจรพื้นฐานสำหรับอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลของแท็กส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-Collision)

ในการที่จะรับข้อมูลจากแท็กส์หลายๆอัน ทั้งแท็กส์และตัวเครื่องอ่านต้องได้รับการออกแบบให้รองรับกับสภาวะที่มีแท็กส์มากกว่า 1 อันทำงาน (ส่งสัญญาณ) มิเช่นนั้นสัญญาณพาหะก็จะมีการส่งออกในเวลาเดียวกันทำให้เกิดการชนของสัญญาณ (Collision) จะทำให้ไม่มีข้อมูลใดๆส่งถึงตัวเครื่องอ่านเลย การติดต่อระหว่างแท็กส์กับตัวเครื่องอ่านเปรียบเสมือน บัสแบบอนุกรม แต่บัสชนิดนี้จะในการส่งสัญญาณจะใช้อากาศเป็นตัวกลาง ในระบบบัสที่ใช้เคเบิ้ลเป็นตัวกลางก็ต้องมีการควบคุมไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณ RFIDก็จำเป็นที่จะต้องมีการป้องกันให้มีการส่งสัญญาณจากแท็กส์อันเดียวต่อช่วงเวลานั้นเช่นกัน

2.6 ปัญหาในการใช้งาน

ปัญหาการใช้เทคโนโลยี RFID ระบบและเทคโนโลยีใหม่ ๆที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลที่เกิดจากความต้องการของมนุษย์ทั้งสิ้น แต่หากเทคโนโลยีต่าง ๆ ไม่เกิดขึ้นมนุษย์ก็จะไม่มีการพัฒนา ดังนั้นการที่จะนำเทคโนโลยีมาใช้งานในหน่วยงานหรือองค์กรนั้นจำเป็นจะต้องมีการเตรียมการถึงด้านต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการใช้งาน แต่ปัญหาบางอย่างก็เกิดจากความไม่รู้ถึงกระบวนการขั้นตอนการใช้งานของผู้ใช้งานตรงนี้ทางหน่วยงานหรือองค์กรจำเป็นจะต้องมีการฝึกอบรมบุคลากรอยู่เสมอและจะต้องฝึกให้บุคลากรมีความเอาใจใส่ต่อหน้าที่ที่รับผิดชอบไม่เช่นนั้นแล้วเทคโนโลยีที่เข้ามาแทนที่จะช่วยให้ดีขึ้นกลับกลายเป็นแย่ลง มีทั้งหมด 4 ด้าน

1.ด้านความถี่ที่ใช้งานของ RFID

ความถี่ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลของระบบ RFID การใช้ความถี่คลื่นวิทยุนั้นจะต้องอยู่ภายใต้การควบคุมของหน่วยงานที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแลการใช้ย่านความถี่ทำให้การเลือกใช้ Tags ที่มีความสามารถในการส่งสัญญาณได้ดีนั้นถูกจำกัดลง การใช้ความถี่ที่ต่ำจะมีผลทำให้ถูกรบกวนจากคลื่นวิทยุใกล้เคียงได้ง่ายกว่าเช่น คลื่นจากโทรศัพท์มือถือ คลื่นจากโทรทัศน์ เป็นต้น เพราะ tag ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะอยู่ในย่านความถี่ 135 Khz ,13.56 Mhz , 27.125 Mhz ถ้าสูงขึ้นจะเป็น 2.45 Ghz ราคาของ tag จะสูงขึ้นแต่จะทำให้การรบกวนของสัญญาณน้อยลง ดังนั้นหากหน่วยงานใดที่มีการนำเทคโนโลยี RFID ไปใช้งานก็ต้องพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการรบกวนของสัญญาณว่าเป็นอย่างไร เช่นมีการติดตั้งตัวอ่านไว้ใกล้กับเครื่องส่งวิทยุ หรือ ใกล้เครื่องรับโทรทัศน์ หรือจากการใช้โทรศัพท์มือถือ ตัวแปรต่าง ๆเหล่านี้ย่อมมีผลต่อการลดทอนการทำงานของระบบ RFID ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลเกิดความผิดพลาดขึ้นมาได้

2.ด้านวัสดุที่นำ Tag ไปติดตั้ง

เนื่องจากคุณสมบัติของคลื่นวิทยุจะมีคุณสมบัติของการการสะท้อนกลับ(Reflection) การหักเห (Refraction) การแพร่กระจายคลื่น (Diffraction) การแทรกสอดของคลื่น(Interference) สาเหตุที่เกิดการหักเหของทางเดินของคลื่นวิทยุ เนื่องจากความเร็วของคลื่นวิทยุในตัวกลาง ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันจะไม่เท่ากัน เช่น คลื่นวิทยุจะเดินทางในน้ำบริสุทธิ์จะช้ากว่าเดินทางในอากาศถึง 9 เท่า เป็นต้น ดังนั้น ผลิตภัณฑ์บางอย่างก็ไม่สามารถนำมา ติด Tag RFID ได้

3.ด้านสิทธิส่วนบุคคล

ทุกสิ่งย่อมมีสองด้านเสมอ และเทคโนโลยี RFID ก็เช่นเดียวกัน ถึงแม้จะมีคุณประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน แต่ก็สามารถก่อให้เกิดผลเสียกับประชาชน หรือผู้บริโภคได้ ด้วยคุณสมบัติอันอัจฉริยะของเทคโนโลยี เช่น ประวัติการซื้อสินค้า หรือข้อมูลประจำตัวของเราอาจถูกบันทึกไว้ตอนซื้อสินค้าในร้านค้า และข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปใช้โดยเจ้าของร้านค้า เพื่อทำโฆษณาขายสินค้าให้ตรงกับพฤติกรรมาของเราต่อไป นั่นหมายถึงเราจะถูกรุกรานจากโฆษณาเหล่านั้นอยู่เสมอ หรือในกรณีที่เรามี tag อยู่กับตัว ไม่ว่าจะติดอยู่กับเสื้อผ้า รองเท้า หรือสิ่งของต่าง ๆ เมื่อเราอยู่ในรัศมีสัญญาณของเครื่องอ่าน (Readers) ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเราจะถูกเปิดเผย ทั้งหมดนี้ หมายถึงสิทธิส่วนบุคคลของเราได้ถูกละเมิด โดยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดังกล่าวแล้ว ซึ่งในหลายประเทศให้ความสำคัญ และหาทางป้องกันกับเรื่องนี้ โดยมีการออกกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล เพื่อป้องกันการละเมิดสิทธิดังกล่าว แต่สำหรับประเทศไทย ประชาชนยังให้ความสำคัญต่อข้อมูลส่วนบุคคลค่อนข้างน้อย ดังนั้นทางผู้ที่เกี่ยวข้องจึงควรมีการเผยแพร่ และกระตุ้นให้ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญ ควบคู่ไปกับการพัฒนากฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้สามารถรองรับและป้องกันความเสี่ยงอันเกิดจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบัน และอนาคตได้

4.ด้านความปลอดภัยของข้อมูล

พบช่องโหว่ในระบบพาสปอร์ตอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีการใช้ชิป RFID (Radio Frequency Identification) ที่ได้รับความนิยมใช้งานในการ์ดประเภทต่าง ๆ สำหรับยืนยันตัวบุคคล และเก็บข้อมูลโดยเฉพาะเอกสารสำหรับการเดินทางในต่างประเทศอย่างพาสปอร์ต (Passport) เนื่องจากสามารถย่นเวลาในการตรวจเอกสารเข้าเมืองของเจ้าหน้าที่ลงได้มากกว่าเดิม แต่พบว่าการปลอมแปลงข้อมูลจากชิปดังกล่าวทำได้ง่ายมาก เพียงแค่มีเครื่องอ่าน (RFID reader) กับเครื่องไรท์ข้อมูลลงบัตรสมาร์ทการ์ด (Smart Card Writer) เท่านั้น ดังนั้นการที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุดจำเป็นจะต้องปรับปรุงแก้ไขระบบการทำงานและกระบวนการใช้งานของเทคโนโลยีที่เหมาะสมพอที่จะให้โอกาสหรือหนทางของกลุ่มมิจฉาชีพนั้นมีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.7 ระบบเครือข่าย Ethernet

ระบบเครือข่าย Ethernet เป็นระบบเครือข่ายท้องถิ่นหรือ LAN (Local Area Network) ประกอบด้วยส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ที่ทำงานร่วมกันเพื่อการส่งถ่ายข้อมูลในระบบดิจิตอลระหว่างคอมพิวเตอร์ระบบเครือข่าย Ethernet มีลักษณะพิเศษดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เป็นระบบเครือข่ายที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลในรูปแบบดิจิตอลที่มีความเร็วตั้งแต่ 10 Mbps จนถึง 1,000 Mbps (1Gbps)

2. เป็นเครือข่ายที่มีขนาด Diameter ตั้งแต่ 205 เมตรจนถึง 4,000 เมตร

3. ใช้โปรโตคอลการทำงานที่เรียกว่า CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect) ซึ่งเป็นมาตรฐานของ IEEE802.3 นอกจากนี้ก็ยังมีมาตรฐาน IEEE802.3ab สำหรับ Gigabit Ethernet ที่ใช้สายทองแดง

4. หนึ่งเครือข่าย Ethernet สามารถมีอุปกรณ์เชื่อมต่อ เช่น คอมพิวเตอร์ลูกข่าย อุปกรณ์ Repeater เป็นต้น ได้มากมายถึง 1,024 รายการหรือเรียกว่า Node

5. เป็นเครือข่ายที่สามารถใช้สายสัญญาณได้หลายแบบ เช่น สาย Coaxial ทั้งแบบหนาแบบบาง สาย Twisted Pair ทั้งแบบ Shield และ Unshield รวมทั้งสาย Optical Fiber แบบขนาดต่างๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้สื่อที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบไร้สาย เช่น คลื่นวิทยุที่มีความถี่ Spread Spectrum รวมทั้งไมโครเวฟ (Microwave) ที่ใช้ความถี่ในช่วง 14 GHz. และอินฟราเรด (infrared) เป็นต้น

6. เป็นระบบเครือข่ายที่มีการเชื่อมต่อในรูปแบบ Bus และ Star Topology

7. อุปกรณ์ราคาประหยัด

8. มีความน่าเชื่อถือสูง โดยเฉพาะหากใช้สื่อที่เป็นสาย Optical Fiber

9. มีเครื่องมือในรูปแบบของซอฟแวร์ที่ให้บริหารจัดการเครือข่ายมากมายที่ทำงานภายใต้ SNMP (Simple Network Management Protocal)

2.8 ส่วนประกอบหลักที่สำคัญของเครือข่าย Ethernet

ระบบเครือข่าย Ethernet มีส่วนประกอบหลักซึ่งเมื่อทำงานด้วยกันแล้วจะเป็นเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงดังนี้ ตัวเฟรมเป็นชุดรูปแบบของบิตข้อมูลข่าวสารที่ใช้ส่งผ่านมาบนระบบ หากไม่มีเฟรมเราจะไม่สามาถสื่อสารข้อมูลบนเครือข่ายได้เด็ดขาด การรับส่งข้อมูลข่าวสารบนเครือข่าย Ethernet จะต้องเป็นรูปแบบเฟรมมาตรฐาน 2 แบบ และเป็นแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น (การ์ด LAN เป็นผู้สร้างเฟรมนี้ขึ้นมา)

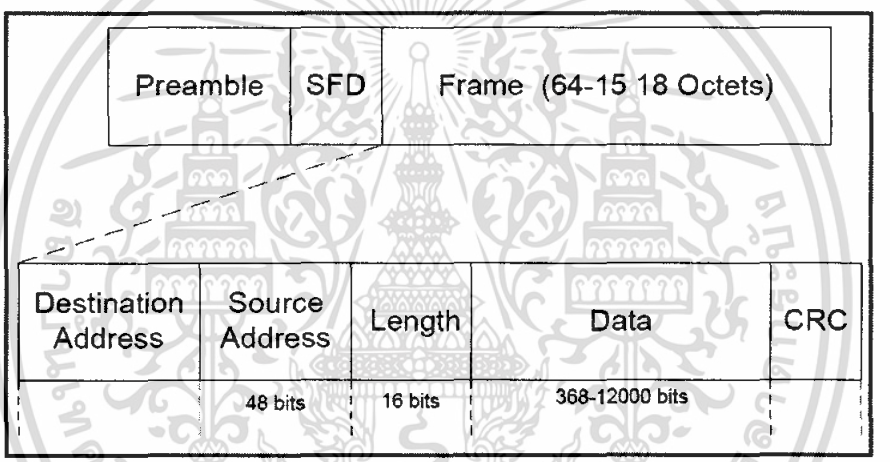
ชุดโปรโตคอลที่ใช้ในการควบคุมการแอกเซสเข้าไปเครือข่าย (Media Access Control Protocal) ซึ่งประกอบด้วยชุดของกฎกติกาที่อยู่ใน Ethernet Interface (เช่นการ์ด LAN เป็นต้น) ซึ่งเป็นกฎกติกามาตรฐานที่จะยอมให้คอมพิวเตอร์ต่างๆ สามารถเข้ามาในเครือข่าย และแบ่งใช้ทรัพยากรต่างๆ บนเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้รับส่งสัญญาณบนเครือข่าย (Signaling Components) ประกอบด้วยชุดของอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อและส่งสัญญาณเพื่อการรับส่งข้อมูลในเครือข่าย สื่อที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณข้อมูลบนเครือข่าย (Physical Medium) ประกอบด้วยสายสัญญาณรวมทั้งอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์อื่นๆ ที่จะช่วยในการนำพาข้อมูลข่าวสารต่างๆ ในรูปแบบดิจิตอลวิ่งไปมาบนเครือข่าย

2.9 เฟรมบนระบบ Ethernet

หัวใจสำคัญของระบบ Ethernet ได้แก่ เฟรมข้อมูลทางข่าวสารและอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้เชื่อมต่อสื่อสารบนเครือข่าย ซึ่งได้แก่ การ์ด Ethernet LAN สายสัญญาณและอุปกรณ์เสริมอื่นๆ ที่จะช่วยนำพาข้อมูลในรูปแบบของบิตทางดิจิตอล ที่เรียกว่าเฟรมวิ่งไปมาระหว่างคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย เฟรมข้อมูลสำหรับระบบ Ethernet ประกอบขึ้นด้วยกลุ่มของบิตที่เป็นข้อมูลและข่าวสารสำคัญ แบ่งออกเป็นขนาดสัดส่วนที่แน่นอนที่เรียกว่าช่อง Field ดังรูปข้างล่างนี้



รูปที่ 2.8 ลักษณะโครงสร้างของเฟรมข้อมูล

จากรูปที่ 2.7 แสดงให้เห็นรูปแบบของเฟรมข้อมูลที่ใช้บน Ethernet ได้แก่ Ethernet Frame ตามมาตรฐาน IEEE802.3 ส่วนรูปที่2.8 ซึ่งทั้งสองเฟรมจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ทำให้เครือข่ายที่ใช้เฟรมแตกต่างกันนี้อาจไม่สามารถเข้ากันได้ หมายความว่าระบบเครือข่าย Ethernet ของท่านจะต้องเลือกใช้อุปกรณ์เครือข่ายที่คอยสนับสนุนเฟรมอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น แต่ก็เป็นเรื่องที่ดีที่ผู้ผลิตอุปกรณ์สนับสนุนเฟรมทั้งสองแบบในตัวเดียวกัน

Preamble	Destination MAC Address (6 Byte)	Source MAC Address (6 Byte)	Type (2 Byte)	Data Field (1500 Byte Max)	Frame Check Sequence (4 Byte)

รูปที่ 2.9 ลักษณะของ Ethernet II Frame

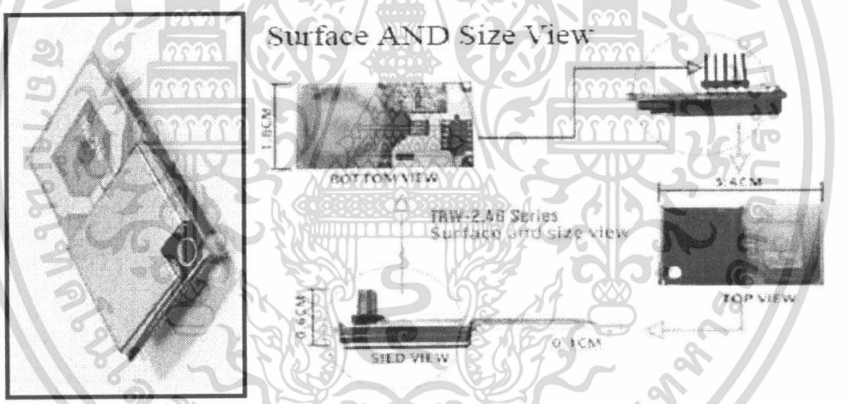
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ข้อกำหนดเกี่ยวกับขนาดของ Data Frame

ขนาดของ Data Frame มีมาตรฐานดังต่อไปนี้ ขนาดเล็กที่สุด ต้องไม่น้อยกว่า 64 byte โดยมี 12 byte สำหรับแอดเดรส 2 byte สำหรับช่อง Length 46 byte สำหรับเก็บข้อมูล และ 4 byte สำหรับตรวจสอบความผิดพาดข้อมูล หรือ Frame Check Sequence ขนาดใหญ่ที่สุดต้องไม่เกิน 1,518 byte โดยแบ่งออกเป็น 12 byte สำหรับแอดเดรส 2 byte สำหรับ Length 1,500 byte สำหรับข้อมูล และ 4 byte สำหรับช่องตรวจสอบความผิดพาดข้อมูลเฟรมที่มีขนาดเล็กที่สุด 64 byte จะต้องใช้เวลาอยู่ที่ 51.2 ไมโครวินาที

2.11 คุณสมบัติของโมดูล TRW 2.4GHz (nRF 2401)

เป็น Module Transceiver RF แบบ HIGH FREQUENCY TRANSCEIVER MODULE (GFSK) ใช้ รับ-ส่ง ข้อมูล Data ในแบบอนุกรม ใช้กับความถี่ 2.4-2.524 GHz. ทำงานที่ 3-3.6 V. OUTPUT POWER +4 DBM ใช้งานได้ในระยะไกล 280 m (ความเร็วข้อมูล 250 kbps) ระยะ 150 m (ความเร็ว 1M bps) ในพื้นที่โล่งแจ้ง

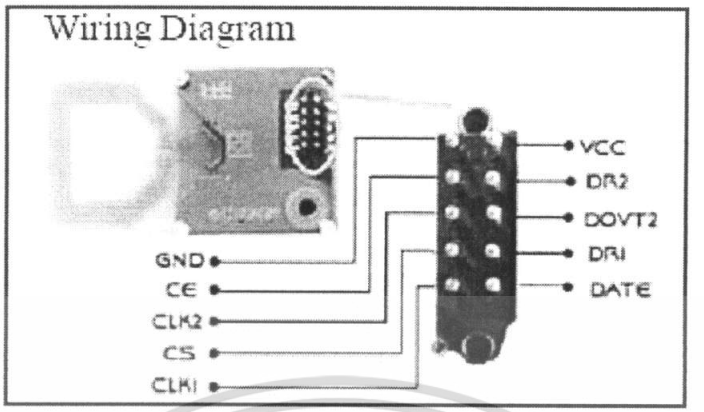


รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของ TR-W 2.4GHz Module

- ใช้คลื่นวิทยุในย่านความถี่ 2.4-2.5 GHz
- มีการมอดูเลตแบบ GFSK
- มีอัตราการส่งข้อมูล 1 Mbps และ 250 kbps
- มีขนาดเล็กและบางเพียง 20.0*36.7*2.4 mm
- สามารถทำงานได้ในอุณหภูมิช่วง -40 ~+85องศาเซลเซียส
- มีเอาท์พุตเพาเวอร์ +40dBm
- มีการรับส่งข้อมูลแบบสองทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 การจัดขาของโมดูล TRW 2.4GHz และหน้าที่การทำงาน



รูปที่ 2.11 รูปแสดงการจัดวางขาของ TR-W 2.4 GHz

ตารางที่ 2.2 แสดงการใช้งานของแต่ละขา

Pin	Name	Pin Function	Description
1	GND	Power	Ground(0V)
2	CE	Input	ยอมให้โหมด Rx และ Tx ทำงาน
3	CLK2	I/O	สัญญาณนาฬิกา เอาท์พุต/อินพุต สำหรับ Rx data channel 2
4	CS	Input	เลือก Configuration Mode
5	CLK1	I/O	สัญญาณนาฬิกาอินพุต(Tx) และ I/O(Rx) สำหรับ data channel 3-wire interface
6	DATA	I/O	Rx data channel 1/Tx data input/3- wire interface
7	DR1	Output	Rx data ready ที่ channel 1 (ShockBurst only)
8	DOUT2	Output	Rx data channel 2
9	DR2	Output	Rx data ready ที่ channel 2 (ShockBurst only)
10	VCC	Power	Power supply +3V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83290

2.13 Mode of operation (โหมดดำเนินการ)

2.13.1 Overview

ในส่วนแรกขออธิบายอย่างคร่าวๆ ถึงการใช้งานของ เครื่องรับส่งสัญญาณ FSK หรือจะขอเรียกว่า เครื่องรับส่งสัญญาณชนิดไร้สาย (nRF 2401) สามารถแบ่งเป็นระบบหลักๆ ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงระบบหลักของการใช้งานเครื่องรับส่งสัญญาณ FSK

Mode	PWR_UP	CE	CS
Active	1	1	0
Configuration	1	0	1
Stand by	1	0	0
Power down	0	X	X

2.13.2 Active modes

ระบบย่อยของเครื่องรับส่งสัญญาณไร้สาย (nRF2401) มี 2 Active โหมด (TX / Rx)

- Shock Burst
- Direct Mode (not supported by nRF24E1)

ฟังก์ชันการทำงานของอุปกรณ์ในโหมดนี้เลือกโดยเนื้อหาของ Configuration word โดย Configuration word จะแสดงในส่วนของ Configuration

2.14 Shock Burst

เทคโนโลยี Shock Burst ใช้บนชิพ FIFO เพื่อจับเวลาข้อมูลที่อัตราข้อมูลต่ำและส่งต่อที่อัตราข้อมูลสูงมาก ด้วยเหตุนี้จะสามารถทำให้เกิดการลดทอนของกำลังสูงสุด เมื่อดำเนินการระบบย่อย nRF2401 ใน Shock Burst เราจะได้อัตราข้อมูลสูงสุด (1 Mbps) โดย band 2.4 GHz โดยไม่ต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็วสูงและราคาสูง (MCU) สำหรับการดำเนินการทางข้อมูลโดยการใส่การประมวลผลข้อมูลความเร็วสูงสัมพันธ์กับ RF Protocol บนชิพ nRF24E1 มีประโยชน์ ดังนี้

- ลดการใช้งาน
- ระบบที่มีราคาถูก (ใช้งานได้ง่ายสำหรับ microcontroller ราคาไม่แพง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

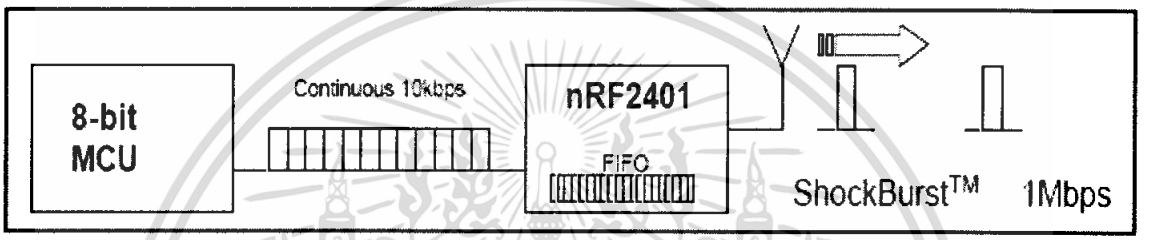
- ลดอัตราการเสี่ยงของการชนกันในอากาศ เนื่องจากการส่งสัญญาณในช่วงเวลาสั้นๆได้ดีมาก

ระบบย่อย nRF 2401 สามารถโปรแกรมโดยใช้ สาย interface พื้นฐาน 3 เส้น ซึ่งอัตราของข้อมูลจะเลือกโดยความเร็ว CPU โดยยอมรับส่วนดิจิตอลของ application เพื่อจะ run ที่ความเร็วต่ำขณะที่อัตราข้อมูลบน RF Link มีค่าเพิ่มสูงสุด โหมด Shock Burst จะลดการใช้กระแสเฉลี่ยใน application

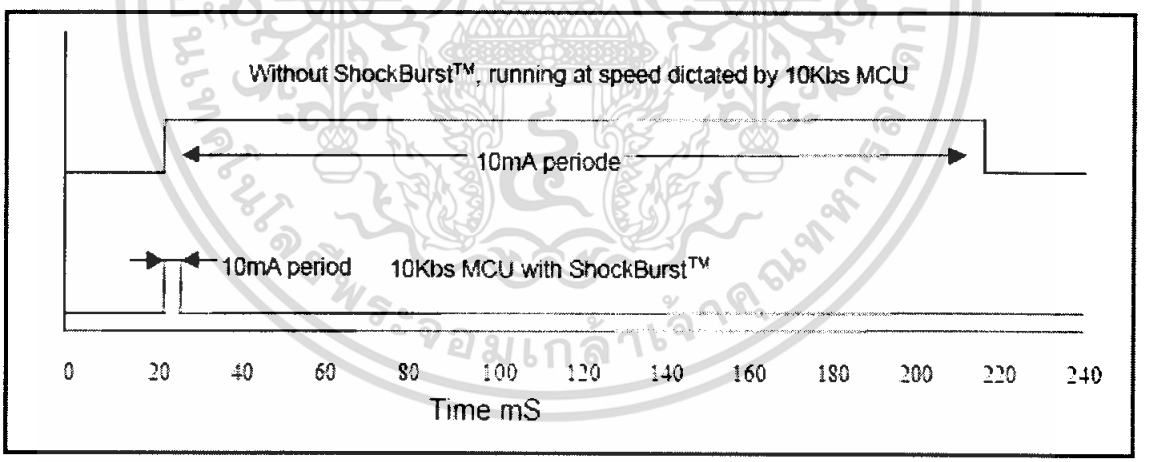
2.15 หลักการของ Shock Burst

เมื่อระบบย่อย nRF 2401 มีโครงร่างใน Shock Burst กระบวนการ Tx จะดำเนินการดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง 10 kbps.



รูปที่ 2.12 จับเวลาข้อมูลโดย CPU ส่งโดยเทคโนโลยี Shock Burst



รูปที่ 2.13 การใช้กระแส RF โดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี Shock Burst

2.15.1 การส่ง Shock Burst

CPU interface pins:CE, CLK1, DATA

1. เมื่อ CPU มีข้อมูลที่จะส่ง Set CE high คือ กระตุ้น nRF2401 ให้ประมวลผลบนบอร์ด

2. แอดเดรสของโหมดรับ (Rx) และ payload ข้อมูลจะจับเวลาเข้าสู่ช่วงเวลาระบบย่อย nRF2401 protocol หรือ CPU ตั้งความเร็วน้อยกว่า 1 Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

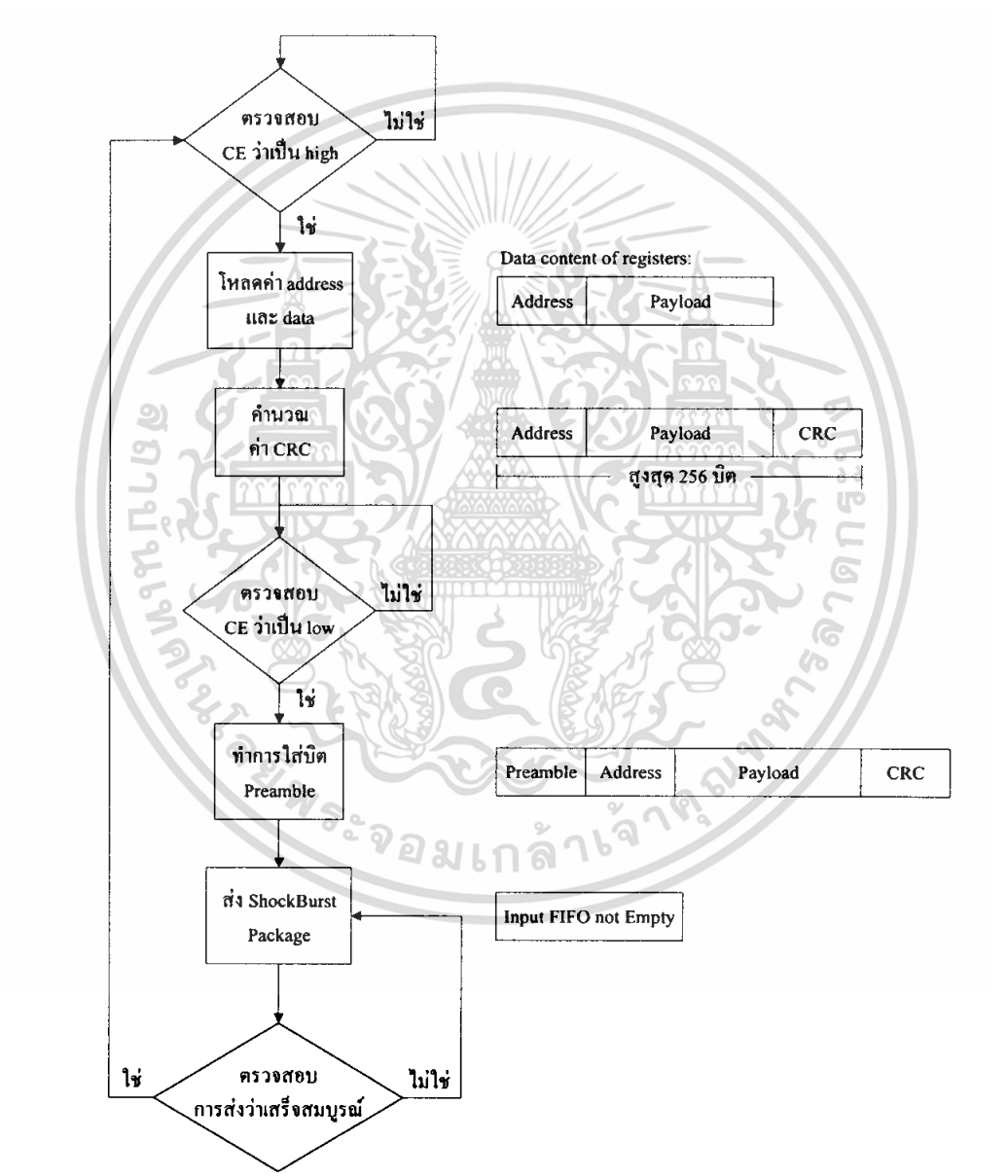
3. CPU ตั้ง CE low คือ กระตุ้นการส่ง Shock Burst

4. Shock Burst

- RF front end จะมีกำลังเพิ่มขึ้น

- RF Package จะสมบูรณ์

- ข้อมูลจะถูกส่งที่ความเร็วสูง (250 bps หรือ 1Mbps แล้วแต่ผู้ใช้)



รูปที่ 2.14 Flow Chart ShockBurst การส่งของระบบย่อย nRF2401

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.2 การรับ Shock Burst

CPU interface pins : CE, DRT, CLK1, DATA (1 ช่องรับ Rx)

1. แอดเดรสถูกต้องและขนาดของ payload ของ RF package ที่เข้ามาจะ set เมื่อระบบย่อย nRF 2401 เป็นโครงร่างของ Shock Burst Rx

2. เมื่อกระตุ้น Rx: set CE high

3. หลังจากตั้ง 200us nRF2401 จะตรวจสอบอากาศสำหรับการสื่อสารที่จะเข้ามา

4. เมื่อ Package ที่ถูกต้องถูกเรียกมา (แอดเดรสถูกต้องและพบ CRC) nRF 2401 จะทำการย้ายบทนำ แอดเดรสและบิต CRC

5. จากนั้นระบบย่อย nRF 2401 จะ interrupt CPU โดยการตั้ง DR1 high

6. CPU จะ set CE low เพื่อป้องกัน RF front end (โหมดที่กระแสต่ำ)

7. CPU จะจับเวลาที่หยุด payload data ที่อัตราที่เหมาะสม

8. เมื่อ Payload data ทั้งหมดถูกเรียกมา nRF 2401 set DR1 low อีกครั้ง และพร้อมสำหรับข้อมูลที่จะเข้ามา ถ้า CE ยัง high ระหว่างที่ download ข้อมูล ถ้า CE set low การลำดับ start up ใหม่จะสามารถเริ่มได้

2.16 DUOCiever Simultaneous two channel Receive mode

ในโหมด Shock Burst ของ nRF24E1 สามารถรองรับความถี่ 2 channel ที่ขนานกันและเป็นอิสระต่อกันที่อัตราข้อมูลสูงสุดได้สะดวกในเวลาเดียวกัน ซึ่งหมายความว่า

- RF 2401 สามารถรับข้อมูลจากเครื่องส่ง 2 เครื่อง ที่1 Mbps และ 8 MHz ผ่าน 1 เสาอากาศ

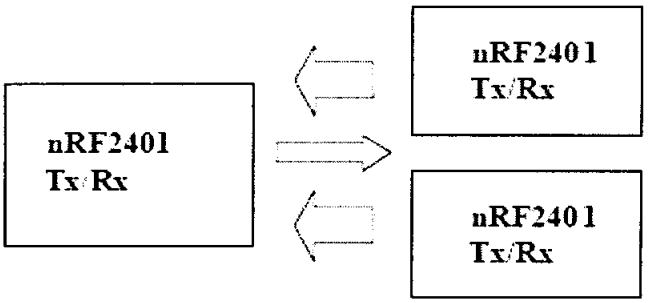
- Output จาก 2 ช่องสัญญาณข้อมูล จะป้อนให้กับ 2 interface pins ที่แยกจากกัน

- Data Channel 1: CLK1, DATA, DR1

- Data Channel 2: CLK2, DATA2, DR2

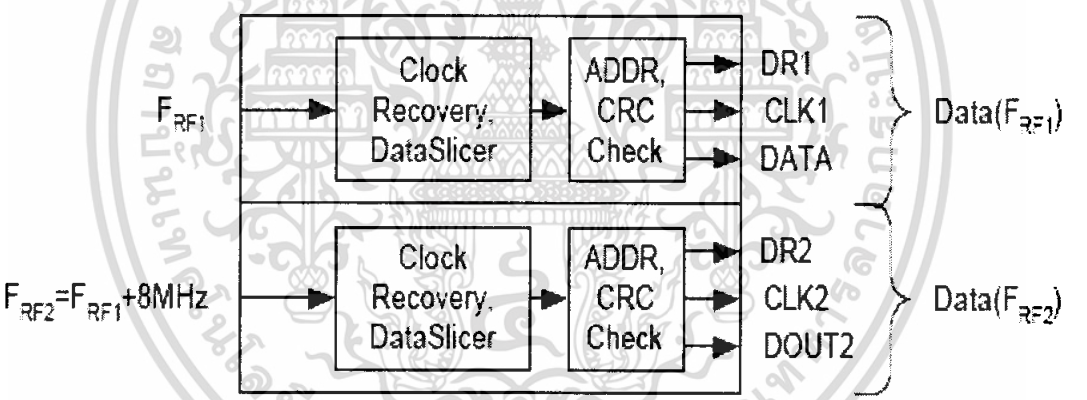
เทคโนโลยี DUOCiever ให้ 2 ช่องสัญญาณข้อมูลที่แยกกันอย่างละเอียดสำหรับ Rx และตอบสนองความต้องการต่อ 2 channel โดยมีระบบรับเพียง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงการรองรับความถี่ 2 ช่องสัญญาณของ nRF24E1

สำหรับ nRF24E1 จะสามารถรับที่ช่องสัญญาณข้อมูลช่องที่ 2 ได้นั้น ความถี่ช่องสัญญาณต้องอยู่สูงกว่าอยู่ 8 MHz ความถี่ของช่องสัญญาณข้อมูล nRF2401 ต้อง program เพื่อรับข้อมูลที่ความถี่ของช่องสัญญาณที่ 1 ไม่มีการใช้เวลา multiplexing เพื่อทำฟังก์ชันนี้ให้สำเร็จ ใน Direct Mode ถ้ามันไม่รับส่งได้พร้อมกันระหว่าง 2 ช่องสัญญาณข้อมูล CPU ต้องสามารถจัดการข้อมูลที่เข้ามาพร้อมกันได้ ส่วนใน Shock Burst สามารถทำให้ CPU หยุดจับเวลาข้อมูลช่วงหนึ่ง ขณะที่ไม่มีเกิดการสูญเสีย package ข้อมูล และไม่ลดประสิทธิภาพของ CPU



รูปที่ 2.16 DUOCiever โดยมี 2 ช่องสัญญาณรับข้อมูลที่เป็นอิสระต่อกัน

2.17 Device configuration

Configuration ทั้งหมดของระบบย่อย nRF2401 จะสามารถทำผ่านทาง 3-wire interface ของการติดต่อสื่อสาร (CS, CLK1, DATA) กับ register เดี่ยว โดย configuration word สามารถมีได้ถึง 18 bytes ส่วน configuration bit (DATA) จะต้องจับเวลาโดย clocked (CLK1) โดย MSB มาก่อนขณะที่ CS = 1 ไม่เกิน 18 bytes อาจถูกดาวน์โหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17.1 Configuration สำหรับ การดำเนินการ Shock Burst

Configuration word ใน Shock Burst ทำให้ระบบย่อย nRF2401 สามารถจัดการกับ RF protocol ได้ หาก protocol สมบูรณ์และโหลดไประบบย่อย nRF2401 เพียง 1 byte:bit[7:0] จำเป็นที่จะต้อง update ตลอดช่วงที่ดำเนินการ Configuration block โดยละเอียด สำหรับ Shock Burst ดังนี้

- ความกว้างของ payload:ระบุจำนวนของบิต payload ใน RF package ซึ่งมันทำให้ระบบย่อย nRF2401 สามารถแบ่งแยกระหว่างข้อมูล payload และ CRC bytes ในตัวรับ package ได้

- ความกว้าง address:set จำนวนบิตที่แอดเดรสใช้ใน RF package ซึ่งมันทำให้ระบบย่อย nRF2401 สามารถแบ่งแยกระหว่างแอดเดรสและข้อมูล package ได้

- แอดเดรส (Rx ช่อง 1 และ 2):กำหนดแอดเดรสสำหรับข้อมูล

- CRC: สามารถทำให้ on-chip CRC generate และถอดรหัสได้

Configuration Block นี้ โดยการยกเว้น CRC จะละเอียดสำหรับ package ซึ่งระบบ nRF2401 ที่จะรับในโหมด Tx CPU ต้อง generate แอดเดรส และส่วน payload ให้เหมาะกับระบบย่อย nRF2401 เพื่อจะรับข้อมูลเมื่อใช้ระบบย่อย nRF2401 on-chip รูปแบบ CRC ต้องแน่ใจว่า CRC นั้นใช้ได้และใช้ที่ความยาวเดียวกันทั้งอุปกรณ์ Tx และ Rx

รูปที่ 2.17 DATA package set-up

2.17.2 Configuration สำหรับการดำเนินการใน Direct Mode

สำหรับใน Direct mode จะดำเนินการเพียงแค่ใน 2 ไบต์แรกของ Configuration word ที่เกี่ยวข้อง Configuration word จะ shift MSB ก่อนที่ clock ขอบขาขึ้น configuration ใหม่จะเกิดที่ขอบขาลงของCS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงการ Configuration word

	Bit position	Number of bits	Name	Function
ShockBurst™ configuration	143:120	24	TEST	Reserved for testing
	119:112	8	DATA2_W	Length of data payload section RX channel 2
	111:104	8	DATA1_W	Length of data payload section RX channel 1
	103:64	40	ADDR2	Up to 5 byte address for RX channel 2
	63:24	40	ADDR1	Up to 5 byte address for RX channel 1
	23:18	6	ADDR_W	Number of address bits (both RX channels).
	17	1	CRC_L	8 or 16 bit CRC
	16	1	CRC_EN	Enable on-chip CRC generation/checking.
General device configuration	15	1	RX2_EN	Enable two channel receive mode
	14	1	CM	Communication mode (Direct or ShockBurst™)
	13	1	RFDR_SB	RF data rate (1Mbps requires 16MHz crystal)
	12:10	3	XO_F	Crystal frequency
	9:8	2	RF_PWR	RF output power
	7:1	7	RF_CH#	Frequency channel
	0	1	RXEN	RX or TX operation

2.17.3 รายละเอียดของ configuration word

อธิบายฟังก์ชันของ 144 บิต (บิต 143 = MSB) ซึ่งใช้configure ระบบ nRF2401

Configuration อุปกรณ์ทั่วไป: bit [15:0]

Configuration Shock Burst: bit [119:0]

Test Configuration: bit [143:120]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 Configuration data word

MSB	TEST						
D143	D142	D141	D140	D139	D138	D137	D136
Reserved for testing							
1	0	0	0	1	1	1	0	Default

MSB	TEST														
D135	D134	D133	D132	D131	D130	D129	D128	D127	D126	D125	D124	D123	D122	D121	D120
Reserved for testing														Close PLL in TX	
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	Default

DATA2_W							
D119	D118	D117	D116	D115	D114	D113	D112
Data width channel=2 in # of bits excluding addr etc							
0	0	1	0	0	0	0	0	Default

DATA1_W							
D111	D110	D109	D108	D107	D106	D105	D104
Data width channel=1 in # of bits excluding addr etc							
0	0	1	0	0	0	0	0	Default

ADDR2											
D103	D102	D101	...	D71	D70	D69	D68	D67	D66	D65	D64
Channel=2 Address RX (up to 40bit)											
0	0	0	...	1	1	1	0	0	1	1	1	Default

ADDR1											
D63	D62	D61	...	D31	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24
Channel=1 Address RX (up to 40bit)											
0	0	0	...	1	1	1	0	0	1	1	1	Default

ADDR_W						
D23	D22	D21	D20	D19	D18	
Address width in # of bits (both channels)						
0	0	1	0	0	0	Default

CRC	
D17	D16
CRC Mode 1 = 16bit, 0 = 8bit	CRC 1 = enable, 0 = disable
0	1	Default

RF-Programming															LSB	
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Two Ch	BUF	OD	XO Frequency			RF Power		Channel selection							RXEN	
0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	Default

โดย MSB bit ควรจะถูกโหลดสู่ configuration register เป็นอันดับแรก Default Configuration word: h8E08.1C20.2000.0000.00E7.0000.0000.E721.0F04.

2.17.4 Shock Burst configuration

ช่วงบิต [119:16] ประกอบด้วย segments อย่างละเอียดของ configuration register ไปยัง protocol การทำงานของ Shock Burst บิตรวมของ 120 บิตต้อง shift เข้าเพื่อจะ switch ระหว่าง Rx และ Tx

- PLL_CTRL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 PLL setting

PLL_CTRL		
D121	**D120**	**PLL**
0	0	Open TX Closed RX
0	1	Open TX Open RX
1	0	Closed TX Closed RX
1	1	Closed TX Open RX

Bit 121-120 : PLL_CTRL ควบคุมการ set ของ PLL ใน Tx จะไม่เกิดการเบี่ยงเบน สำหรับโหมดดำเนินการปกติ 2 บิตนี้ต้องเป็น bit low

- DATAx W

ตารางที่ 2.7 จำนวนของบิตใน payload

DATA2_W							
119	118	117	116	115	114	113	112

DATA1_W							
111	110	109	108	107	106	105	104

Bit 119-112 : DATA2_W ความยาว package ของ RF payload สำหรับสัญญาณช่อง 2

Bit 111-104 : DATA1_W ความยาว package ของ RF payload สำหรับสัญญาณช่อง 1

จาก DATAx_W (bits) = 256 – ADDR_W – CRC

โดย ADD_W: ความยาวแอดเดรสของ Rx ที่ set ใน configuration word Bit[23:18]

CRC: Check sum 8 หรือ 16 บิต ที่ set ใน configuration word Bit[17]

PRE: Preamble 8 บิตซึ่งรวมอัตโนมัติ

- ADDRx

ตารางที่ 2.8 แอดเดรสของตัวรับ 1 และ 2

ADDR2											
103	102	101	....	71	70	69	68	67	66	65	64

ADDR1											
63	62	61	....	31	30	29	28	27	26	25	24

Bit 103-64 : ตัวรับ ADDR2 แอดเดรส channel2 มีได้ถึง 40 บิต

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bit 63-24 : ตัวรับ ADDR1 แอดเดรส channel1 มีได้ถึง 40 บิต

- ADDR_W & CRC

ตารางที่ 2.9 จำนวนบิตที่ต้องคงไว้สำหรับ RX address + CRC setting

ADDR_W						CRC_L	CRC_EN
23	22	21	20	19	18	17	16

Bit 23-18 :ADDR_W: จำนวนบิตที่ต้องสงวนไว้สำหรับแอดเดรส Rx ใน Shock Burst

Bit 17 :CRC_L: ความยาว CRC ที่จะคำนวณใน Shock Burst

Logic 0: 8 bit CRC

Logic 1: 16 bit CRC

Bit 16 :CRC_EN: ทำให้ CRC on-chip Tx และ Rx ใช้ได้

Logic 0: on-chip CRC generation / checking disable

Logic 1: on-chip CRC generation / checking enable

2.18 General RF configuration

General RF configuration ของ configuration word จะควบคุม RF และ พารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับอุปกรณ์

Modes

ตารางที่ 2.10 RF operational setting

RX2_EN	CM	RFDR_SB	XO_F			RF_PWR	
15	14	13	12	11	10	9	8

Bit 15 : Rx2_EN

Logic 0: Channel 1 รับ

Logic 1: Channel 2 รับ

Bit 14 : Communication Mode

Logic 0: ระบบย่อย nRF 2401 ดำเนินการใน Direct Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Logic 1: ระบบย่อย nRF 2401 ดำเนินการใน Shock Burst Mode

Bit 13 : RF Data Rate:

Logic 0: 250 kbps

Logic 1: 1 Mbps

Bit 12-10 : XO_F: เลือกความถี่ crystal ที่จะใช้

ตารางที่ 2.11 crystal frequency setting

XO FREQUENCY SELECTION			
D12	D11	D10	Crystal Frequency [MHz]
0	0	0	4
0	0	1	8
0	1	0	12
0	1	1	16
1	0	0	20

Bit 9-8 : RF_PWR set nRF 24E1 RF กำลังของเอาท์พุทในโหมดการส่ง

ตารางที่ 2.12 RF output power setting

RF OUTPUT POWER		
D9	D8	P [dBm]
0	0	-20
0	1	-10
1	0	-5
1	1	0

RF channel & direction

ตารางที่ 2.13 ช่องความถี่ และ การ set Rx / Tx

RF_CH#							RXEN
7	6	5	4	3	2	1	0

Bit 7-1 : RF_CH# ตั้งความถี่ช่องสัญญาณของ nRF 24E1 ให้ดำเนินการความถี่ของช่องสัญญาณในการส่งได้โดย Channel RF = 2400 MHz + RF_CH#*1.0 MHz

RF_CH#: อาจตั้งไว้ระหว่าง 2400 MHz และ 2527 MHz ความถี่ช่วงสัญญาณในช่องข้อมูล 2 หาได้โดย Channel RF = 2400 MHz + RF_CH#*1.0 MHz + 8 MHz (รับที่ PIN#4) RF_CH#: อาจตั้งไว้ระหว่าง 2400 MHz และ 2527 MHz

Bit 0 : Active Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Logic 0: transmit mode โหมดส่ง

Logic 1: receive mode โหมดรับ

2.19 Data package Description

ตารางที่ 2.14 Data package Diagram

PRE-AMBLE	ADDRESS	PAYLOAD	CRC

ชุดข้อมูลสำหรับการสื่อสารใน Shock Burst mode และDirect mode จะแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ตารางที่ 2.15 รายละเอียดของ Data package

1. PREMBLE	- ส่วน preamble ต้องมีใน Shock Burst mode และ Direct mode - Preamble มีความยาว 8 บิตและ ขึ้นกับบิตแรกของแอดเดรส PREAMBLE 1st ADDR_BIT 01010101 0 10101010 1 - Preamble จะใส่ไปในชุดข้อมูลโดยอัตโนมัติและดังนั้นจึงมีที่ว่างพิเศษสำหรับ payload ใน Direct mode MCU ต้องควบคุม preamble - ใน ShockBurst mode Rx preamble จะถูกย้ายจากรับข้อมูลเอาต์พุต ใน Direct mode preamble จะเห็นได้ชัดเจนสำหรับข้อมูลเอาต์พุต
2. ADDRESS	- ส่วนของแอดเดรสต้องมีใน ShockBurst โหมด และ Direct โหมด - ความยาว 80 – 40 บิต - แอดเดรสจะถูกย้ายโดยอัตโนมัติจากชุดรับใน ShockBurst mode ใน Direct mode MCU ต้องควบคุมแอดเดรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.15 รายละเอียดของ Data package (ต่อ)

3. PAYLOAD	- ข้อมูลถูกส่ง - ใน ShockBurst โหมด payload มีขนาดน้อยที่สุด 256 บิต (แอดเดรส 8-40 บิต +CRC 8หรือ16 บิต - ใน Direct mode ความยาวมากสุดสำหรับ 1 Mbps คือ 4000 บิต
4. CRC	- CRC จะเลือกได้ใน ShockBurst โหมด และไม่ใช้ใน Direct โหมด - ความยาว 8 หรือ 16 บิต - ShockBurst Rx CRC จะถูกย้ายจากรับข้อมูลเอาต์พุต

2.20 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.20.1 ภาพรวมของ MCS - 51

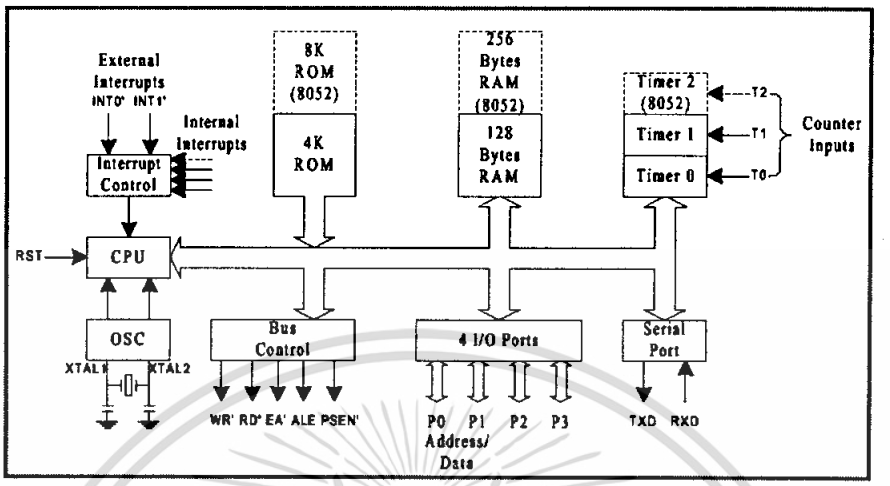
ไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้น เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “Single chip microcomputer” ซึ่ง chip ที่นำมาใช้ในโครงการนี้คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C2051 ซึ่งมีคุณสมบัติที่น่าสนใจดังนี้

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ขนาด 8 bits
- มีวงจร oscillator และวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายใน IC
- มีขาสัญญาณ Input / Output จำนวน 15 bits
- สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (RAM) โดยอ้าง address ได้ถึง 64 Kbytes
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน (ROM) เป็นแบบ flash memory ซึ่งมีขนาด 2 Kbytes
- มีหน่วยความจำภายใน (RAM) ขนาด 128 bytes
- หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับ bit ได้ทำให้การควบคุมหรือการตรวจสอบสถานะทำได้ง่าย ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่าย
- มี Timer / counter ขนาด 16 bits จำนวน 2 ตัว
- การ Interrupt สามารถทำได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยการ interrupt ยังสามารถจัดระดับความสำคัญได้เป็น 2 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มี Port สื่อสารอนุกรมภายในตัวเอง ซึ่งทำงานแบบ full duplex

- มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์



รูปที่ 2.18 โครงสร้างภายใน MCS-51

2.20.2 คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51

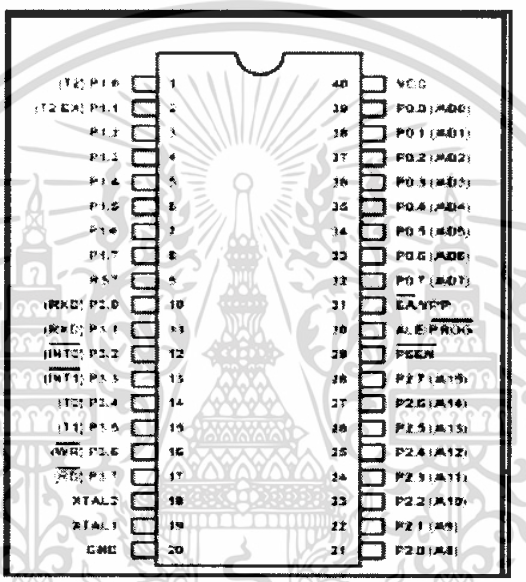
เนื่องจากคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์นั้นจะมีความแตกต่างกันในรายละเอียดปลีกย่อย ดังนั้นในที่นี้จะขออ้างถึงไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 ที่ได้ใช้ในโครงงานครั้งนี้ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช (Flash Memory) ขนาด 8 กิโลไบต์
- โปรแกรมผ่านพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน SPI (SPI Serial Interface)
- สามารถโปรแกรมและลบซ้ำได้นับ 1,000 ครั้ง
- มีหน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 2 กิโลไบต์
- สามารถโปรแกรมและลบซ้ำได้นับ 100,000 ครั้ง
- ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลท์
- ทำงานได้ด้วยสัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ 0-24 MHz.
- สามารถป้องกันหน่วยความจำได้ 3 ระดับ
- มีหน่วยความจำข้อมูล (RAM) ขนาด 256 ไบต์
- มีพอร์ต 32 พอร์ตอิสระสามารถเข้าถึงได้ในระดับบิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีไทเมอร์ / เคาเตอร์ขนาด 16-bit ทั้งหมด 3 ตัว
- รองรับการอินเตอร์รัพต์ได้ 8 แหล่ง
- สามารถสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมได้ด้วย UART Channel
- มีโหมดการทำงานแบบ Low Power Idle หรือ Power Down สำหรับการประหยัดพลังงาน
- มี Watchdog Timer เพื่อเพิ่มเสถียรภาพการทำงานของระบบ

2.20.3 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51



รูปที่ 2.19 ตำแหน่งขา MCS-51

- VCC ต่อไฟเลี้ยง (supply voltage)

- GND ต่อกราวด์ (ground)

- Port 0 (P0.0-P0.7) เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต สามารถทำงานได้สองหน้าที่คือเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตทั่วไปและใช้เป็นพอร์ตสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกคือรับส่งข้อมูลและกำหนดแอดเดรสไบต์ต่ำ

- Port 1 (P1.1-P1.7) เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อความต้านทานพูลอัพ (pull-up register) ไว้ภายใน ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไป นอกจากนี้ยังใช้งานเป็นขาอินพุตเอาต์พุตของไทเมอร์2

- Port 2 (P2.1-P2.7) เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อความต้านทานพูลอัพ (pull-up register) ไว้ภายใน สามารถทำงานได้สองหน้าที่คือพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไป และใช้เป็นพอร์ตสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกคือกำหนดแอดเดรสไบต์สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Port 3 (P3.0-P3.7) เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อความต้านทานพูลอัพ (pull-up register) ไว้ภายใน ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไป นอกจากนี้ยังใช้งานเป็นขาสัญญาณควบคุมการติดต่อกับหน่วยความจำการอินเตอร์รัปต์และอื่นๆ

- RST เป็นขาอินพุตที่ใช้รับสัญญาณสำหรับขารีเซตซีพียู ซีพียูจะถูกรีเซตเมื่อขานี้เป็นลอจิก "1" นาน 2 แมทชีนไซเคิล หรือ 24 ไซเคิลของสัญญาณนาฬิกา

- ALE/PROG ทำหน้าที่เป็นขาเอาต์พุตเมื่อซีพียูต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก คือจะทำการส่งสัญญาณพัลซ์ออกมาที่ขานี้เพื่อทำการแลตแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก และขานี้จะเป็นอินพุตเมื่ออยู่ในระหว่างโปรแกรมแฟลซ

- PSEN เป็นขาเอาต์พุตใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก คือเมื่อซีพียูทำการประมวลผลกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกขานี้จะแอคทีฟสองครั้ง ในแต่ละแมทชีนไซเคิล

-EA/VPP เป็นขาอินพุตที่ต้องการลอจิก "0" เพื่อยอมให้ซีพียูสามารถเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 0000H-FFFFH นอกจากนี้แล้วขานี้ยังใช้รับไฟ 12 V. เพื่อใช้ในระหว่างที่ทำการโปรแกรมแฟลซ

-XTAL1 เป็นขาอินพุตของวงจรออสซิลเลเตอร์แอมปลิไฟเออร์ และยังเป็นอินพุตของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายใน

- XTAL2 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์แอมปลิไฟเออร์

2.21 ส่วนประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ละตัวมีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง CPU (Central Processing Unit)
- หน่วยความจำ (Memory Unit)
- RAM (Random Access Memory)
- EPROM/PROM/ROM (Erasable Programmable Read Only Memory)
- หน่วยรับและแสดงผลข้อมูล I/O (Input/Output) - serial and parallel

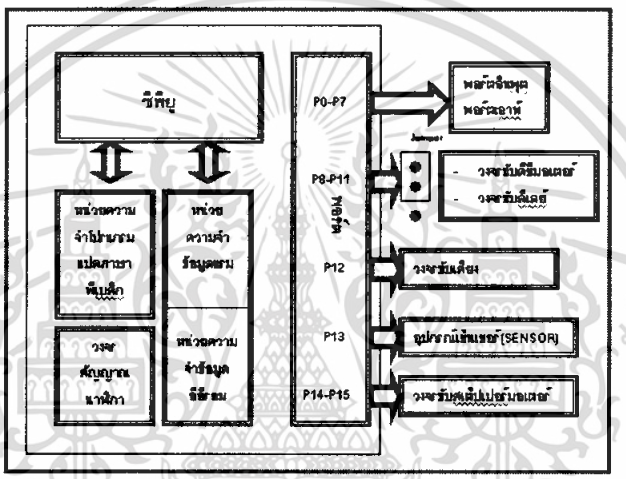
นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ เช่น Analog to Digital Convertor, Pluse Width Modulator ฯลฯ ซึ่งขึ้นกับจุดประสงค์ในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.22 ลักษณะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.22.1 หน่วยความจำภายใน (Internal Memory)

ในคอมพิวเตอร์ทั่วๆไปนั้น ต้องมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมเพื่อสั่งงานให้ CPU ทำงาน หรือหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล ซึ่งอาจอยู่ใน ROM (Read Only memory) หรือ RAM (Random Access Memory) ก็ได้ สำหรับ MCS-51 จะมีหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรม และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล อย่างไรก็ตาม ถ้าหากหน่วยความจำภายในที่ให้มานี้ไม่พอใช้ ผู้ใช้สามารถต่อหน่วยความจำภายนอกเพิ่มให้กับ MCS-51 นี้ได้ ซึ่งสามารถเชื่อมต่อได้มากที่สุดถึง 64 Kbytes โดยจะมีการจัดวางหน่วยความจำดังรูปที่ 2.19 และมีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 แผนผังการทำงานภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนที่ 1 หน่วยความจำภายใน (Internal RAM) ตั้งแต่ Address 00H ถึง 7FH ใช้สำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปจำนวน 128 bytes

1. Working Register Address 00H ถึง 1FH เป็นจำนวน 32 bytes ถูกแบ่งให้เป็นกลุ่มของ Register ใช้งานทั่วไป 4 ชุด ชุดละ 8 ตัวคือ R0 -R7 register ทั้ง 4 ชุด การใช้งานจะถูกเลือกโดยการกำหนดใน Register Program Status Word

2. หน่วยความจำที่สามารถเข้าถึงในระดับ bit ได้ (Bit Addressable) ที่ Address 20H ถึง 2FH เป็นจำนวน 16 bytes แต่ละ bit ของหน่วยความจำบริเวณนี้จะมีการกำหนด Address ของแต่ละ bit ไว้แน่นอนเพื่อใช้สำหรับการทำงานของชุดคำสั่งที่ประมวลผลแบบ Boolean ได้

3. หน่วยความจำสำหรับการใช้งานทั่ว ๆ ไป หน่วยความจำส่วนนี้จำอยู่ที่ Address ตั้งแต่ 30H ถึง 7FH เป็นจำนวน 80 bytes โดยทั่วๆไปแล้วจะกำหนด Address เริ่มต้นของ Data ที่ Address 30H นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 แสดง bit ต่างๆภายใน register PSW

CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P
			0	0	เลือกใช้รีจีสเตอร์กลุ่มที่ 1		
			0	1	เลือกใช้รีจีสเตอร์กลุ่มที่ 2		
			1	0	เลือกใช้รีจีสเตอร์กลุ่มที่ 3		
			1	1	เลือกใช้รีจีสเตอร์กลุ่มที่ 4		

Note: ชื่อบิต

RS1 ใช้เลือกกลุ่มรีจีสเตอร์ R0 - R7

RS0 ใช้เลือกกลุ่มรีจีสเตอร์ R0 - R7

CY Carry Flag

AC Auxiliary Carry Flag

OV บิตแสดงการเกิด overflow

- บิตที่ผู้ใช้กำหนดการใช้งานเองได้

P Parity Flag ถูกเซตหรือเคลียร์โดยวงจรภายใน MCS -51 ในแต่ละไซเกิลของคำสั่งแต่ละคำสั่ง ใช้เป็นตัวบอกให้ทราบว่าในรีจีสเตอร์ ACC มีข้อมูลที่เป็น 1 เป็นจำนวนคู่หรือคี่

ส่วนที่ 2 มีตั้งแต่ Address 80H - FFH เก็บส่วนของหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของ Register ใช้งานเฉพาะสำหรับ Register ที่ใช้สำหรับงานเฉพาะบางตัว (SFR:Special Function Register) ซึ่งสามารถเข้าถึงโดยวิธีโดยตรงเท่านั้น Address ต่าง ๆ ของ SFR มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.17 แสดง SFR ของ MCS – 51

				8 Byte					
F0	B								F7
E8									EF
E0	ACC								E7
D8									DF
D0	PSW								D7
C8	T2CON		RCAP2L	RCAP2H	TL2	TH2			CF
C0									C7
B8	IP								BF
B0	P3								B7
A8	IE								AF
A0	P2								A7
98	SCON	SBUF							9F
90	P1								97
88	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1			8F
80	P0	SP	DPL	DPH				PCON	87

ส่วนที่ 3 มีตั้งแต่ Address 80H ถึง FFH ซึ่งจะเห็นว่าซ้ำกับส่วนที่ 2 แต่การเข้าถึงข้อมูลจะใช้วิธีโดยทางอ้อมเท่านั้นซึ่งMCS-51จะทราบเองว่าจะเข้าถึงข้อมูลใดตำแหน่งใดและต้องใช้วิธีไหนในไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C2051 นั้นจะไม่มี Memory ในส่วนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.22.2 การติดต่อและควบคุมอุปกรณ์ภายนอก (I/O Interface Driving Power)

จะเห็นได้ว่าความสามารถทางด้าน I/O Interface ของ MCS-51 นี้สามารถนำไปใช้งานได้เลยแต่ถ้าไม่เพียงพอกับความต้องการใช้งานก็สามารถต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุทเพิ่มได้ และมีพอร์ตอนุกรมที่สามารถกำหนดความเร็วได้

2.22.3 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

1. IE: อินเตอร์รัพต์ อีนาเบิล รีจิสเตอร์

EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

รูปที่ 2.21 อินเตอร์รัพต์ อีนาเบิล รีจิสเตอร์

ในกรณีที่ต้องการให้มีการอินเทอร์รัพท์จาก TIMER1 และ TIMER0 ให้ใช้คำสั่ง SET ET0 และ SET ET1แล้วนำเอาโปรแกรมในการรับและส่งไปไว้ที่ตำแหน่ง 000BH (t0 interrupt vector) และ 001B (t1 interrupt vector) แต่ต้องไม่เกิน 8 ไบต์ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วโปรแกรมมักจะมากกว่า 8 ไบต์ ดังนั้นที่ตำแหน่ง 000BH และ 001Bส่วนมากจึงเป็นคำสั่ง JUMP

2. IP: อินเตอร์รัพต์ ไพออริตี้ รีจิสเตอร์

-	-	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

รูปที่ 2.22 อินเตอร์รัพต์ ไพออริตี้ รีจิสเตอร์

รีจิสเตอร์ตัวนี้เป็นรีจิสเตอร์ใช้กำหนดความสำคัญในการอินเตอร์รัพต์ ถ้าบิตใดเป็น “1” ลักษณะการอินเตอร์รัพต์ในบิตนั้นจะมีความสำคัญสูงสุด ใช้คำสั่ง SETB PT1

3. TCON: ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ คอนโทรล รีจิสเตอร์

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

รูปที่ 2.23 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ คอนโทรล รีจิสเตอร์

ในรีจิสเตอร์มีบิตที่เราจะต้องใช้คือ TR0 และ TR1ในตัวควบคุมไทเมอร์และเคาน์เตอร์ โดยถ้าให้เป็น “0” จะหมายถึง “off” และ “1” จะหมายถึง “on”

4. TMOD: ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ โหมด คอนโทรล รีจิสเตอร์

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0

รูปที่ 2.24 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ โหมด คอนโทรล รีจิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรมหรือ TIMER จะใช้งานรีจิสเตอร์ TMOD นี้บางบิต คือ Gate ,C/T,M1,M0

ตารางที่ 2.18 การเลือกโหมดการทำงานของ ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ โดยใช้ M0, M1

M0	M1	Mode	คำอธิบาย
0	0	0	13 Bit Timer
0	1	1	16 Bit Timer
1	0	2	8 Bit Auto-reload
1	1	3	Timer/Counter 8 bit 2 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบวงจร

การออกแบบวงจรจะออกแบบไปทีละส่วน ทีละวงจร ทั้งส่วนของภาคส่งและส่วนของภาครับ โดยจะเริ่มออกแบบจากส่วนของภาคส่งก่อน จากนั้นจะไปในส่วนของภาครับ ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีรายละเอียดของวงจรส่วนย่อยอีก จะกล่าวถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

เราจะสามารถแบ่งออกมาได้เป็นวงจรหลักๆ ได้ด้วยกันทั้งหมด 2 ส่วนใหญ่ๆคือภาคส่งและภาครับ ซึ่งในภาคส่งจะสามารถแบ่งเป็นส่วนย่อยได้อีก 2 ส่วนหลักๆโดยจะมีส่วนของ RFID และส่วนของโมดูล TR-W 2.4GHz

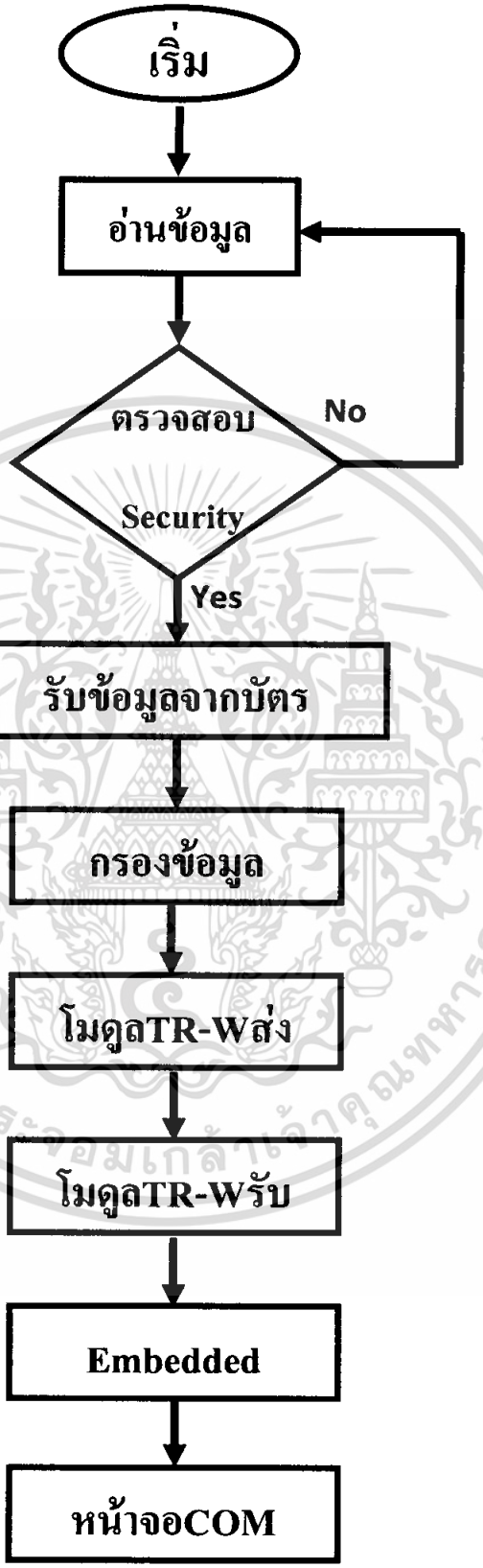
3.1 ภาคส่ง

3.1.1 ส่วนของ RFID

ในส่วนนี้เราจะแยกได้ออกมาเป็น 2 ส่วนย่อยๆ สำหรับรูปแบบของเทคโนโลยี RFID ที่ใช้ในการดังกล่าวก็มีทั้งแบบสมาร์ตการ์ดที่สามารถถูกเขียนหรืออ่านข้อมูลออกมาได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับเครื่องอ่านบัตร หรือคอนแทรคเลสสมาร์ตการ์ด (Contract less smartcard) เหรียญ (Coin) ป้าย (Tag) หรือฉลากซึ่งมีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษหรือฝังเอาไว้ในตัวสัตว์ได้เลยที่เดียว

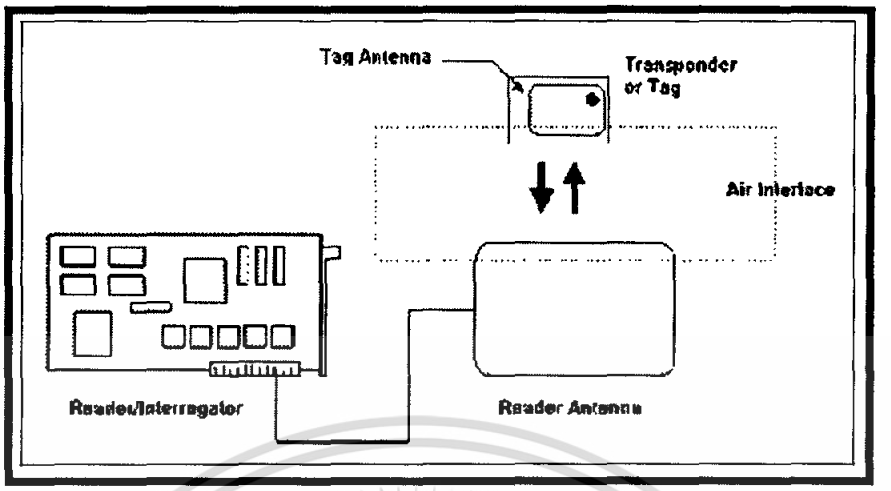
ส่วนฉลาก (ป้ายขนาดเล็ก) หรือชื่ออย่างเป็นทางการว่า ทรานสพอนเดอร์ (Transponder, Transmitter & Responder) หรือที่ต่อไปจะเรียกว่า แทกส์ (Tags) ทรานสซิฟเวอร์ (Transceiver, Transmitter & Receiver) หรือที่ต่อไปจะเรียกว่า เครื่องอ่าน (Reader)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

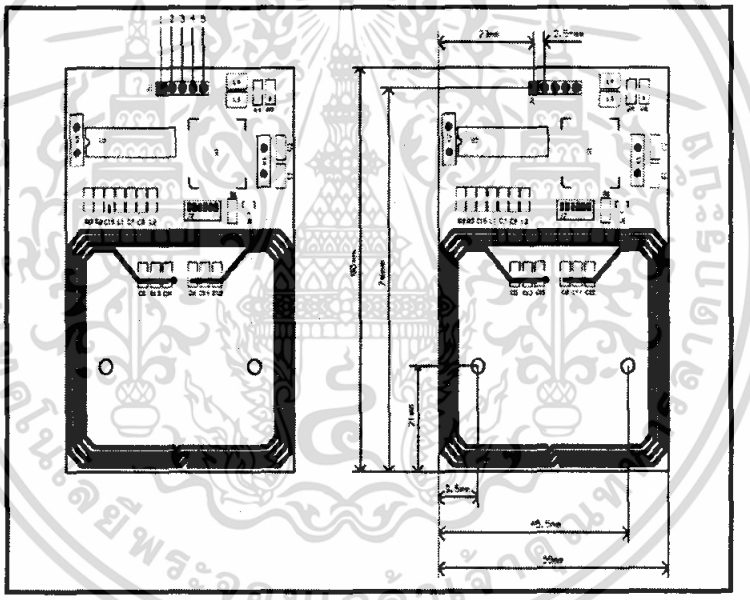


รูปที่ 3.1 โฟล์วชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงองค์ประกอบภายใน RFID Tags



รูปที่ 3.3 ภาพแสดงลายวงจรของ RFID Reader

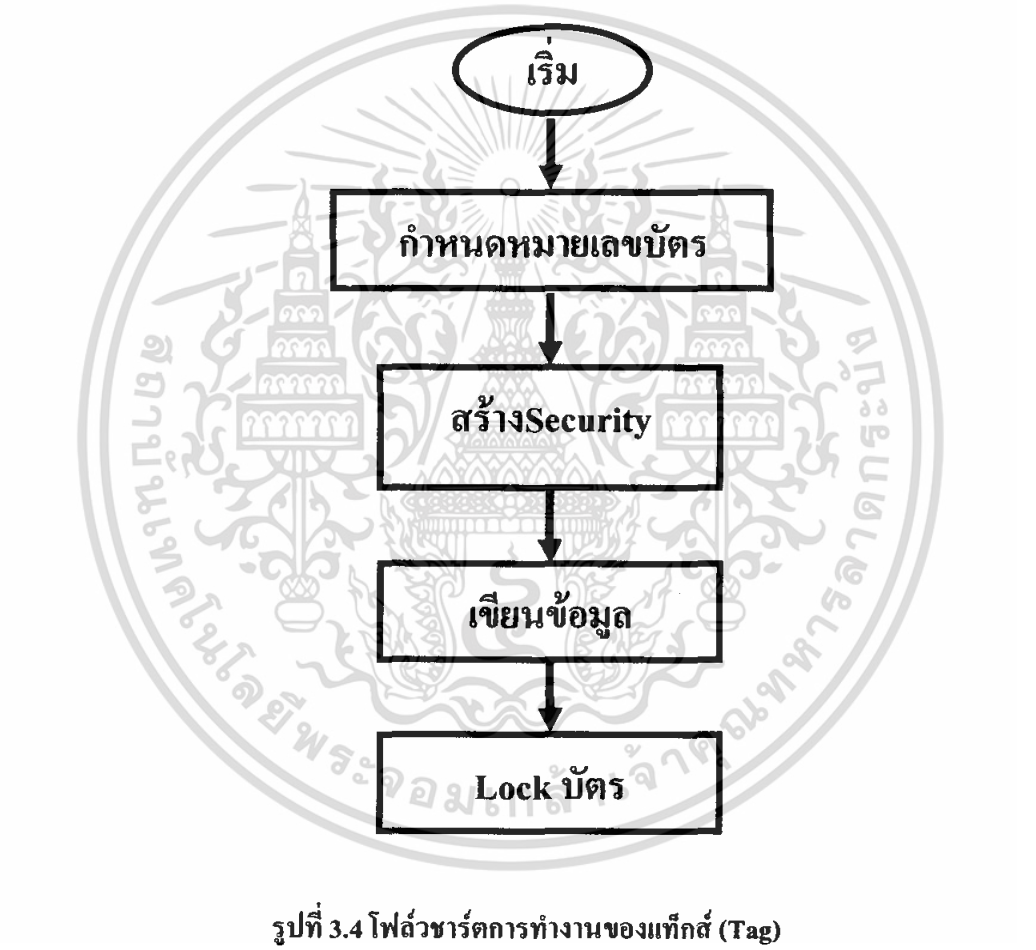
โดยการทำงานของระบบ RFID

RFID เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมาเป็นคลื่นพาหะเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิดที่เรียกว่า แท็กส์ (Tag) และตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) โดยการนำข้อมูลที่ต้องการส่ง มาทำการมอดูเลต (Modulation) กับคลื่นวิทยุแล้วส่งออกผ่านทางสายอากาศที่อยู่ในตัวรับข้อมูล ดังแผนผังการทำงานของระบบ RFID ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

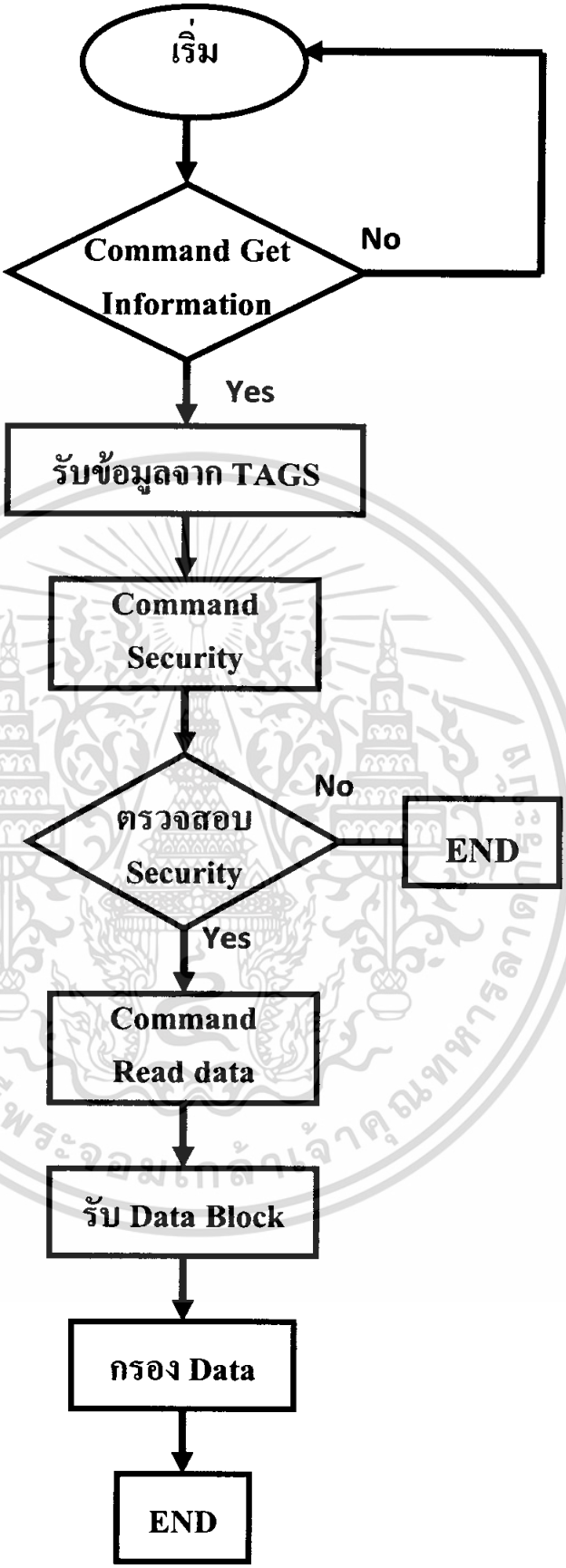
วิธีการรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กส์และเครื่องอ่าน

ในการรับส่งข้อมูลหรือสัญญาณวิทยุระหว่างแท็กส์กับเครื่องอ่านจะได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อเมื่อสายอากาศมีความยาวที่เหมาะสมกับความถี่พาหะที่ใช้งาน สายอากาศที่ดูจะเหมาะจะใช้ร่วมกับแท็กส์มากที่สุดก็คือ สายอากาศที่เป็นขดลวดขนาดเล็กหรือที่มีชื่ออย่างเป็นทางการว่าสายอากาศแบบแมกเนติกไดโพล (Magnetic dipole Antenna) รูปแบบของสายอากาศแบบนี้ก็จะมีอยู่หลากหลายทั้งแบบที่เป็นขดลวดพันแกนอากาศหรือแกนเฟอร์ไรต์ แบบที่เป็นวงลูปที่ทำขึ้นจากลายทองแดงบนแผ่นวงจรพิมพ์ นอกจากการรับส่งข้อมูลแล้วสายอากาศก็ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับแท็กส์ด้วย



รูปที่ 3.4 โฟล์วชาร์ตการทำงานของแท็กส์ (Tag)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

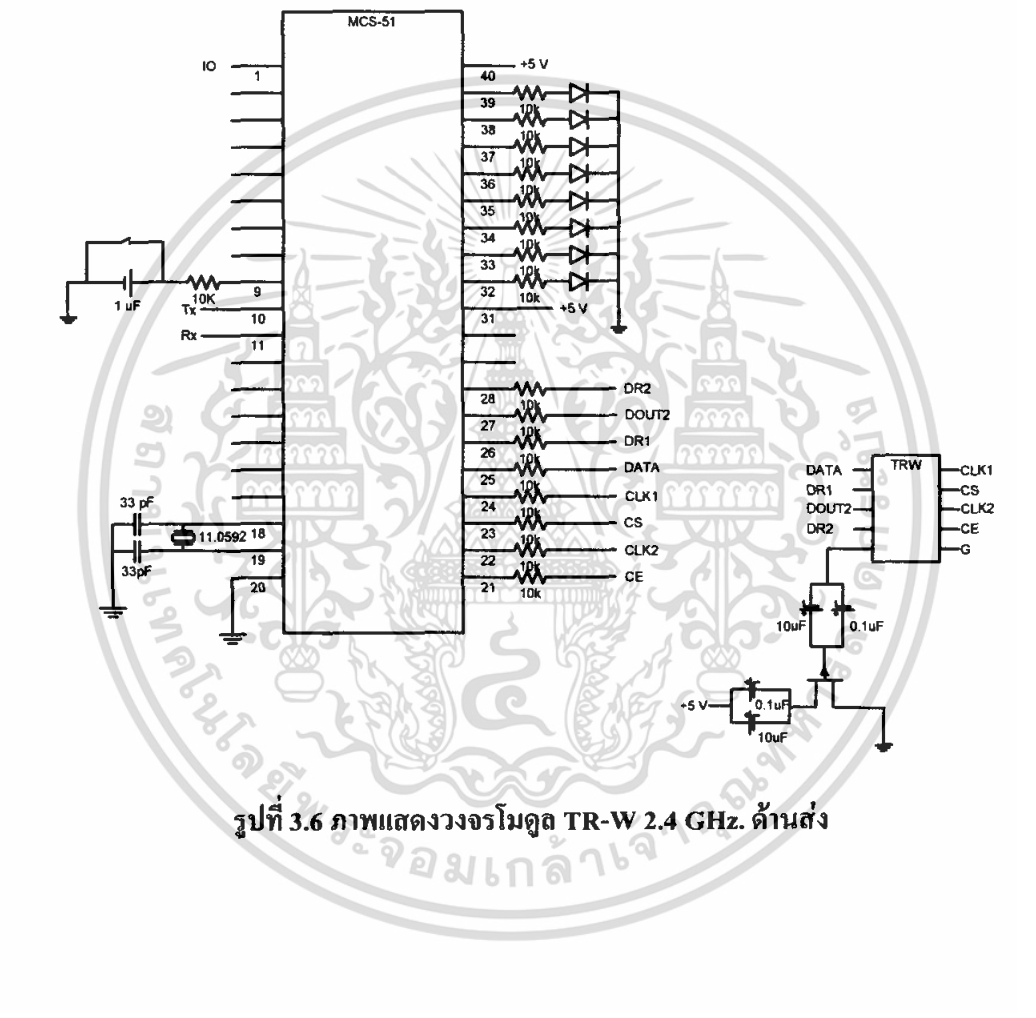


รูปที่ 3.5 โฟล์วชาร์ตการทำงานของ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ส่วนของโมดูลTR-W 2.4 GHz. (nRF 2401) ด้านส่ง

ในส่วนนี้เราจะใช้เป็น Module Transceiver RF แบบ HIGH FREQUENCY TRANSCEIVER MODULE (GFSK) ใช้ส่ง ข้อมูล Data ในแบบอนุกรม ใช้กับความถี่ 2.4-2.524 GHz.ทำงานที่ 3-3.6 V. OUTPUT POWER +4 DBM ใช้งานได้ในระยะไกล 280 m (ความเร็วข้อมูล 250 kbps) ระยะ 150 m (ความเร็ว 1M bps) ในพื้นที่โล่งแจ้ง ซึ่งจะควบคุมการทำงานโดยโปรแกรมที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) ส่วนรายละเอียดการทำงานได้กล่าวไว้แล้วในบทก่อนหน้านี้



รูปที่ 3.6 ภาพแสดงวงจรโมดูล TR-W 2.4 GHz. ด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การทำงานของแต่ละขาของโมดูล TR-W 2.4 GHz

Pin	Name	Pin Function	Description
1	GND	Power	Ground(0V)
2	CE	Input	ยอมให้โหมด Rx และ Tx ทำงาน
3	CLK2	I/O	สัญญาณนาฬิกา เอาท์พุต/อินพุต สำหรับ Rx data channel 2
4	CS	Input	เลือก Configuration Mode
5	CLK1	I/O	สัญญาณนาฬิกาอินพุต(Tx) และ I/O(Rx) สำหรับ data channel 3-wire interface
6	DATA	I/O	Rx data channel 1/Tx data input/3- wire interface
7	DR1	Output	Rx data ready ที่ channel 1 (ShockBurst only)
8	DOUT2	Output	Rx data channel 2
9	DR2	Output	Rx data ready ที่ channel 2 (ShockBurst only)
10	VCC	Power	Power supply +3V

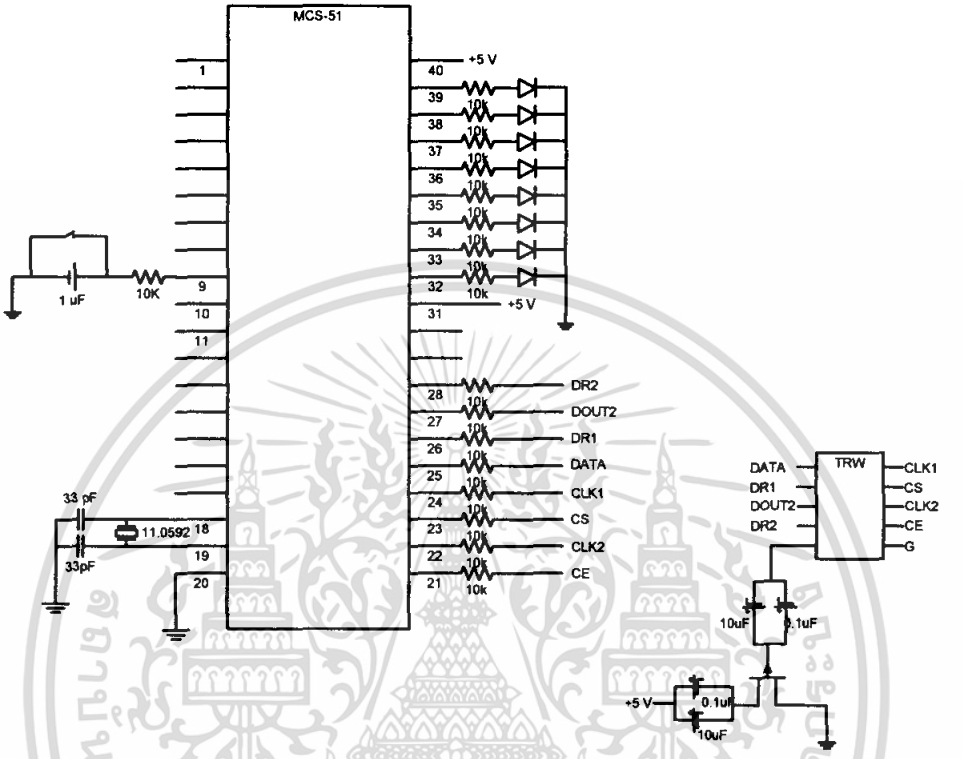
3.2 ภาครับ

3.2.1 โมดูล TR-W 2.4 GHz. (nRF 2401) ด้านรับ

ในส่วนนี้เราจะใช้เป็น Module Transceiver RF แบบ HIGH FREQUENCY TRANSCEIVER MODULE (GFSK) ใช้ รับ ข้อมูล Data ในแบบอนุกรม ใช้กับความถี่ 2.4-2.524 GHz.ทำงานที่ 3-3.6 V. OUTPUT POWER +4 DBM ใช้งานได้ในระยะไกล 280 m (ความเร็วข้อมูล 250 kbps) ระยะ 150 m (ความเร็ว 1M bps) ในพื้นที่โล่งแจ้ง ซึ่งจะควบคุมการทำงานโดยโปรแกรมที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

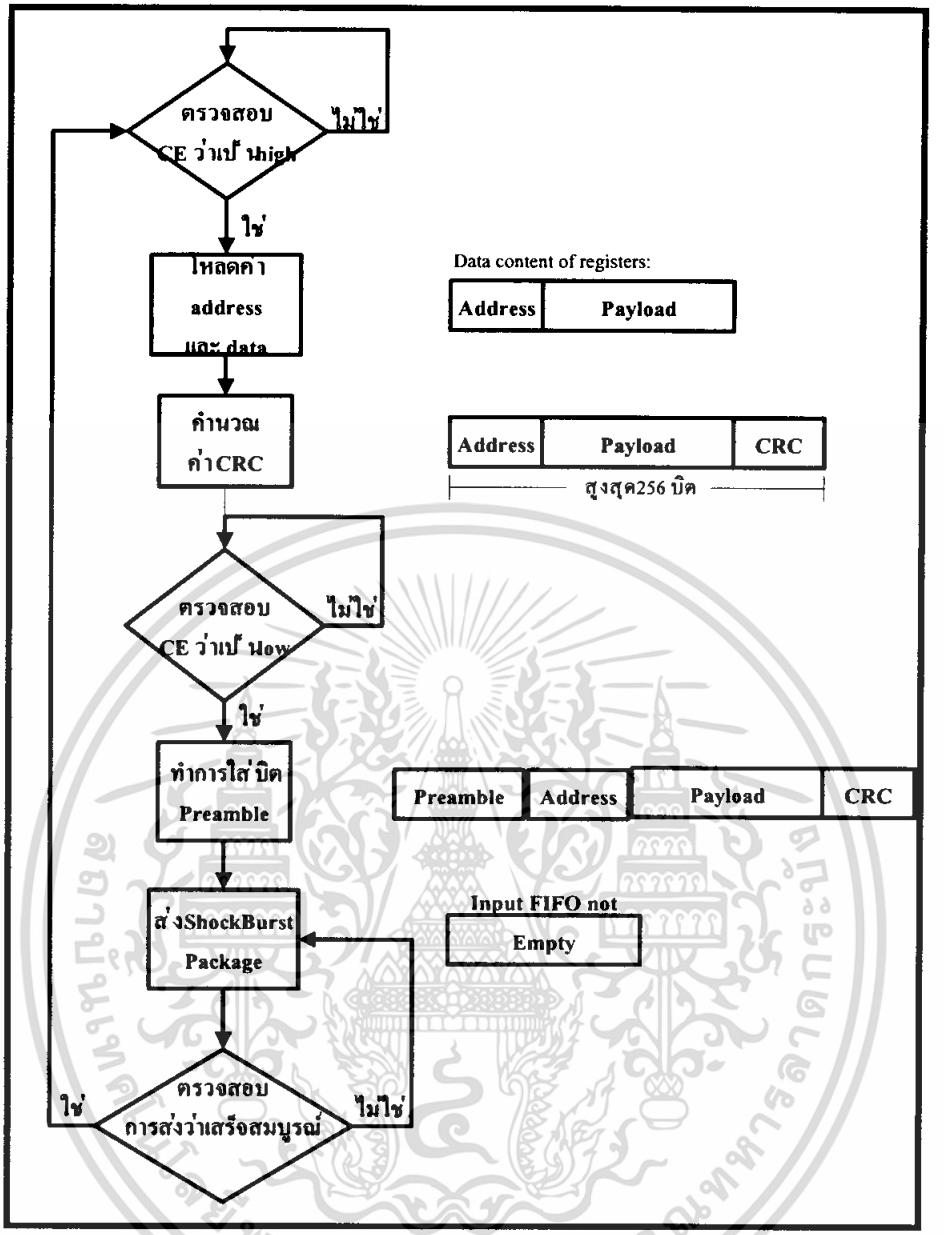
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(MCS-51) ในส่วนนี้เราจะทำการโปรแกรมให้ส่งข้อมูลที่รับมาได้จากโมดูลด้านส่ง แล้วส่งต่อไปยังระบบ Ethernet



รูปที่ 3.7 ภาพแสดงวงจรโมดูล TR-W 2.4 GHz.ด้านรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

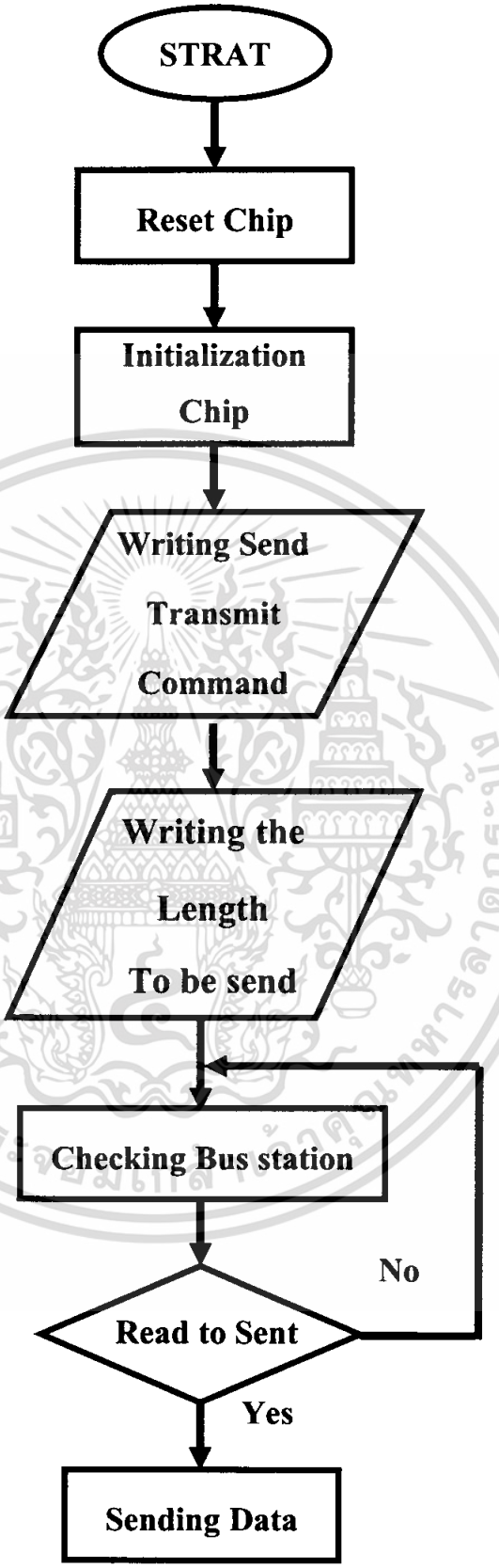


รูปที่ 3.8 โฟล์วชาร์ตแสดงการทำงานของโมดูล TR-W 2.4 GHz

3.2.2 ระบบที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูล ผ่านวง LAN

ในส่วนฮาร์ดแวร์ระบบควบคุมนั้นจะใช้การควบคุมแบบฝังตัว (Embedded) ซึ่งประกอบด้วยวงจรควบคุมการรับ-การส่งข้อมูลผ่านอีเทอร์เน็ต ไมโครคอนโทรลเลอร์ และหลอดไฟLED แสดงผลของข้อมูลที่ประมวลผลได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบศูนย์กลาง รายละเอียดการออกแบบฮาร์ดแวร์ที่กล่าวถึงในที่นี้จึงประกอบด้วย การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์เข้ากับระบบเครือข่าย โดยอาศัยอุปกรณ์การเชื่อมต่อแบบวงแลน (Embedded Ethernet Controller) และอธิบายถึงการควบคุมหน่วยการรับเข้าออกข้อมูล (I/O Port) ซึ่งถูกควบคุมด้วย ไมโครคอนโทรเลอร์ และกระบวนการรับ-ส่งข้อมูลของฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

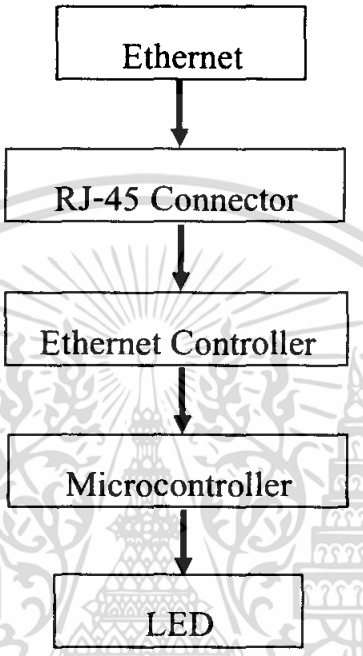


รูปที่ 3.9 โฟล์วชาร์ตแสดงการทำงานของระบบ Ethernet ด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.1 ส่วนประกอบฮาร์ดแวร์ของระบบ

ส่วนประกอบหลักของฮาร์ดแวร์ทั้งหมดประกอบด้วย วงจรเชื่อมต่อกับ Ethernet และไมโครคอนโทรเลอร์ โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะไปควบคุมการทำงานจาก I/O พอร์ตของ Ethernet Controller แสดงผลของข้อมูลที่ประมวลผลได้ออกมายังหลอดไฟ LED ดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 3.10 แสดงส่วนประกอบหลักของฮาร์ดแวร์ที่ส่งข้อมูลผ่านวง LAN

3.2.2.2 ส่วนเชื่อมต่อระบบเครือข่าย

จะใช้อุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Ethernet Controller) โดยภายในวงจรจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักกับชิปควบคุมอีเทอร์เน็ต ในที่นี้จะทำการเลือกใช้ CS8900A-CQ , Isolator Transformer (PM1005) และ RJ-45 Connector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN1	PIN2	PIN3	PIN4	PIN5	PIN6	PIN7	PIN8	PIN9
GND	VCC	INTR	SA0	SA1	SA2	SA3	/IOR	/IOW

PIN10	PIN11	PIN12	PIN13	PIN14	PIN15	PIN16	PIN17	PIN18
/AEN	SD0	SD1	SD2	SD3	SD4	SD5	SD6	SD7

รูปที่ 3.11 PIN OUT

VCC - แหล่งจ่ายไฟตรง +5V.

GND - กราวด์อ้างอิง 0 V.

INTR - สำหรับใช้งานในโหมดอินเทอร์รัพ

SA0- SA3 - Address Bus เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

/IOR - I/O Port Read (Active low)

/IOW - I/O Port Write (Active low)

/AEN - Chip Enable (Active low)

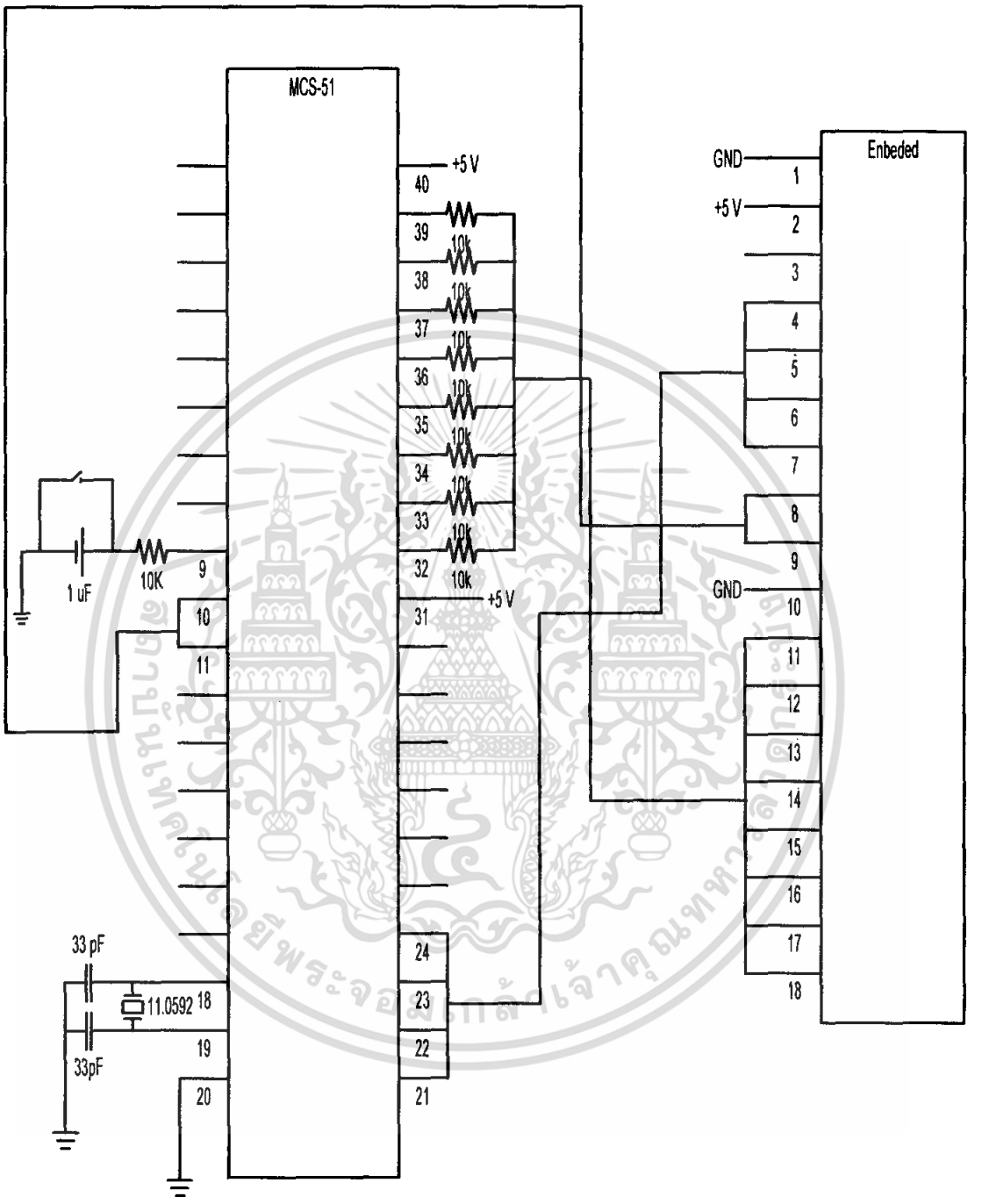
SD0 –SD7 - Data Bus เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.2.3 การติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ

ในการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในที่นี้จะใช้ MCS-51 เบอร์ AT89C52 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ส่งข้อมูลทีละ 8 บิต ไปควบคุมอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโดย SD0 –SD7 จะเป็นคาต้าบัสเชื่อมต่อกับ P0.0-P0.7 , SA0-SA3 จะเป็นแอดเดรสบัสเชื่อต่อกับ P2.0-P2.3 , /IOW ต่อกับ P2.7 , /IOR ต่อกับ P2.6 , /AEN จะต่อลงกราวด์ , ขา INTR ปล่อยลอย เพราะไม่ใช้อินเทอร์รัพ ส่วนของ P1.0-P1.3 จะต่อกับสวิตช์ เพื่อใช้ทำการส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน 4 ข้อ และP3.1 ต่อกับหลอดไฟสีเหลือง เมื่อหลอดไฟสว่างจะหมายถึงระบบพร้อมที่จะทำงาน P3.0 จะต่อกับหลอดไฟสีเขียว เมื่อสว่างขึ้นจะแปลว่าข้อมูลที่ส่งไปมีค่าตรงกับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์กลางและ P3.2 ต่อกับหลอดไฟสีแดง เมื่อสว่างขึ้นหมายความว่า ข้อมูลที่ส่งไปไม่ตรงหรือไม่มีอยู่ใน ฐานข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบศูนย์กลาง



รูปที่ 3.12 ภาพแสดงวงจรโมดูล Embedded

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.4 การเข้าถึงหน่วยความจำของระบบ

ในอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายจะมีชิปประมวลผลที่สำคัญคือ CS8900A-CQ โดยชิปนี้มีรูปแบบการทำงาน 3 โหมด คือ Memory, I/O Mode และ DMA Mode แต่ในที่นี้จะใช้เพียง I/O Mode เพียงอย่างเดียว ในโหมดนี้จะประกอบไปด้วย I/O พอร์ต อยู่ 8 พอร์ต แต่ละพอร์ตจะมีความยาว 16 บิต แต่เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานทีละ 8 บิต จึงจำเป็นต้องส่งข้อมูล 2 รอบจึงจะเข้าถึง I/O พอร์ตได้ คำสั่งต่างๆ ใน I/O Mode จะประกอบไปด้วย

- Receive/Transmit Data (Port0 กับ Port1) ใช้ในการรับส่งข้อมูลจาก Ethernet ส่วนมากจะใช้พอร์ต 0
- TxCMD (Transmit Command) ใช้ในการออกคำสั่งให้อุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายเตรียมตัวส่งข้อมูล
- TxLength (Transmit Length) ใช้ในการระบุความยาวของข้อมูลที่จะส่งเป็นไบต์
- Interrupt Status Queue ใช้ในการอินเทอร์รัพ
- PacketPage Pointer ใช้ในการระบุรีจีสเตอร์ภายในของ CS8900A-CQ สามารถหาดูได้จากดาต้าชีส
- PacketPage Data (Port0-Port1) ใช้ในการอ่านหรือเขียนรีจีสเตอร์ภายในที่ถูกระบุโดย PacketPage Pointer

ในการระบุคำสั่งต่างๆของ I/O พอร์ตทำได้โดยการจ่ายไฟไปยังแอดเดรสบัส (SA0-SA4) ดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตาราง I/O พอร์ตของชิป CS8900A-CQ

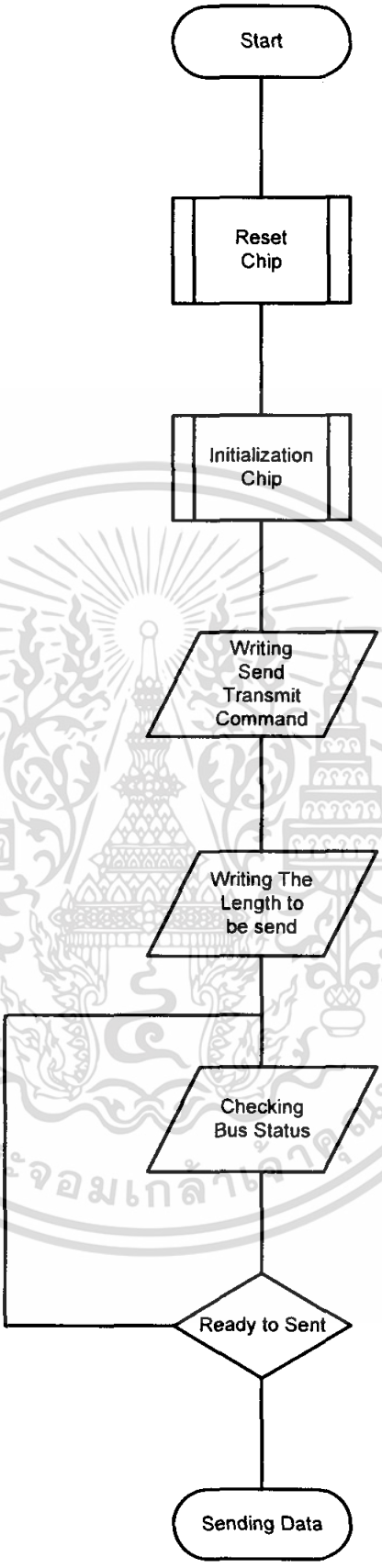
Offset	Type	Descriptoin
0000h	Read/Write	Recive/Transmit Data (Post 0)
0001h	Read/Write	Recive/Transmit Data (Post 1)
0002h	Write/Only	TxCMD (Transmit Command)
0003h	Write/Only	Txlength(Transmit Length)
0004h	Read/Write	Interrupt Status Queue
0005h	Read/Write	PacketPage Pointer
0006h	Read/Write	PacketPage Data(Port 0)
0007h	Read/Write	PacketPage Data(Port 1)

3.2.2.5 กระบวนการส่งและรับข้อมูลของ Ethernet Controller

ในกระบวนการส่งข้อมูลในEthernet Controller เริ่มต้นด้วยการรีเซตเพื่อลบค่าเก่าออกจากอุปกรณ์ ควบคุมการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายก่อน จากนั้นทำการตั้งค่าเริ่มต้นของอุปกรณ์ควบคุมการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโดนใช้รีจีสเตอร์ RxCTL , LineCTL และค่า MAC Address ต่อมาตามด้วยการเขียนคำสั่งต้องการที่จะส่ง (TxCMD) และ เขียนความยาวของข้อมูล (TxLength) จากนั้นตรวจดูว่า Bus ที่ต้องการจะส่งว่าว่างหรือไม่ โดยตรวจดูจากรีจีสเตอร์ BusST เมื่อ Bus ว่างก็จะสามารถส่งข้อมูลของ Ethernet Controller ดังรูปที่ 3.13

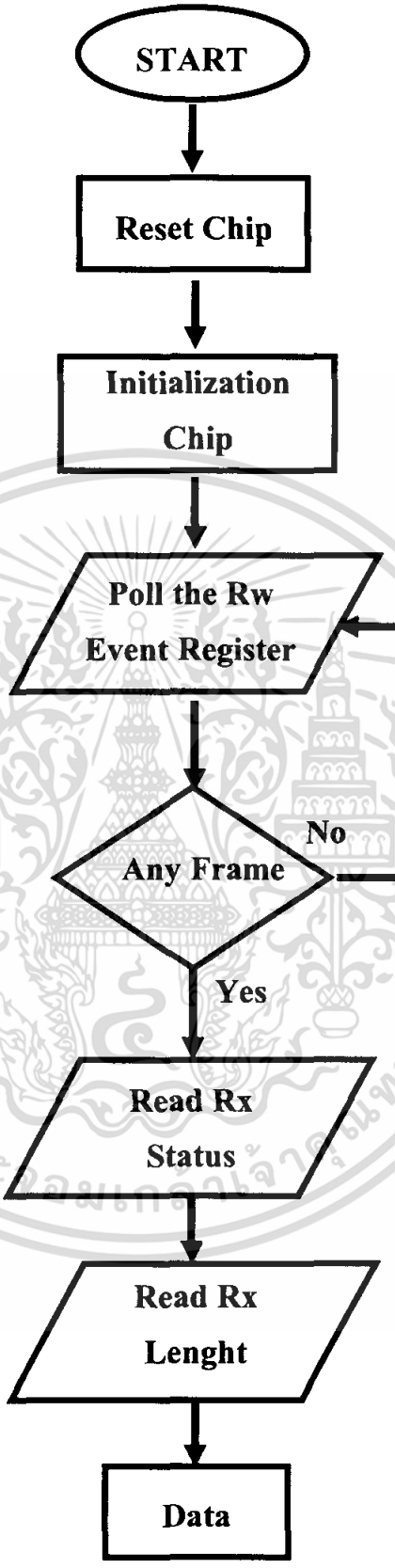
ส่วนในกระบวนการรับข้อมูลใน Ethernet Controller เริ่มต้นทำการ รีเซต และตั้งค่าเริ่มต้นของอุปกรณ์วบคุมการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย และใช้รีจีสเตอร์ RxEvent Data รอรับเฟรมเมื่อมีเฟรมเข้ามาให้ทำการอ่าน RxStatus และค่าRxLength จาก Receive Data พอร์ต0 แต่มีข้อต้องระวังคือ RxStatus และ RxLength จะต้องอ่านจาก Most Significant bit ก่อนแล้วจึงค่อยอ่านจาก Least Significant คือ Set Address = 0x01 แล้วจึง Set Address =0x00 แล้วจึงค่อยอ่านค่า 0x01 วนไปเรื่อยจนข้อมูลที่ส่งมาครบหมด ดังในโฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบ Ethernet Controller ด้านรับดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



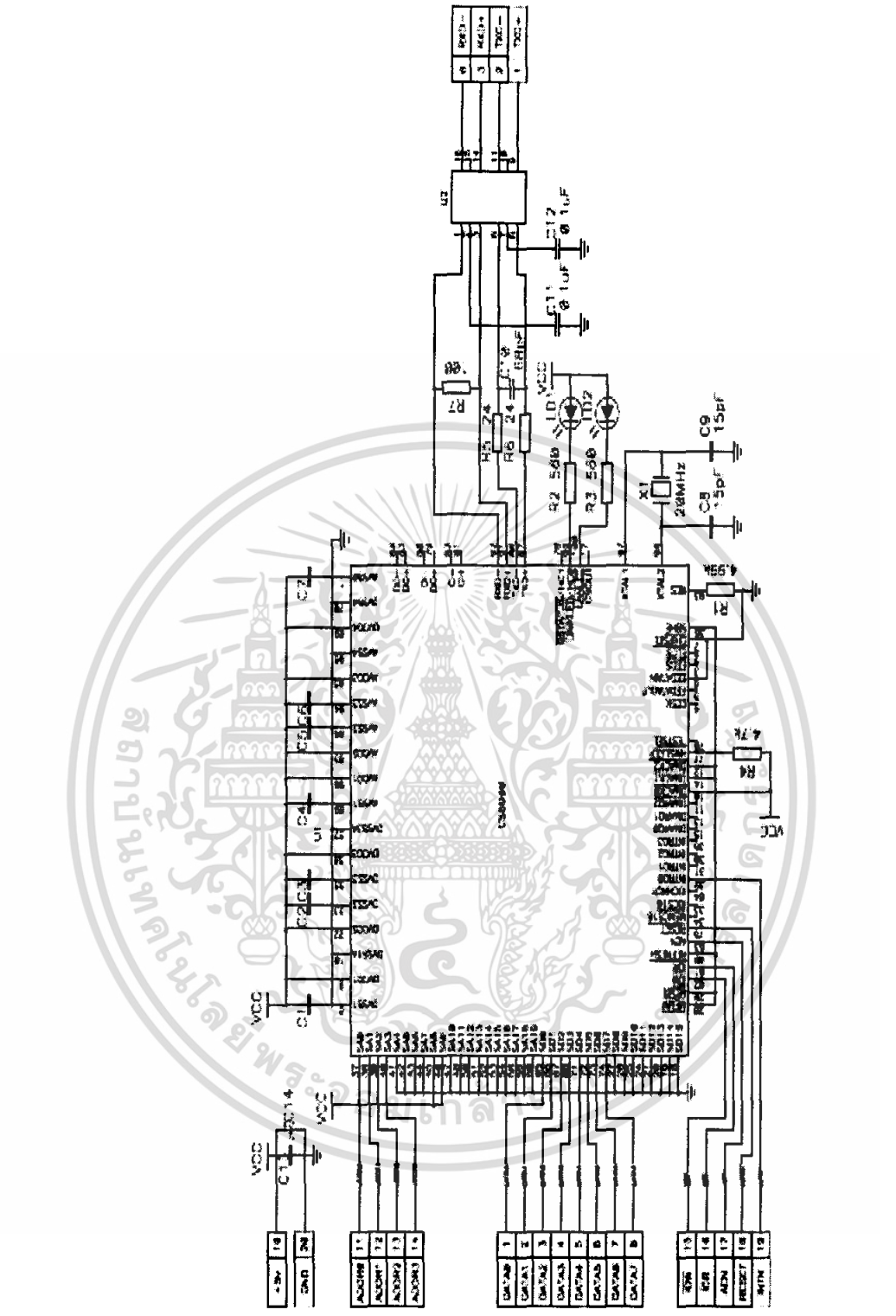
รูปที่ 3.13 โฟล์วชาร์ตการทำงานของระบบ Ethernet Controller ด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 โฟล์วชาร์ตการทำงานของระบบ Ethernet Controller ด้านรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

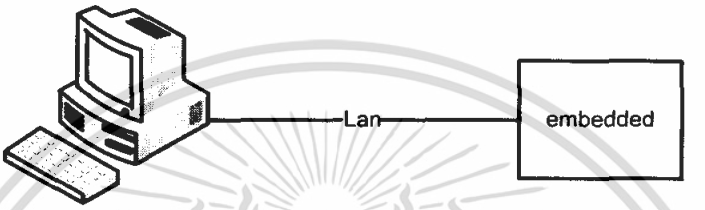


รูปที่ 3.15 แสดงส่วนเชื่อมต่อระบบเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนแสดงผลData Base

ในส่วนนี้เราจะได้รับข้อมูลที่ผ่านวง LAN มาจากนั้นจะเข้าสู่ PC และจะเรียกข้อมูลพื้นฐานขึ้นมาได้ในส่วนนี้ โดยข้อมูลพื้นฐานนี้จะมาปรากฏอยู่ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์โดยจะมีข้อมูลประวัติของสินค้าชิ้นนั้นๆอยู่ รวมไปถึงข้อมูลของผู้ซื้อพร้อมระบุวันซื้อ รายละเอียดของใบรับประกัน และข้อมูลต่างๆอีกมากมาย



รูปที่ 3.16 ภาพส่วนแสดงผล Data Base

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

บทนี้จะเป็นการทดลองการทำงานจากวงจรส่วนต่างๆ ที่ได้ประกอบกันและทำการทดลองใช้งานจริง ทั้งภาคส่งและภาครับข้อมูลที่ได้มาจากส่วนโมดูล TR-W 2.4 GHz.โดยทำการทดลองทีละส่วนตามบล็อกไดอะแกรมที่ได้แสดงไว้ในบทก่อนหน้านี้

วิธีทำการทดลอง

- กำหนดหมายเลขบัตรลงในบัตรแต่ละใบ
- แล้วก็ทำการสร้าง Security ลงในบัตรเพื่อเป็นการกำหนดค่า
- จากนั้นก็ทำการเขียนข้อมูลลงบัตรเปรียบเหมือนการใส่ข้อมูลลงในสินค้าบัตร 1 ใบแทนสินค้า 1 ชิ้นดังนั้นเราจึงทำการกำหนดข้อมูลลงในบัตรแต่ละใบ
- จากนั้นก็ทำการนำบัตรมา Lock ค่าก่อนนำไปอ่านโดยเครื่องอ่าน
- ใช้เครื่องอ่านบัตร RFID อ่านบัตรที่ทำการ Lock ค่าไว้ก่อนหน้านี้แล้วซึ่งจะได้ผลออกมาดังรูปด้านล่าง
- เมื่อเครื่องอ่าน RFID รับค่าจากบัตรไปจะทำการตรวจ Security ว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าตรงกันเครื่องอ่านจะทำการอ่านข้อมูลออกมาโดยการกรองข้อมูลเอาเฉพาะข่าวสารเท่านั้น
- จากนั้นจะส่งข้อมูลต่อมายังส่วนของโมดูล TR-W 2.4 GHz. เพื่อทำการส่งข้อมูลที่กรองมาแล้วไปยังภาครับ โดยการส่งนี้จะเป็นการส่งแบบไร้สาย
- จากนั้นเมื่อข้อมูลถูกส่งมายังภาครับจะใช้โมดูล TR-W รับสัญญาณข้อมูลมาเพื่อส่งไปสู่ระบบการรับ-ส่งข้อมูลผ่านวง LAN
- เมื่อทำการส่งข้อมูลมาที่ระบบการรับ-ส่งข้อมูลผ่านวง LAN ซึ่งเป็นการรับส่งข้อมูลผ่านระบบ Ethernet โดยจะประมวลผลได้ที่คอมพิวเตอร์ระบบศูนย์กลาง

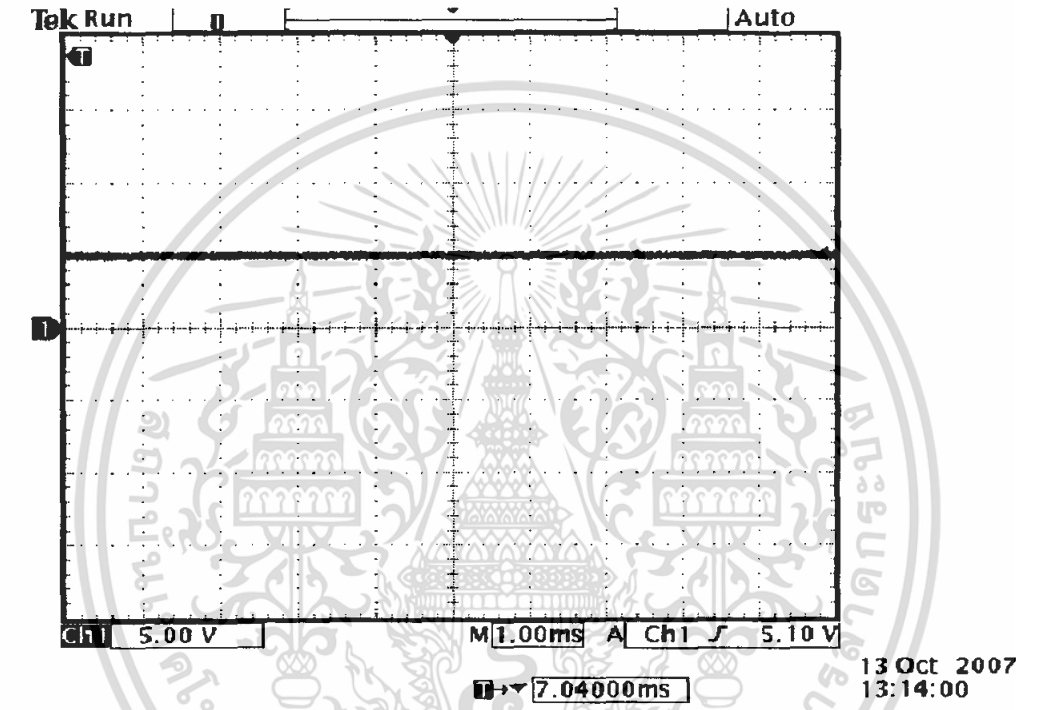
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

4.1 ภาคส่ง

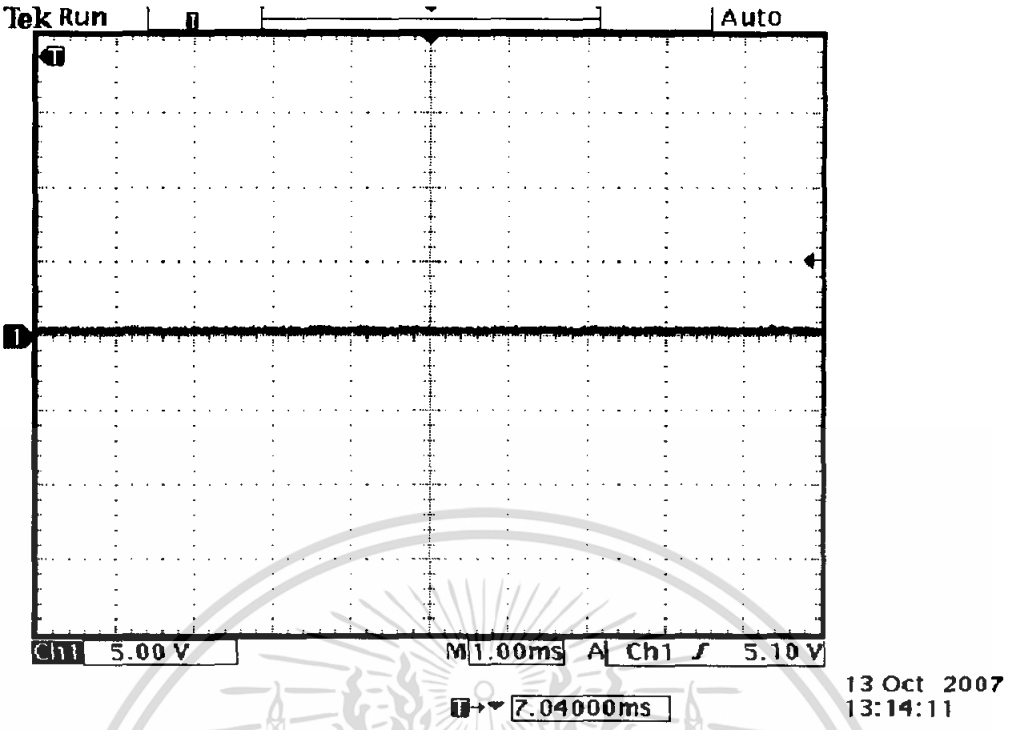
4.1.1 ส่วนของ RFID

ในส่วนนี้เราจะแยกได้ออกมาเป็น 2 ส่วนย่อยๆ แต่จะเก็บผลได้จากส่วนของเครื่องอ่าน RFID (RFID Reader) โดยเราจะวัดที่ขา Tx , Rx ของ RFID โดยจะแสดงผลสัญญาณดังรูปต่อไปนี้

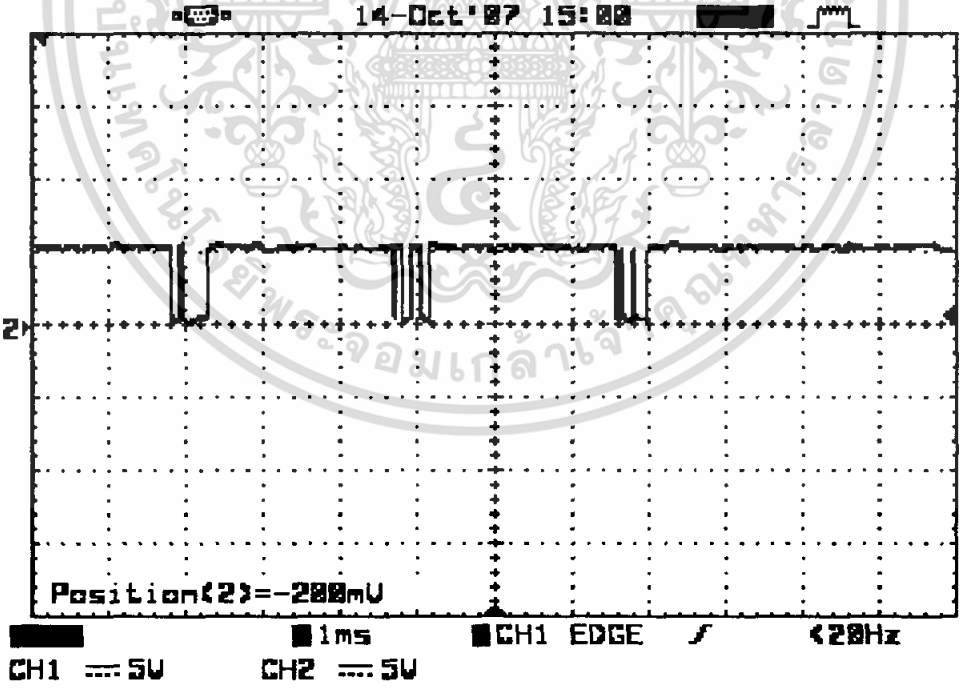


รูปที่ 4.1 สัญญาณก่อนรับข้อมูลจากบัตร โดยวัดจากขา IO ของ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

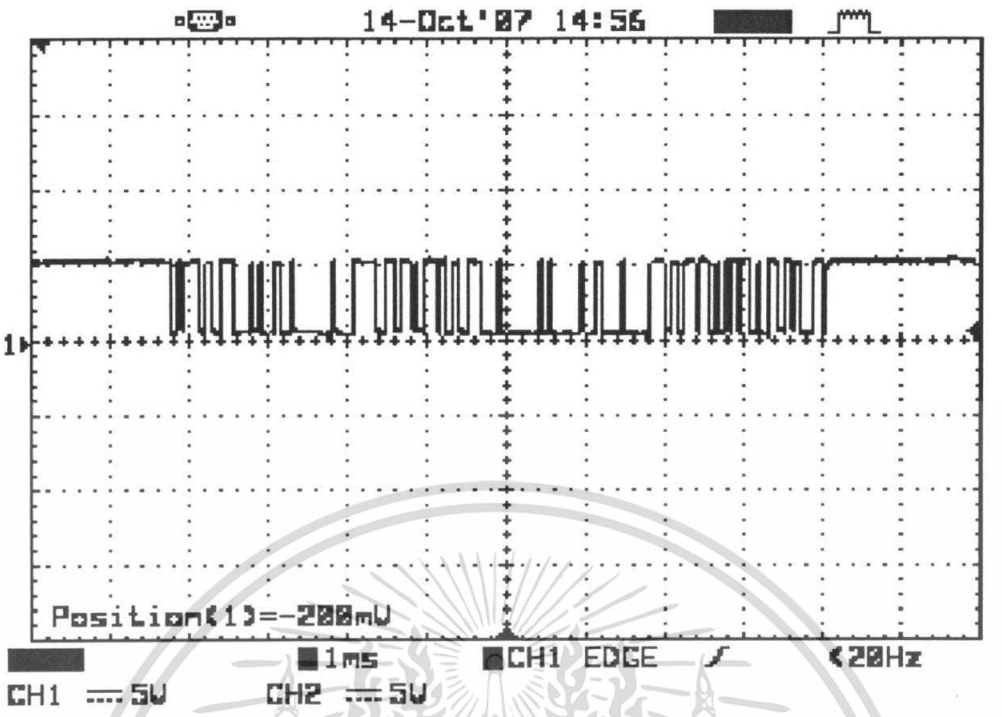


รูปที่ 4.2 เมื่อรับข้อมูลจากบัตร โดยวัดจากขา IO ของ RFID



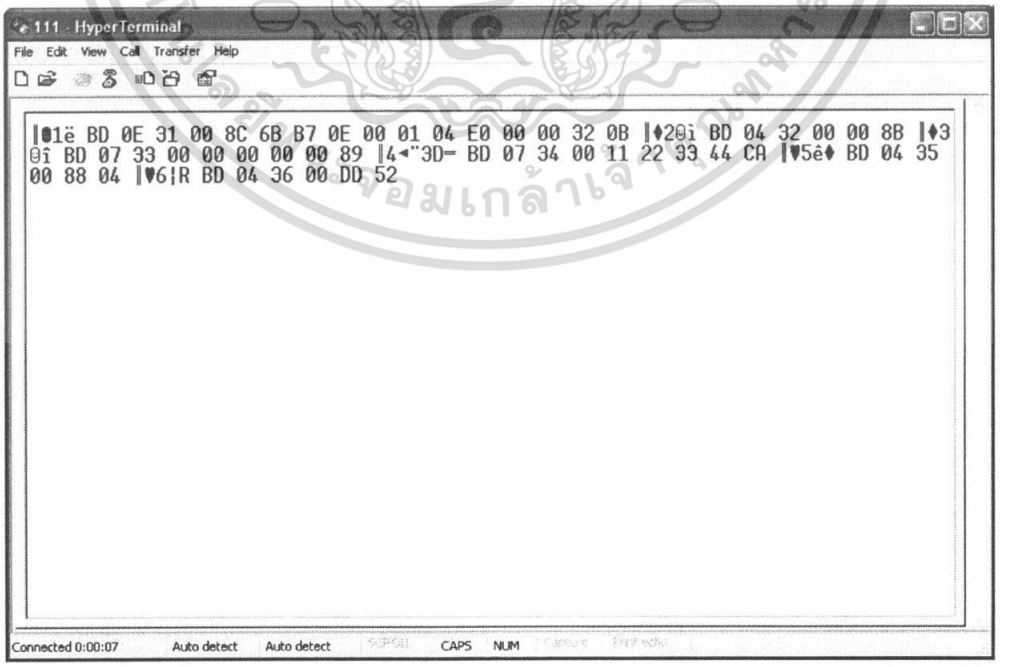
รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ส่ง RFID โดยวัดจากขา Tx.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



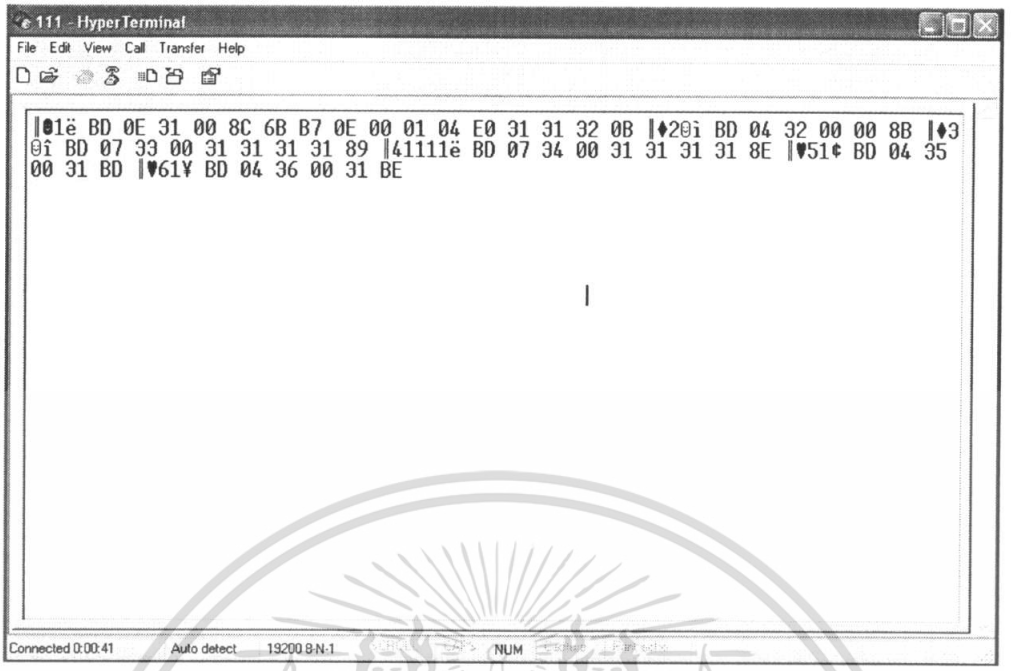
รูปที่ 4.4 สัญญาณที่รับ RFID โดยวัดจากขา Rx

และเราจะสามารถเก็บผลได้จากเครื่องอ่านบัตร (Reader) ซึ่งเราจะสามารถใช้โปรแกรมไฮเปอเทอร์มินอล (Hyperterminal) แสดงข้อมูลออกมาโดยจะแสดงข้อมูลของบัตรในแต่ละกรณี ซึ่งสมมติให้บัตรแต่ละใบแทนสินค้าแต่ละชิ้น



รูปที่ 4.5 ข้อมูลของบัตรเมื่อยังไม่มีการเขียนข้อมูลใดๆลงในบัตร

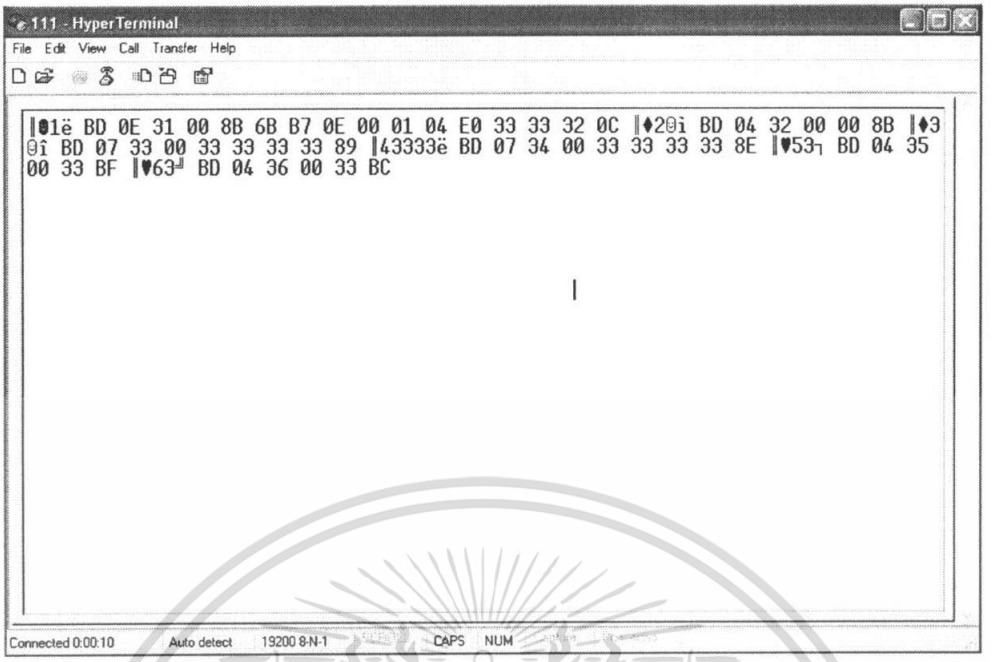
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



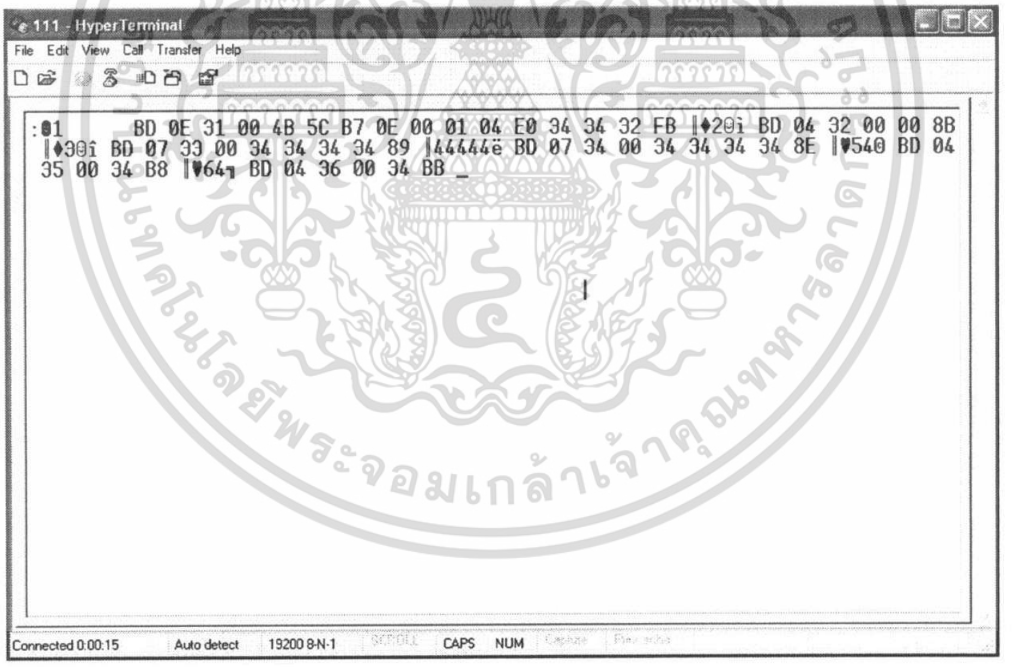
รูปที่ 4.6 เมื่อเขียนข้อมูล 31 31 31 31 ลงในบัตร # 31 31

รูปที่ 4.7 เมื่อเขียนข้อมูล 32 32 32 32 ลงในบัตร # 3232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

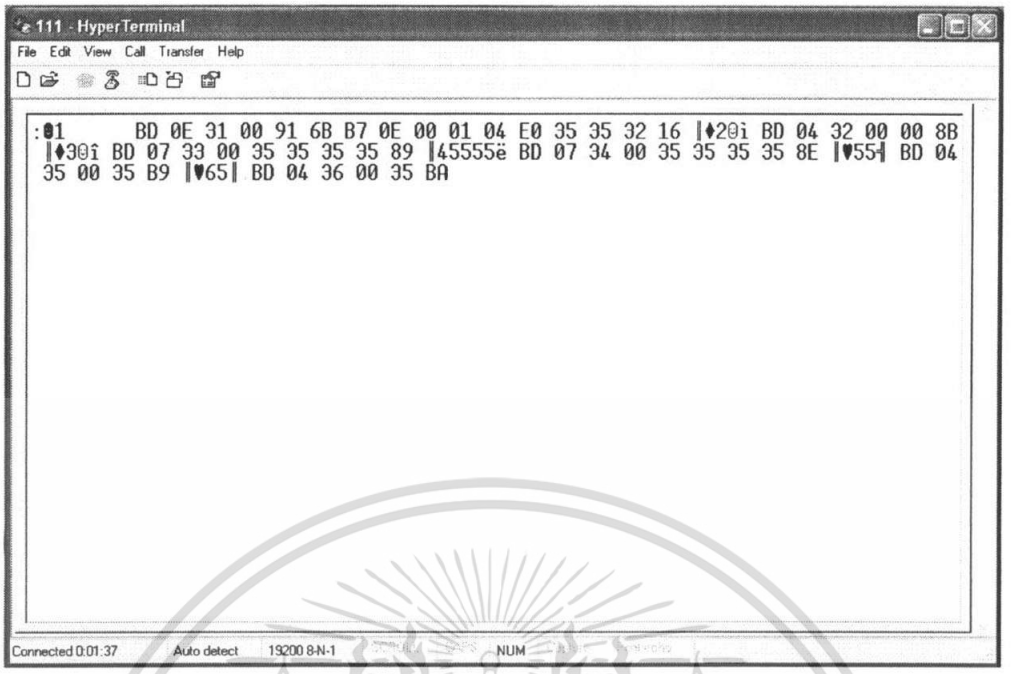


รูปที่ 4.8 เมื่อเขียนข้อมูล 33 33 33 33 ลงในบัตร # 3333



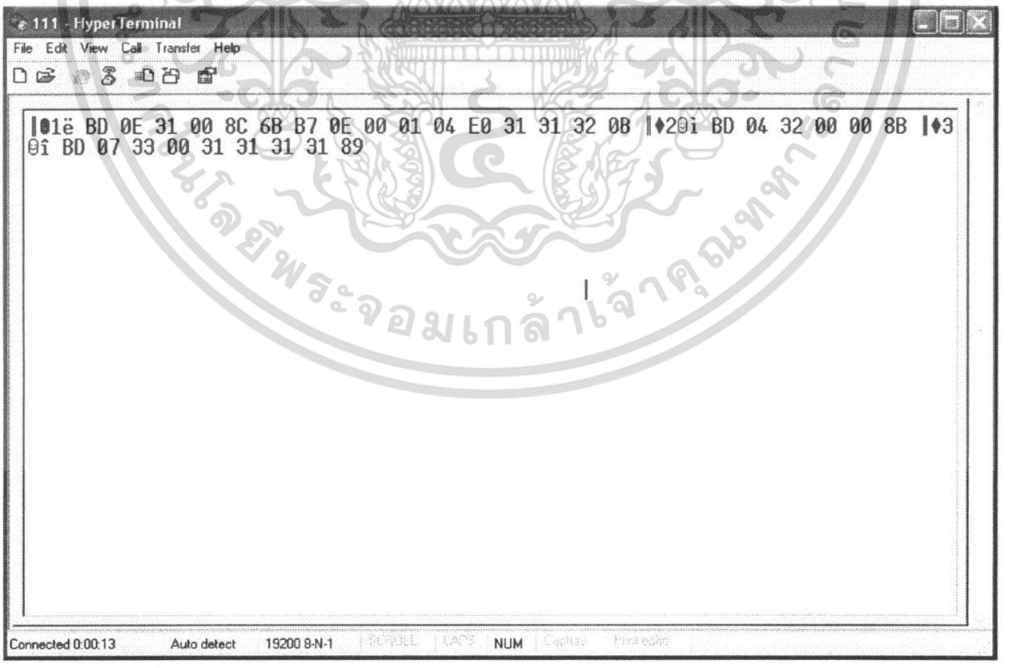
รูปที่ 4.9 เมื่อเขียนข้อมูล 34 34 34 34 ลงในบัตร # 3434

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 เมื่อเขียนข้อมูล 35 35 35 35 ลงในบัตร # 3535

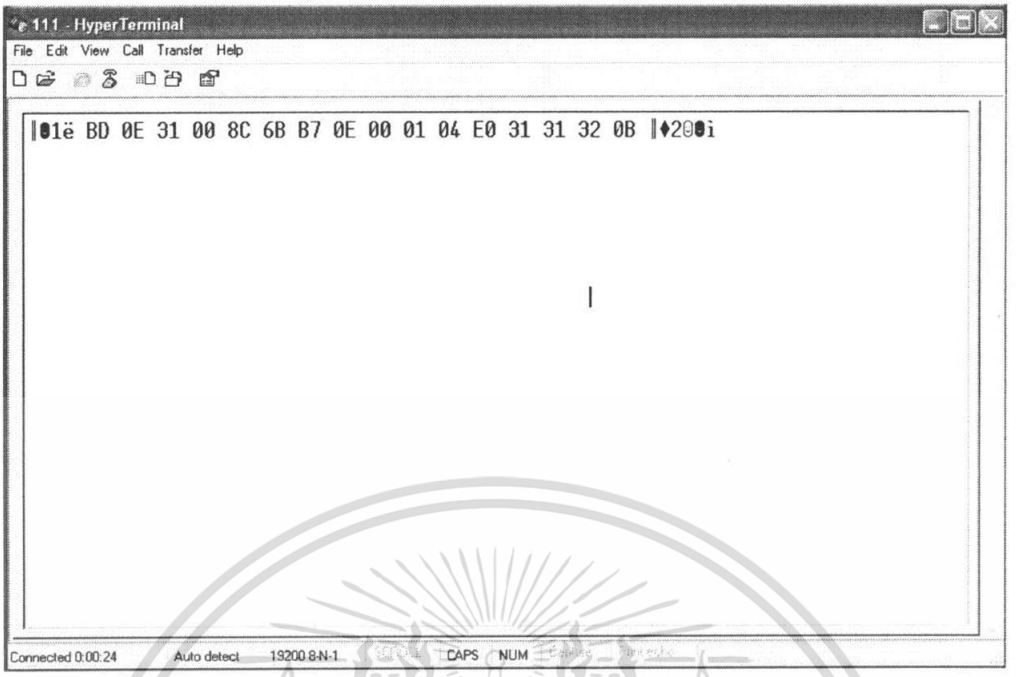
เมื่อทำการล็อคบัตรแล้วจะสามารถอ่านได้แค่หมายเลขบัตรจะไม่สามารถอ่านข้อมูลภายในได้ นอกจากจะใช้เครื่องที่ Security ตรงกับบัตรจึงสามารถอ่านข้อมูลภายในบัตรได้



รูปที่ 4.11 เมื่อทำการนำบัตร # 3131 ที่ทำการล็อค มาอ่านค่าโดยเครื่องที่ Security ตรงกันกับบัตร

และเมื่อนำบัตรใบเดียวกันนี้มาอ่านกับเครื่องที่มี Security ตรงกันจะสามารถอ่านข้อมูลและหมายเลขภายในบัตรใบที่ล็อคไว้แล้วได้ดังรูป

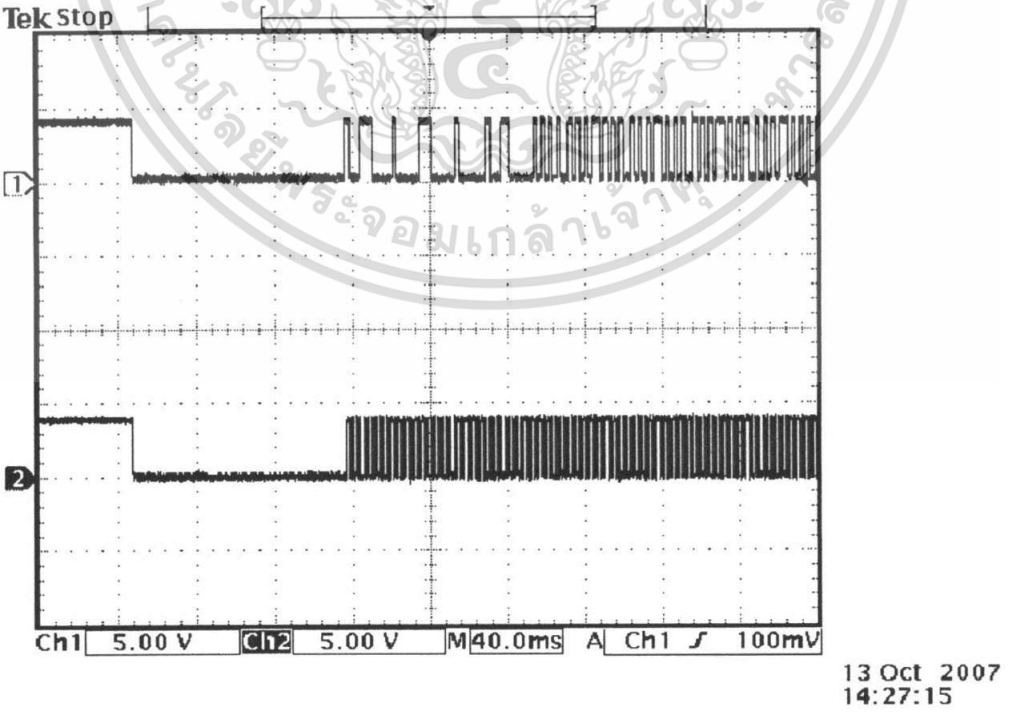
เอกสารนี้มีไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงหมายเลขบัตร (# 3131) ที่ถูกล็อกโดยจะไม่สามารถอ่านข้อมูลอื่นได้

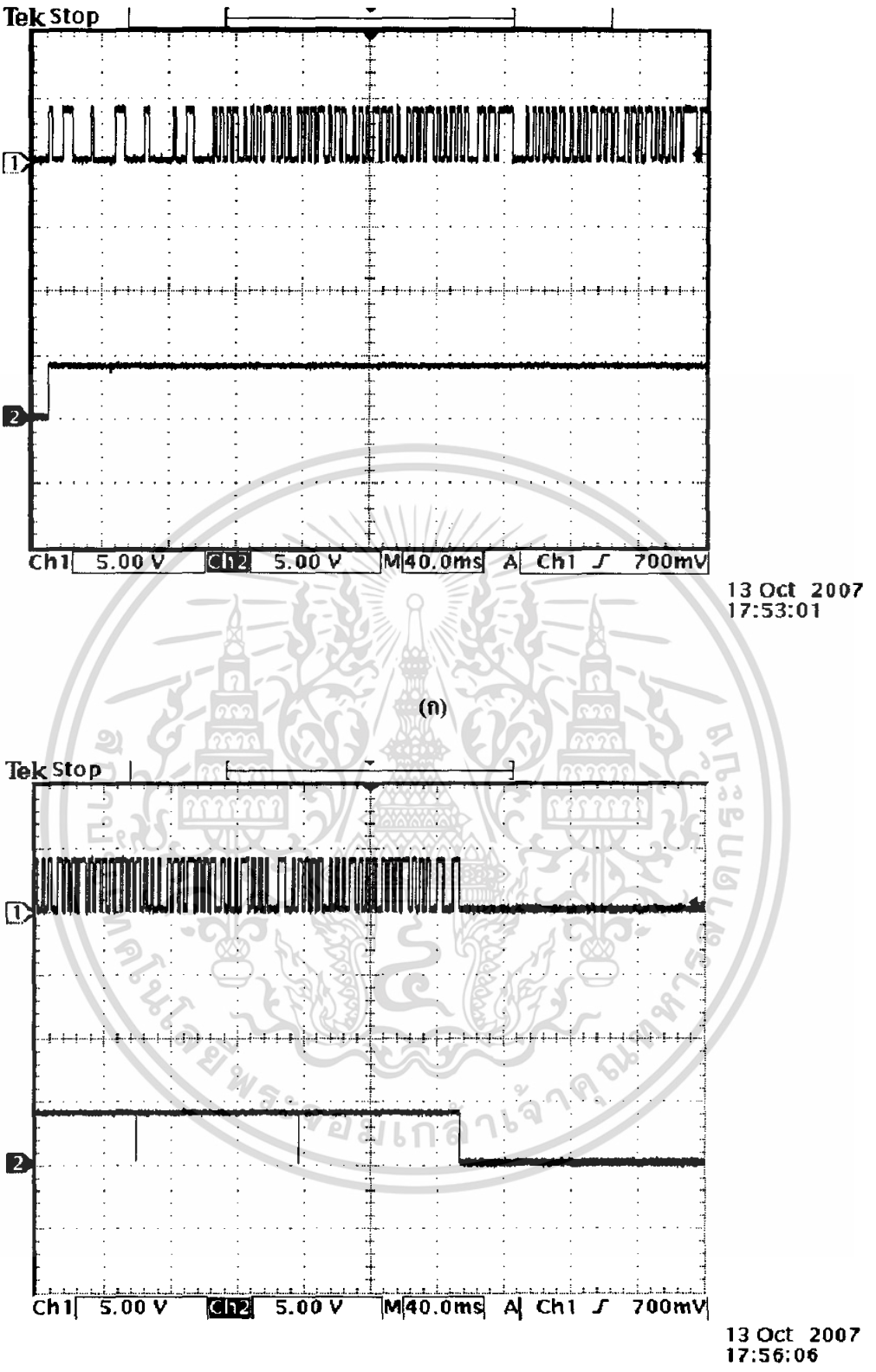
4.1.2 ส่วนของโมดูลTR-W 2.4 GHz. (nRF 2401) ด้านส่ง

ในส่วนนี้เราจะใช้เป็น Module Transceiver RF เป็นตัวส่งข้อมูลของบัตร วัดผลที่ขา 5,6ของโมดูล และแสดงผลโดยการใช้โปรแกรมไฮเปอเทอร์มินอลเป็นตัวแสดงผลของบัตรแต่ละใบเช่นเดียวกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

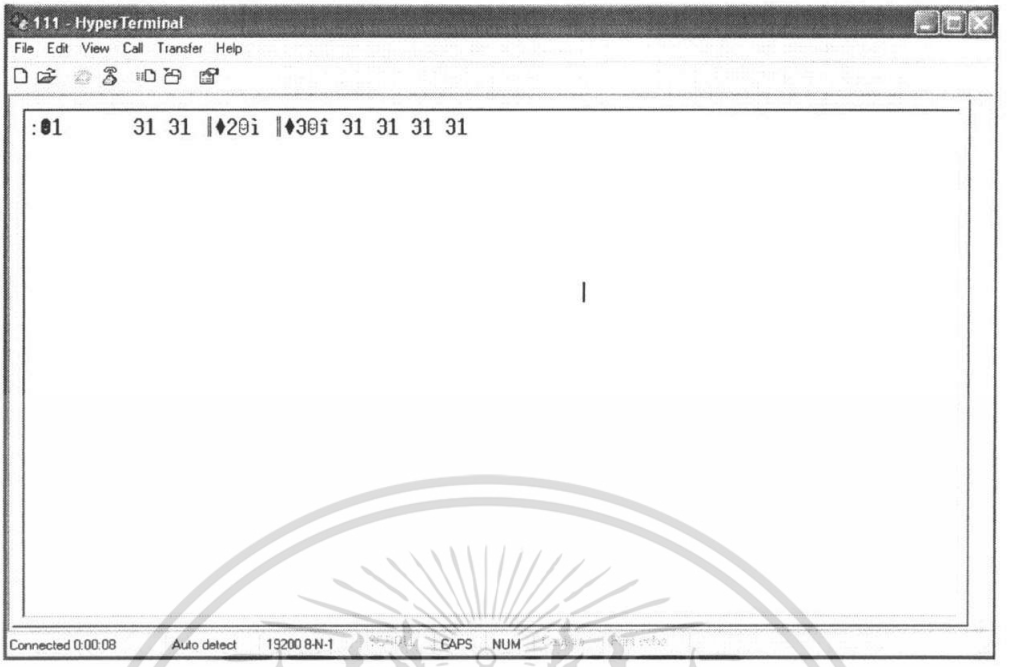
รูปที่ 4.13 วัดสัญญาณข้อมูลเทียบกับ CLK ด้านส่ง (Ch1: Data , Ch2:CLK ด้านส่ง)



(ข) Ch1: Data , Ch2: สัญญาณจากขา CE

รูปที่ 4.14 วัดสัญญาณที่ขา CE ด้านส่งเทียบกับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ส่งข้อมูลหมายเลข (# 3131) และข้อมูล (31 31 31 31) ผ่านโมดูล TR-W

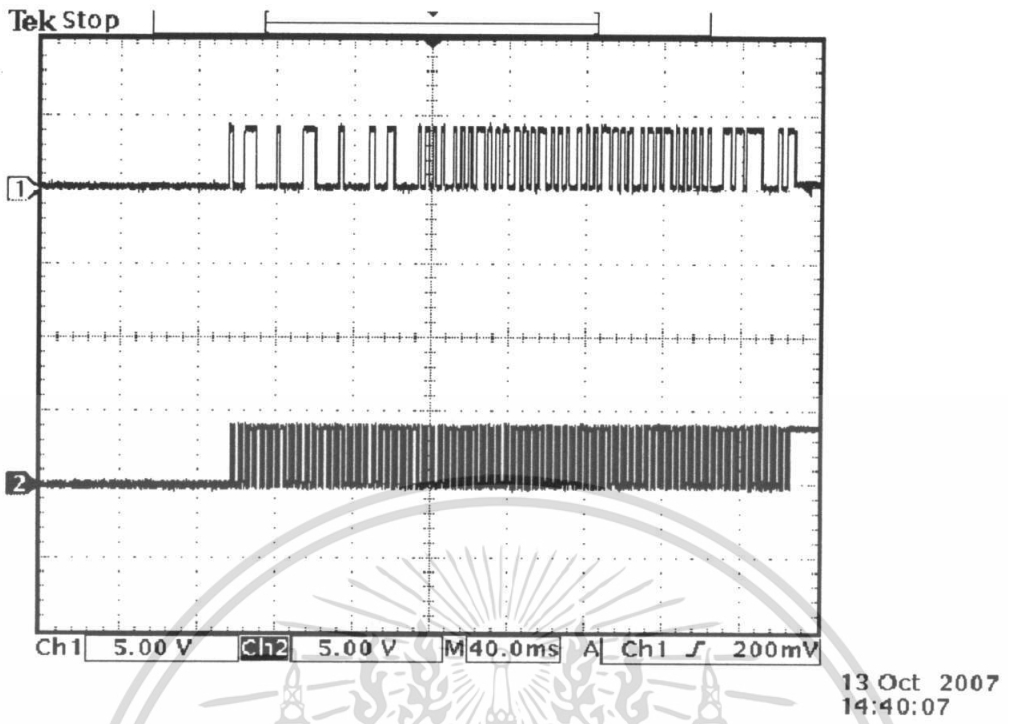
วัดผลที่ขา 5, 6 ของโมดูล และแสดงผลโดยการแสดงสัญญาณของบัตรที่ส่งมา เทียบกับ CLK ของ โมดูล เป็นตัวแสดงผลของบัตรใบที่ได้ทำการล็อคค่ามาเพื่อทำการส่งสัญญาณชนิดไร้สายไปยังภาครับต่อไป

4.2 ภาครับ

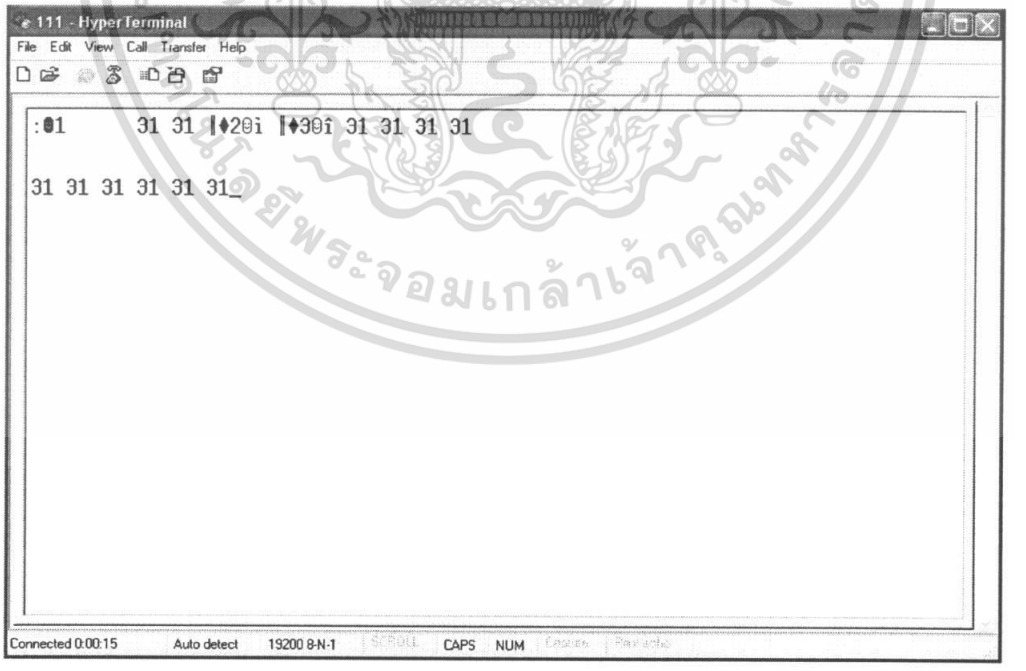
4.2.1 ส่วนของโมดูลTR-W 2.4 GHz. (nRF 2401) ด้านรับ

ในส่วนนี้เราจะใช้เป็น Module Transceiver RF เป็นตัวรับข้อมูลของบัตรวัดที่ขา 5,6ของโมดูล และแสดงผลโดยการใช้โปรแกรมไฮเปอเทอร์มินอลเป็นตัวแสดงผลของบัตรแต่ละใบเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



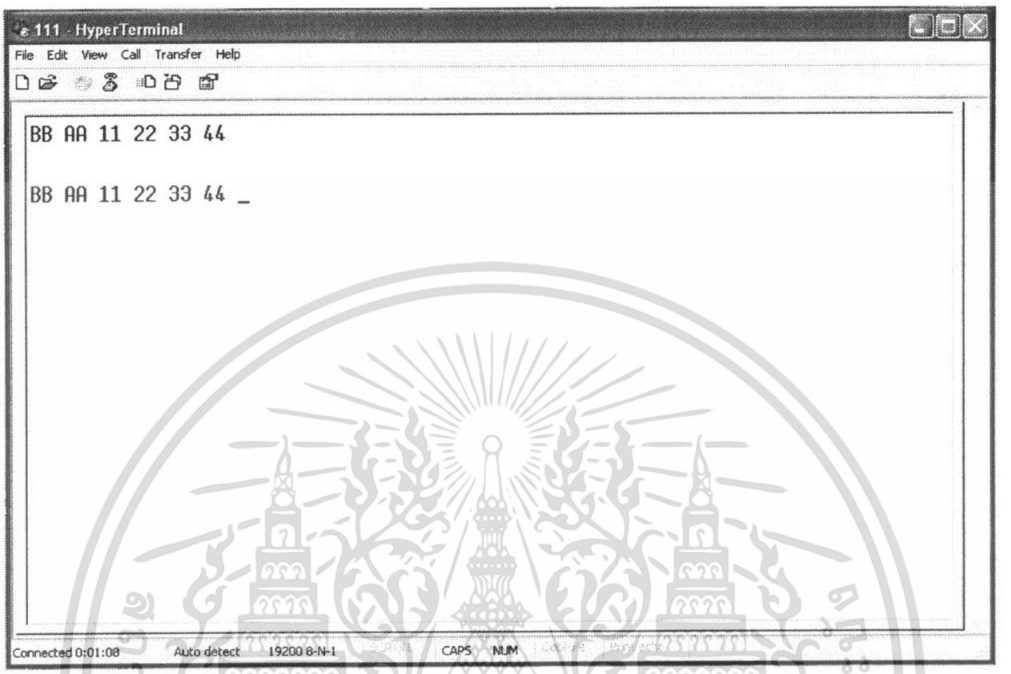
รูปที่ 4.16 วัดสัญญาณข้อมูลเทียบกับ CLK ด้านรับ(Ch1:Data , Ch2:CLK ด้านรับ)



รูปที่ 4.17 ข้อมูลของบัตรที่รับได้ผ่านโมดูล TR-W ของบัตร # 3131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดที่ขา 5, 6 ของโมดูล และแสดงผลโดยการแสดงสัญญาณของบัตรที่ส่งมาจากโมดูล TR-W เทียบกับ CLKของ โมดูล เป็นตัวแสดงผลของบัตรใบที่ได้ทำการล็อคค่ามาแล้วจะทำการส่งต่อไปยังส่วนของระบบ Ethernet



รูปที่ 4.18 ภาพแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลของบัตรเมื่อผ่านโมดูล TR-W ทั้งส่ง-รับ ของบัตร #BBAA

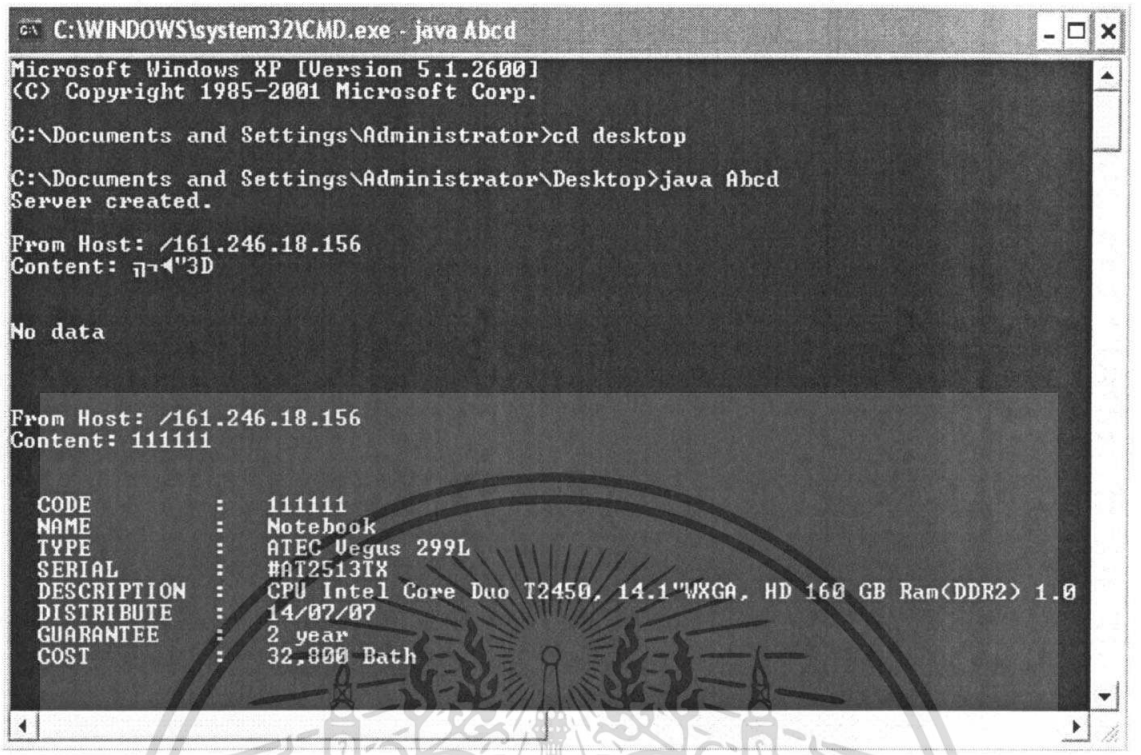
4.2.2 วงจรโมดูลEmbedded (เชื่อมต่อเครือข่าย Ethernet)

ในส่วนนี้เราจะเก็บผลผ่านโปรแกรมวายชาร์ค (Wireshark) ซึ่งในส่วนนี้เราจะแสดงผลในส่วนของ data base ของบัตรแต่ละใบ ซึ่งจะเก็บผลในส่วนของโมดูล Embedded

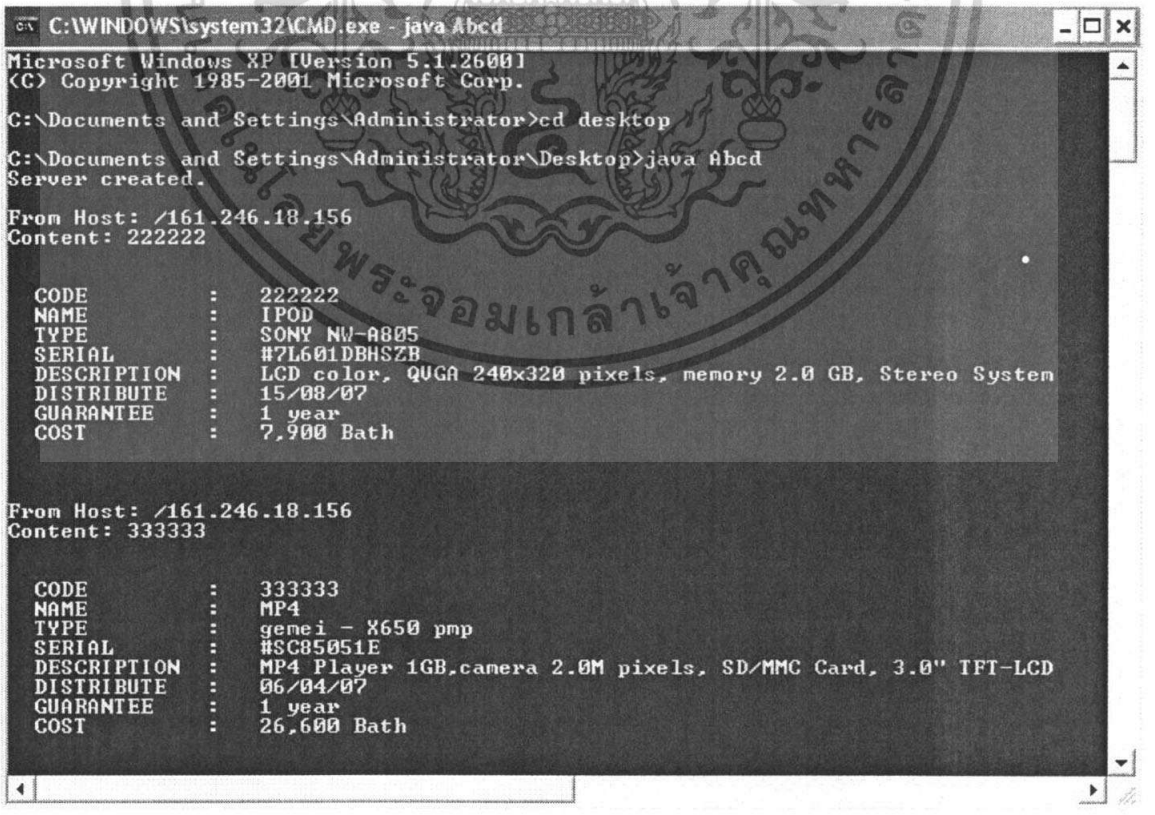
4.2.3 ส่วนแสดงผลData Base

ในส่วนนี้เราจะได้รับข้อมูลที่ผ่านวง LAN มาจากนั้นจะเข้าสู่ PC และจะเรียกข้อมูลพื้นฐานขึ้นมาได้ในส่วนนี้ โดยข้อมูลพื้นฐานนี้จะมาปรากฏอยู่ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์โดยจะมีข้อมูลประวัติของสินค้าชิ้นนั้นๆอยู่ รวมไปถึงข้อมูลของผู้ซื้อพร้อมระบุวันซื้อ รายละเอียดของใบรับประกัน และข้อมูลต่างๆอีกมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

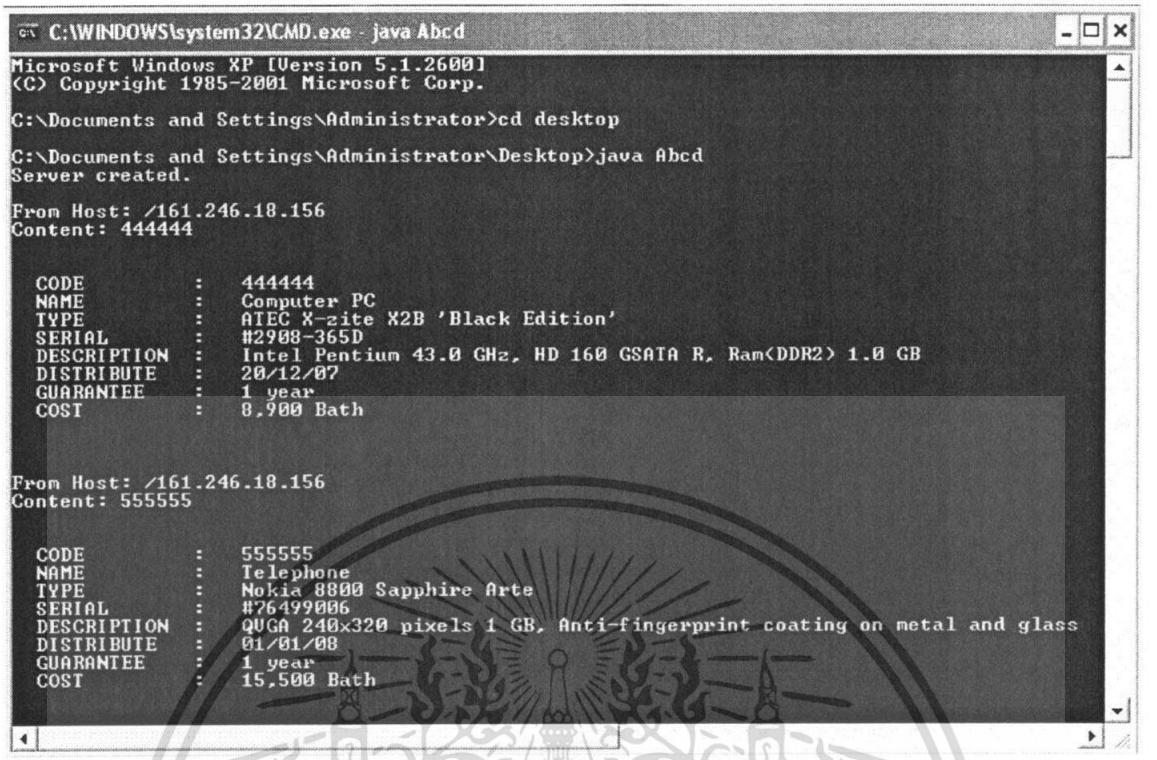


รูปที่ 4.19 ภาพแสดงข้อมูลเมื่อผ่านโมดูล Embeddedของบัตรที่ยังไม่มีการใส่ข้อมูลใดๆ และบัตร Code 111111



รูปที่ 4.20 ภาพแสดงข้อมูลเมื่อผ่านโมดูล Embeddedของบัตร Code 222222 และบัตร Code 333333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 ภาพแสดงข้อมูลเมื่อผ่านโมดูล Embeddedของบัตร Code 444444 และบัตร Code 555555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์

จากการออกแบบสร้างและทดลอง โครงงานนี้เนื่องจากโครงงานนี้ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆอยู่หลายส่วนต้องอาศัยแนวคิดในหลายๆอย่างมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการออกแบบให้ส่วนต่างๆทำงานสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน อีกทั้งเทคโนโลยี RFID ยังเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เพิ่งจะแพร่หลายการพัฒนาระบบ RFID มิได้มีจุดประสงค์เพื่อมาแทนที่ระบบอื่นที่มีการพัฒนามาก่อนหน้า เช่นระบบบาร์โค้ด แต่เป็นการเสริมจุดอ่อนต่างๆ ของระบบอื่น ในประเทศไทยมีแนวโน้มการใช้เทคโนโลยี RFID ในหลากหลายด้าน เช่นประโยชน์ในด้านคลังสินค้า แต่ก็จะมีปัญหาอยู่บ้างไม่ว่าจะเป็น ผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้บริการ ความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้ รวมทั้งรายละเอียดที่สำคัญเกี่ยวกับบริษัทผู้จัดจำหน่ายและบริการหลังการขายด้วย รวมถึงความยุ่งยากและซับซ้อนในการเขียนโปรแกรม แต่ผลที่ได้รับก็ถือว่าได้ผลในระดับที่น่าพอใจอยู่ระดับหนึ่ง จากการทดลองการทำงานทั้งหมดของวงจรโครงงาน ในส่วนของวงจรต่างๆทั้งในภาคส่ง และภาครับ สามารถทำตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ข้างต้นได้เป็นอย่างดี คือสามารถส่ง และรับข้อมูลที่อ่านได้จากเครื่องอ่านส่งผ่านมาทางด้านรับเพื่อแสดงข้อมูลของสินค้านั้นๆได้ครบถ้วน และในกระบวนการส่งและรับก็สามารถทำงานได้ผลเป็นที่น่าพอใจคือ สามารถรับ ส่งข้อมูลแบบไร้สายได้ในระยะที่อยู่ในมาตรฐานของอุปกรณ์ แต่ถ้าทดลองรับ ส่งในระยะที่ไกลขึ้นการรับส่งจะเกิดความผิดพลาดมากขึ้นหรือรับข้อมูลไม่ได้เลยซึ่งมีผลมาจากค่ากำลังในการส่งของภาคส่งไม่สูงพอ ความไวในการรับข้อมูลของภาครับ ค่าความผิดพลาดของอุปกรณ์ อีกทั้งเมื่อรับข้อมูลมาได้แล้วข้อมูลพื้นฐานที่ต้องแสดงขึ้นมาอาจมีความล่าช้าบ้างเล็กน้อย ซึ่งในการทดลองทำโครงงานครั้งนี้โดยรวมถือว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ เพราะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมายอีกทั้งยังใช้ต้นทุนในการทำไม่สูงเหมาะแก่การใช้งาน

ปัญหาและอุปสรรค

จากการทดลองที่ได้จากโครงงานในครั้งนี้จะมีปัญหาบ้างเล็กน้อยเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีใหม่ยังไม่มีข้อมูลมากนัก อีกทั้งขาดความรวดเร็วในการรับ ส่งข้อมูล ผลการทดลองที่ได้จึงมีความผิดเพี้ยนบ้างเล็กน้อย และยังมีการรบกวนของสัญญาณอื่นเนื่องจากเป็นการส่งไร้สาย ยิ่งไกลมากขึ้นเท่าไหร่การรับส่งข้อมูลยิ่งจะไม่ดีเท่าที่ควร ทางภาครับจะมีปัญหาในส่วนของโมดูลLAN หรือโมดูล Embedded ที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษเนื่องจากราคาสูงพอสมควร ในการทดลองจึงต้องล่าช้าบ้าง เนื่องจากศึกษาข้อมูลอย่างละเอียดก่อนทดลอง จากการทดลองและผลการทดลองที่ได้ก็ถือว่าอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ตรงตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์การทำโครงงานที่ได้กำหนดไว้ และสามารถนำโครงงานที่ทำในครั้งนี้มาใช้งานได้จริง ซึ่งหวังไว้ว่าโครงงานในครั้งจะเป็นผลงานที่มีประโยชน์ไม่มากก็น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Suksmith, Smith. "Introduction to RFID Technology" http://www2.sipa.or.th/main/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=20&Itemid=91

[2] ทวีศักดิ์ กออนันตกูล. "เทคโนโลยี RFID กับผลกระทบต่อประเทศไทย" http://ict.moph.go.th/content/RFID.pdf

[3] "เทคโนโลยีRFID." http://angsila.compsci.buu.ac.th/~sc440061/%CB%D1%C7%A2%E9%CD%CA%D1%C1%B9%D2/%C3%D2%C2%A7%D2%B9%CA%D1%C1%C1%B9%D21/TECHNOLOGY_RFID1.doc

[4] ธวัช วราไชย. "เอกสารเชิงวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการใช้งานเทคโนโลยี RFID" http://www.lib.tsu.ac.th/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=28&Itemid=60

[5] นฤมล นำจันทร์ "RFIDเทคโนโลยีฉลากแห่งอนาคต" http://angsila.compsci.buu.ac.th/~sc440061/%CB%D1%C7%A2%E9%CD%CA%D1%C1%B9%D2/RFID.ppt

[6] บุรินทร์ อรุณโรจน์. "RFID เทคโนโลยีที่ต้องตามให้ทัน" http://www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/pep_11_2548_rfid.pdf

[7] ลัคน์ มูสิกะนุกูล. "RFID วิวัฒนาการอีกก้าวของโลกไอทีไร้สาย" http://itmc.tsu.ac.th/paper/it002.doc

[8] วชิราภรณ์ คลังธนบูรณ์ "เทคโนโลยี RFID กับห้องสมุด" วารสารบรรณารักษศาสตร์26,

[9] วัชรากร หนูทอง และ อนุกูล น้อยไม้ "RFID หนึ่งในเทคโนโลยีที่น่าจับตามอง" http://www.nectec.or.th/pressnews/bid/RFID/RFID_technology_final2.pdf

[10] วีรพล พัวพันธ์ "เทคโนโลยี RFID" http://industrial.se-ed.com/itr93/itr93_107

[11] สมนึก สมชัยกุลทรัพย์ "ตัวอย่างและประสบการณ์การนำเทคโนโลยี RFIDมาใช้ในธุรกิจและในชีวิตประจำวัน" http://www.tnsc.com/RFID.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

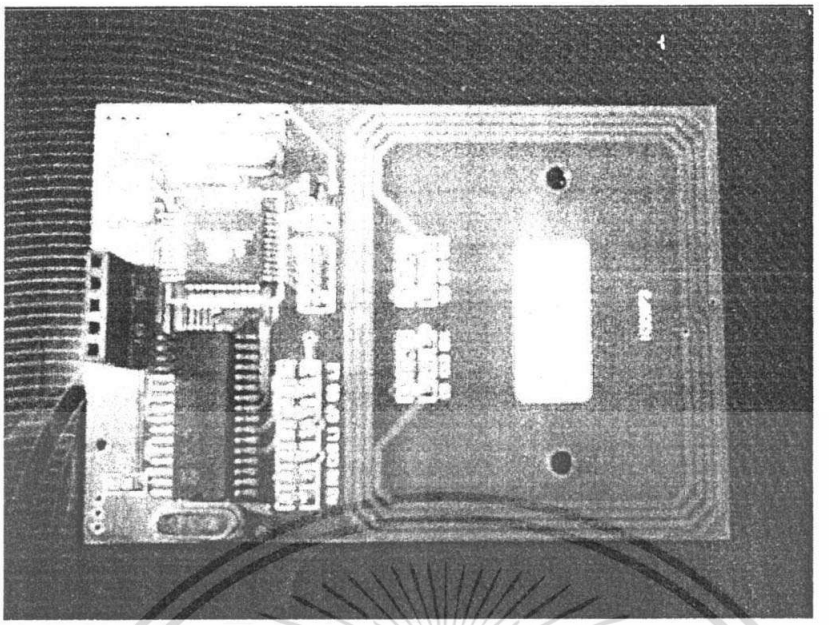
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

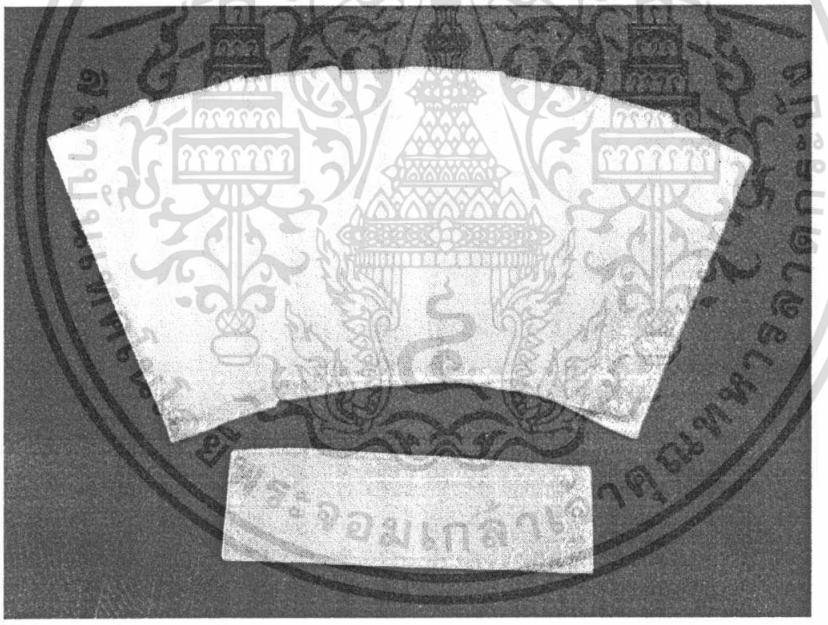
ภาคผนวก ก.

รูปโครงงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

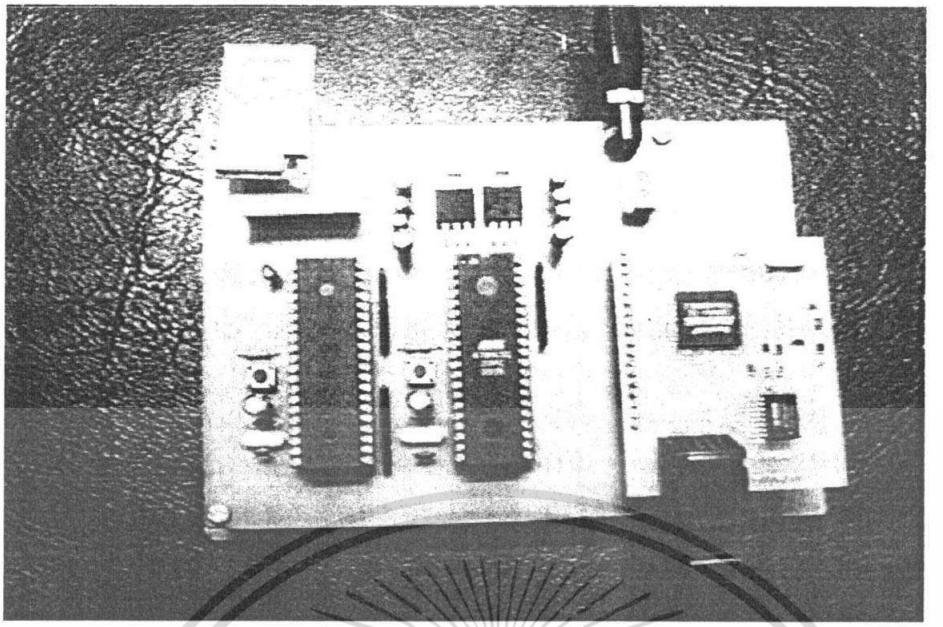


รูปที่ 1.ก รูปชิ้นงานจริงของส่วนเครื่องอ่านบัตร

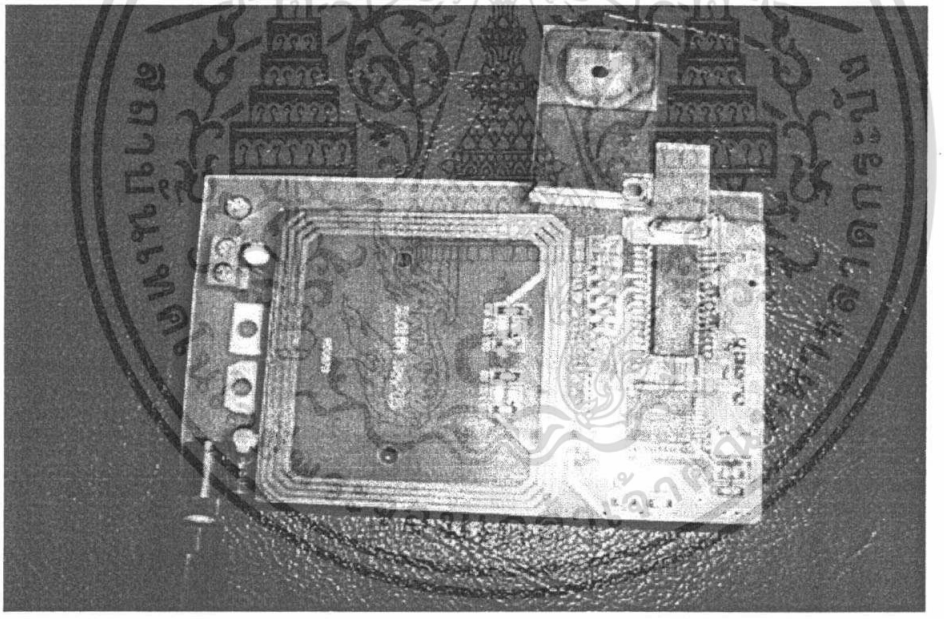


รูปที่ 2.ก รูปชิ้นงานจริง ของส่วนบัตร RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.ก รูปชิ้นงานจริง ของภาครับ



รูปที่ 4.ก รูปชิ้นงานจริง ของภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

CODE การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CODE TR-W ภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CH      EQU   030H
CH_1    EQU   031H
CH_2    EQU   032H
CH_3    EQU   033H
CH_4    EQU   034H
CH_5    EQU   035H
CH_6    EQU   036H
CH_7    EQU   037H
CH_8    EQU   038H
CH_9    EQU   039H
CH_10   EQU   03AH
CH_11   EQU   03BH
CH_12   EQU   03CH
CH_13   EQU   03DH
CH_14   EQU   03EH
CH_15   EQU   03FH
CH_16   EQU   040H
CE      BIT   P2.0          ;Set
TRW Pin .
;CLK2   BIT   P2.1
CS      BIT   P2.2
CLK     BIT   P2.3
DAT     BIT   P2.4
DR1     BIT   P2.5
;DOUT2  BIT   P2.6
;DR2    BIT   P2.7
ORG 0000H
        MOV   P0,#00H
        MOV   PCON,#80H
        MOV   SCON,#50H
        MOV   TMOD,#21H
        MOV   TH1,#0FDH
        MOV   P0,#01010101B
        LCALL DELAY3
        CLR   TI
        CLR   RI
MAIN:   JB    P1.0,$
        SETB  TR1
        MOV   ACC,#0BAH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#02H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#31H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#89H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        LCALL DL_LCD
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#010H
RES:    LCALL RX
        MOV   @R0,ACC
        INC   R0
        DJNZ  R4,RES
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#010H
PRE:    MOV   ACC,@R0
        MOV   P0,ACC
        LCALL DELAY3
        LCALL TX
        INC   R0
        DJNZ  R4,PRE
        MOV   P0,#00001111B
        LCALL DELAY3
        MOV   R5,#22H
        SJMP  BB
BB:     CJNE  R5,#22H,AA
        MOV   CH,#03DH
        MOV   R4,#02H
        MOV   P0,#11110000B
PRE_9:
        LCALL INIT
        LCALL SETMODE_TX
        MOV   R0,CH
        MOV   ACC,@R0
        MOV   P0,ACC
        MOV   ACC,P0
        LCALL TX
        LCALL SEND_TRW
        INC   CH
        DJNZ  R4,PRE_9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SJMP   TTT
AA:     CJNE   R5,#11H,BB
TTT:    MOV    ACC,#0BAH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV    ACC,#04H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV    ACC,#32H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV    ACC,#00H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV    ACC,#01H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV    ACC,#8DH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        LCALL DL_LCD
        MOV    R0,#031H
        MOV    R4,#06H
RES_1:  LCALL RX
        MOV    @R0,ACC
        INC    R0
        DJNZ   R4,RES_1
        MOV    R0,#031H
        MOV    R4,#06H
PRE_1:  MOV    ACC,@R0
        MOV    P0,ACC
        LCALL DELAY3
        INC    R0
        DJNZ   R4,PRE_1
        MOV    P0,#11110000B
        LCALL DELAY3
;       MOV    CH,#031H
;       MOV    R4,#06H
;       MOV    P0,#11110000B
;PRE_10:
;       LCALL INIT
;       LCALL SETMODE_TX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;       MOV   R0,CH
;       MOV   ACC,@R0
;       MOV   P0,ACC
;       MOV   ACC,P0
;       LCALL TX
;       LCALL SEND_TRW
;       INC   CH
;       DJNZ  R4,PRE_10
        MOV   ACC,#0BAH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#04H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#33H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#00H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#01H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#8CH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        LCALL DL_LCD
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#09H
RES_2:  LCALL RX
        MOV   @R0,ACC
        INC   R0
        DJNZ  R4,RES_2
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#09H
PRE_2:  MOV   ACC,@R0
        MOV   P0,ACC
        LCALL DELAY3
        INC   R0
        DJNZ  R4,PRE_2
        MOV   P0,#00001111B
        LCALL DELAY3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   CH,#035H
        MOV   R4,#04H
        MOV   P0,#11110000B
PRE_11:
        LCALL INIT
        LCALL SETMODE_TX
        MOV   R0,CH
        MOV   ACC,@R0
        MOV   P0,ACC
        MOV   ACC,P0
        LCALL TX
        LCALL SEND_TRW
        INC   CH
        DJNZ  R4,PRE_11
        SJMP  $
        MOV   ACC,#0BAH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#07H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#34H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#00H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#11H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#22H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#33H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#44H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#0CDH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL DL_LCD
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#09H
RES_3:  LCALL RX
        MOV   @R0,ACC
        INC   R0
        DJNZ  R4,RES_3
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#09H
PRE_3:  MOV   ACC,@R0
        MOV   P0,ACC
        LCALL DELAY3
        INC   R0
        DJNZ  R4,PRE_3
        MOV   P0,#11110000B
        LCALL DELAY3
        MOV   ACC,#0BAH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#03H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#35H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#0AAH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#26H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        LCALL DL_LCD
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#06H
RES_4:  LCALL RX
        MOV   @R0,ACC
        INC   R0
        DJNZ  R4,RES_4
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#06H
PRE_4:  MOV   ACC,@R0
        MOV   P0,ACC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL DELAY3
        INC   R0
        DJNZ  R4,PRE_4
        MOV   P0,#11110000B
        LCALL DELAY3
        MOV   ACC,#0BAH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#03H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#36H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#0BBH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#34H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        LCALL DL_LCD
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#06H
RES_5:  LCALL RX
        MOV   @R0,ACC
        INC   R0
        DJNZ  R4,RES_5
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#06H
PRE_5:  MOV   ACC,@R0
        MOV   P0,ACC
        LCALL DELAY3
        INC   R0
        DJNZ  R4,PRE_5
        MOV   P0,#00001111B
        LCALL DELAY3
        MOV   ACC,#0BAH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#03H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   ACC,#37H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#00H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#8EH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        LCALL DL_LCD
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#05H
RES_6:  LCALL RX
        MOV   @R0,ACC
        INC   R0
        DJNZ  R4,RES_6
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#05H
PRE_6:  MOV   ACC,@R0
        MOV   P0,ACC
        LCALL DELAY3
        INC   R0
        DJNZ  R4,PRE_6
        MOV   P0,#11110000B
        LCALL DELAY3
        MOV   ACC,#0BAH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#02H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#38H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#80H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        LCALL DL_LCD
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#05H
RES_7:  LCALL RX
        MOV   @R0,ACC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC     R0
        DJNZ    R4,RES_7
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#05H
PRE_7:  MOV     ACC,@R0
        MOV     P0,ACC
        LCALL   DELAY3
        INC     R0
        DJNZ    R4,PRE_7
        MOV     P0,#11110000B
        LCALL   DELAY3
        MOV     ACC,#0BAH
        LCALL   DL_LCD
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#02H
        LCALL   DL_LCD
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#39H
        LCALL   DL_LCD
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#081H
        LCALL   DL_LCD
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#05H
RES_8:  LCALL   RX
        MOV     @R0,ACC
        INC     R0
        DJNZ    R4,RES_8
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#05H
PRE_8:  MOV     ACC,@R0
        MOV     P0,ACC
        LCALL   DELAY3
        INC     R0
        DJNZ    R4,PRE_8
        MOV     P0,#11110000B
        LCALL   DELAY3
        SJMP    $
        MOV     ACC,#0BAH
        LCALL   DL_LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL TX
        MOV   ACC,#02H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#0FFH
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        MOV   ACC,#047H
        LCALL DL_LCD
        LCALL TX
        RET
TX:     MOV   SBUF,ACC
        JNB   TI,$
        CLR   TI
        RET
RX:     JNB   RI,$
        MOV   ACC,SBUF
        CLR   RI
        RET
;               Initial   for use TRW
Channel1
INIT:   CALL  DELAY2
        CLR   CE
        CLR   CS
        CLR   DAT
        CLR   CLK
        CALL  DELAY2
        RET
;       Function Config for TRW TX
SETMODE_TX:
        CLR   CE
        SETB  CS
        CLR   A
        MOV   R1,#18
        ;18*8 = 144bit
SETMODE_0_TX:   MOV
                DPTR,#CONFIG_TEST_TX    ;Set
Header
        PUSH  ACC
        MOVC  A,@A+DPTR
        CALL  WRITE_TRW24
        POP   ACC
        INC   A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R1,SETMODE_0_TX
                SETB    DAT
                SETB    DR1
                SETB    CE
                CLR     CS
                RET
;               Function Config for TRW RX
SETMODE_RX:
                CLR     CE
                SETB    CS
                CLR     A
                MOV     R1,#18
        ;18*8 = 144bit
SETMODE_0_RX:   MOV     DPTR,#CONFIG_TEST_RX    ;Set Header
                PUSH    ACC
                MOVC    A,@A+DPTR
                CALL    WRITE_TRW24
                POP     ACC
                INC     A
                DJNZ    R1,SETMODE_0_RX
                SETB    DAT
                SETB    DR1
                SETB    CE
                CLR     CS
                RET
;               Function Send Address+DATA to Receiver
SEND_TRW:
                CLR     CS
                SETB    CE
                PUSH    ACC
                CLR     A
                MOV     R1,#5
SEND_TRW_0:     MOV     DPTR,#CONFIG_ADDR1_TX
                PUSH    ACC
                MOVC    A,@A+DPTR
                CALL    WRITE_TRW24
                POP     ACC
                INC     A
                DJNZ    R1,SEND_TRW_0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        POP     ACC
        CALL    WRITE_TRW24
        CALL    DELAY2
        CLR     CLK
        CLR     CE
        CLR     DAT
        RET
;       MAIN RX : Get DATA From TRW and Action
RECIVE: CALL    INIT
        CALL    SETMODE_RX
        JNB     DR1,$
        CALL    READ_TRW24
        MOV     P0,A
        RET
;       READ 8 bit DATA from TRW
READ_TRW24: CLR     A
        MOV     R0,#8
READ_TRW24_0:   RL      A
        SETB    CLK
        JB      DAT,READ_1
        CLR     ACC.0
        JMP     READ_TRW24_1
READ_1: SETB    ACC.0
READ_TRW24_1:   CLR     CLK
        DJNZ    R0,READ_TRW24_0
        RET
;       Write 8 bit to DATA pin
WRITE_TRW24:    MOV     R0,#8
WRITE_TRW24_0:  JB      ACC.7,WRITE1
        CLR     DAT
        JMP     WRITE_TRW2
WRITE1: SETB    DAT
WRITE_TRW2: CALL    CLK_TRW
        RL      A
        DJNZ    R0,WRITE_TRW24_0
        RET
;       Function Generate Clock to pin CLK
CLK_TRW:    CLR     CLK
        CALL    DELAY_1ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SETB    CLK
                CALL    DELAY_1ms
                RET
;Delay time 1ms
DELAY_1ms:      MOV     R6,#0E6H        ;
Each loop = 1 ms
DELAY_1ms_1:    NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DELAY_1ms_1
                RET
;Delay 2ms
DL_LCD:         MOV     R6,#0F0H
DEL00:          MOV     R7,#03H
DEL11:          DJNZ    R7,DEL11
                DJNZ    R6,DEL00
                RET
;Delay 10ms
DELAY1:         MOV     R6,#0FFH
DEL2:           MOV     R7,#013H
DEL3:           DJNZ    R7,DEL3
                DJNZ    R6,DEL2
                RET
;Delay 100ms
DELAY2:         MOV     R6,#0E6H
DEL4:           MOV     R7,#0D8H
DEL5:           DJNZ    R7,DEL5
                DJNZ    R6,DEL4
                RET
;Delay 1s
DELAY3:         MOV     R5,#0E0H
LOOP3:          MOV     R6,#0FFH
LOOP2:          MOV     R7,#07H
LOOP1:          DJNZ    R7,LOOP1
                DJNZ    R6,LOOP2
                DJNZ    R5,LOOP3
                RET
;               Define Config Header TX for
TRW
CONFIG_TEST_TX:     DB 8EH,08H,1CH
CONFIG_LEN2_TX:     DB 08H
CONFIG_LEN1_TX:     DB 08H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CONFIG_ADDR2_TX:    DB
0C0H,0AAH,55H,0AAH,55H

CONFIG_ADDR1_TX:    DB
0AAH,55H,0AAH,55H,0AAH

CONFIG_NUMADDR_TX:      DB 0A3H

CONFIG_RF_TX:           DB 6FH

CONFIG_CH_TX:           DB 0AH ;TX

;CONFIG_CH:             DB 0BH ;RX

;                   Define Config Header RX for
TRW

CONFIG_TEST_RX:     DB 8EH,08H,1CH

CONFIG_LEN2_RX:     DB 08H

CONFIG_LEN1_RX:     DB 08H

CONFIG_ADDR2_RX:    DB
0C0H,0AAH,55H,0AAH,55H

CONFIG_ADDR1_RX:    DB
0AAH,55H,0AAH,55H,0AAH

CONFIG_NUMADDR_RX:      DB 0A3H

CONFIG_RF_RX:           DB 6FH

;CONFIG_CH:             DB 0AH ;TX

CONFIG_CH_RX:           DB 0BH ;RX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CODE ของ RFID เข้า PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CH_0    EQU    030H
CH_1    EQU    031H
CH_2    EQU    032H
CH_3    EQU    033H
CH_4    EQU    034H
CH_5    EQU    035H
CH_6    EQU    036H
CH_7    EQU    037H
CH_8    EQU    038H
CH_9    EQU    039H
CH_10   EQU    03AH
CH_11   EQU    03BH
CH_12   EQU    03CH
CH_13   EQU    03DH
CH_14   EQU    03EH
CH_15   EQU    03FH
CH_16   EQU    040H
ORG 0000H
        MOV    P0,#00H
        MOV    PCON,#80H
        MOV    SCON,#50H
        MOV    TMOD,#21H
        MOV    TH1,#0FDH
        MOV    P0,#01010101B
        LCALL  DELAY3
        CLR    TI
        CLR    RI
MAIN:   JB     P1.0,$
        SETB   TR1
        MOV    ACC,#0BAH
        LCALL  TX
        MOV    ACC,#02H
        LCALL  TX
        MOV    ACC,#31H
        LCALL  TX
        MOV    ACC,#89H
        LCALL  TX
        LCALL  DL_LCD
        MOV    R0,#031H
        MOV    R4,#010H
RES:    LCALL  RX
        MOV    @R0,ACC
        INC    R0
        DJNZ   R4,RES
        MOV    A,#20H
        LCALL  TX
        MOV    R0,#031H
        MOV    R4,#010H
PRE:    MOV    ACC,@R0
        LCALL  KK
        INC    R0
        DJNZ   R4,PRE
;*********************************
**
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   ACC,#0BAH
        LCALL TX
        MOV   ACC,#04H
        LCALL TX
        MOV   ACC,#32H
        LCALL TX
        MOV   ACC,#01H
        LCALL TX
        MOV   ACC,#02H
        LCALL TX
        MOV   ACC,#8EH
        LCALL TX
        LCALL DL_LCD
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#06H
RES_1:  LCALL RX
        MOV   @R0,ACC
        INC   R0
        DJNZ  R4,RES_1
        MOV   A,#20H
        LCALL TX
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#06H
PRE_1:  MOV   ACC,@R0
        LCALL KK
        INC   R0
        DJNZ  R4,PRE_1
;*************************************
******
        MOV   ACC,#0BAH
        LCALL TX
        MOV   ACC,#04H
        LCALL TX
        MOV   ACC,#33H
        LCALL TX
        MOV   ACC,#00H
        LCALL TX
        MOV   ACC,#01H
        LCALL TX
        MOV   ACC,#08CH
        LCALL TX
        LCALL DL_LCD
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#09H
RES_2:  LCALL RX
        MOV   @R0,ACC
        INC   R0
        DJNZ  R4,RES_2
        MOV   A,#20H
        LCALL TX
        MOV   R0,#031H
        MOV   R4,#09H
PRE_2:  MOV   ACC,@R0
        LCALL KK
        INC   R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DJNZ    R4,PRE_2
;*********************************
********

        MOV     ACC,#0BAH
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     ACC,#07H
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     ACC,#34H
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     ACC,#00H
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     ACC,#11H
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     ACC,#22H
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     ACC,#33H
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     ACC,#44H
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     ACC,#0CDH
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#09H
RES_3:  LCALL   RX
        MOV     @R0,ACC
        INC     R0
        DJNZ    R4,RES_3
        MOV     A,#20H
        LCALL   TX
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#09H
PRE_3:  MOV     ACC,@R0
        LCALL   KK
        INC     R0
        DJNZ    R4,PRE_3
;*********************************
*****

        MOV     ACC,#0BAH
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#03H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#35H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#0AAH
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#026H
        LCALL   TX
```

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   DL_LCD
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#06H
RES_4:  LCALL   RX
        MOV     @R0,ACC
        INC     R0
        DJNZ    R4,RES_4
        MOV     A,#20H
        LCALL   TX
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#06H
PRE_4:  MOV     ACC,@R0
        LCALL   KK
        INC     R0
        DJNZ    R4,PRE_4
;*********************************
********
        MOV     ACC,#0BAH
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#03H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#36H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#0BBH
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#34H
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#06H
RES_5:  LCALL   RX
        MOV     @R0,ACC
        INC     R0
        DJNZ    R4,RES_5
        MOV     A,#20H
        LCALL   TX
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#06H
PRE_5:  MOV     ACC,@R0
        LCALL   KK
        INC     R0
        DJNZ    R4,PRE_5
        MOV     P0,#11110000B
        SJMP    $
;*********************************
*********
        MOV     ACC,#0BAH
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#03H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#37H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#00H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#8EH
        LCALL   TX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   DL_LCD
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#05H
RES_6:  LCALL   RX
        MOV     @R0,ACC
        INC     R0
        DJNZ    R4,RES_6
        MOV     A,#20H
        LCALL   TX
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#05H
PRE_6:  MOV     ACC,@R0
        LCALL   KK
        INC     R0
        DJNZ    R4,PRE_6
;*********************************
**********
        MOV     ACC,#0BAH
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#02H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#38H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#80H
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#05H
RES_7:  LCALL   RX
        MOV     @R0,ACC
        INC     R0
        DJNZ    R4,RES_7
        MOV     A,#20H
        LCALL   TX
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#05H
PRE_7:  MOV     ACC,@R0
        LCALL   KK
        INC     R0
        DJNZ    R4,PRE_7
;*********************************
*********
        MOV     ACC,#0BAH
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#02H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#39H
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#081H
        LCALL   TX
        LCALL   DL_LCD
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#05H
RES_8:  LCALL   RX
        MOV     @R0,ACC
        INC     R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DJNZ    R4,RES_8
        MOV     A,#20H
        LCALL   TX
        MOV     R0,#031H
        MOV     R4,#05H
PRE_8:  MOV     ACC,@R0
        LCALL   KK
        INC     R0
        DJNZ    R4,PRE_8
;*********************************
*********
RESE:   MOV     ACC,#0BAH
        LCALL   DL_LCD
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#02H
        LCALL   DL_LCD
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#0FFH
        LCALL   DL_LCD
        LCALL   TX
        MOV     ACC,#047H
        LCALL   DL_LCD
        LCALL   TX
        RET
;*********************************
*********
KK:     MOV     B,#010H
        DIV     AB
        MOV     R1,A
        MOV     R2,B
        MOV     A,R1
        LCALL   COMPAR
        CJNE    A,#0FFH,TOR
        RET
TOR:    LCALL   TX
        MOV     A,R2
        LCALL   COMPAR
        CJNE    A,#0FFH,TOR1
        RET
TOR1:   LCALL   TX
        MOV     A,#20H
        LCALL   TX
        RET
;*********************************
***
COMPAR:     CJNE    A,#00H,CP_1
        MOV     A,#30H
        RET
CP_1:   CJNE    A,#01H,CP_2
        MOV     A,#31H
        RET
CP_2:   CJNE    A,#02H,CP_3
        MOV     A,#32H
        RET
CP_3:   CJNE    A,#03H,CP_4
        MOV     A,#33H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
CP_4:   CJNE    A,#04H,CP_5
        MOV     A,#34H
        RET
CP_5:   CJNE    A,#05H,CP_6
        MOV     A,#35H
        RET
CP_6:   CJNE    A,#06H,CP_7
        MOV     A,#36H
        RET
CP_7:   CJNE    A,#07H,CP_8
        MOV     A,#37H
        RET
CP_8:   CJNE    A,#08H,CP_9
        MOV     A,#38H
        RET
CP_9:   CJNE    A,#09H,CP_10
        MOV     A,#39H
        RET
CP_10:  CJNE    A,#0AH,CP_11
        MOV     A,#41H
        RET
CP_11:  CJNE    A,#0BH,CP_12
        MOV     A,#42H
        RET
CP_12:  CJNE    A,#0CH,CP_13
        MOV     A,#43H
        RET
CP_13:  CJNE    A,#0DH,CP_14
        MOV     A,#44H
        RET
CP_14:  CJNE    A,#0EH,CP_15
        MOV     A,#45H
        RET
CP_15:  CJNE    A,#0FH,CP_16
        MOV     A,#46H
        RET
CP_16:  MOV     A,#0FFH
        RET
;*************************************
***
TX:     MOV     SBUF,ACC
        JNB     TI,$
        CLR     TI
        RET
RX:     JNB     RI,$
        MOV     ACC,SBUF
        CLR     RI
        RET
;******************
;Delay 2ms
;******************
DL_LCD:         MOV     R6,#0F0H
DEL00:          MOV     R7,#03H
DEL11:          DJNZ    R7,DEL11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R6,DEL00
                RET
;*******************
;Delay 10ms
;*******************
DELAY1:         MOV     R6,#0FFH
DEL2:           MOV     R7,#013H
DEL3:           DJNZ    R7,DEL3
                DJNZ    R6,DEL2
                RET
;*******************
;Delay 100ms
;*******************
DELAY2:         MOV     R6,#0E6H
DEL4:           MOV     R7,#0D8H
DEL5:           DJNZ    R7,DEL5
                DJNZ    R6,DEL4
                RET
;*******************
;Delay 1s
;*******************
DELAY3:         MOV     R5,#0E0H
LOOP3:          MOV     R6,#0FFH
LOOP2:          MOV     R7,#07H
LOOP1:          DJNZ    R7,LOOP1
                DJNZ    R6,LOOP2
                DJNZ    R5,LOOP3
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้