สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบและสร้างเครื่องอ่าน RFID Reader 13.56 MHz

Design and Created RFID Reader 13.56 MHz

โดย

นาย มานิต วัลลา

นาย สุวิทย์ สุวรรณคุณ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 62900
วัน,เดือน,ปี..... 23 ส.ค. 2549

ใบ.....
เล่ม.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและสร้างเครื่องอ่าน RFID Reader 13.56 MHz

Design and Created RFID Reader 13.56 MHz

โดย

นาย มานิต วัลลา 46015024

นาย สุวิทย์ สุวรรณคุณ 46015035

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. เกรียงไกร วงศ์โรจภรณ์

รศ.ดร. สุวิพล สิทธิชีวภาค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **การออกแบบและสร้างเครื่องอ่าน RFID Reader 13.56 MHz**

Design and Created RFID Reader 13.56 MHz

ผู้จัดทำ

1. **นาย มานิต วัลลา 46015024**
2. **นาย สุวิทย์ สุวรรณคุณ 46015035**

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. เกรียงไกร วงศ์โรจภรณ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. สุวิพล สิทธิชีวภาค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและสร้างเครื่องอ่าน RFID Reader 13.56 MHz

Design and Created RFID Reader 13.56 MHz

โดย นาย มานิต วัลลา 46015024

นาย สุวิทย์ สุวรรณคุณ 46015035

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. เกรียงไกร วงศ์โรจภรณ์

รศ.ดร. สุวิพล สิทธิชีวภาค

บทคัดย่อ

โครงงานนี้จะเป็นการสร้างเครื่องอ่าน RFID Reader ขึ้นมาโดยจะทำการศึกษาโปรโตคอลที่ใช้สื่อสารกันระหว่างเครื่องอ่าน (Reader) กับตัวบัตร (Tag) แล้วนำมาสร้างตัวเครื่องอ่านเพื่อที่จะทำการอ่านหมายเลขบัตร (UID) ได้เพื่อจะนำมาใช้งานแทนระบบ Barcode ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและเพื่อความสะดวกในการใช้งานต่อไปในอนาคต

ABSTRACT

This project presents Created RFID Reader by learning protocol that use in Communication between Reader with Tag and then created RFID Reader for a reading card UID of Tag for Barcode that have to used in the present for the Implement next to the future

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

หน้า

บทคัดย่อ

สารบัญเรื่อง

สารบัญรูปภาพ

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 วัตถุประสงค์ 1

1.2 ขอบเขตของโครงงาน 1

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 2

2.1 RFID 2

2.1.1 ความหมายของ RFID 2

2.1.2 ส่วนประกอบของระบบ RFID 3

2.1.3 รูปแบบของ tag 6

2.1.4 ชนิดของ tag 6

2.1.5 เครื่องอ่าน 8

2.1.6 ส่วนประกอบของเครื่องอ่าน 9

2.2 Carrier ในระบบ RFID 10

2.2.1 หลักการทำงานและเทคนิคการรับส่งข้อมูลของ RFID 11

2.2.2 วิธีการรับส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน 13

2.2.3 Power supply to passive transponder 16

2.2.4 การ Interface ข้อมูลของ RFID 17

2.2.5 การเข้ารหัสข้อมูล 18

2.2.6 Digital modulation 19

2.2.7 การสื่อสารระหว่างตัวอ่านและ Tag 21

2.3 Barcode กับ RFID 23

2.3.1 ส่วนประกอบของ barcode 23

2.3.2 หลักการทำงานของ barcode 23

2.3.3 หลักการทำงานของ RFID 24

2.3.4 จุดเด่นของ RFID 24

2.3.5 ข้อแตกต่างระหว่าง Barcode กับ RFID 25

2.4 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS – 232 26

2.4.1 คอนเน็คเตอร์สำหรับพอร์ต RS – 232 และการเชื่อมต่อ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

		หน้า
	2.5 รูปแบบการทำงานของ Reader	29
	2.5.1 รูปแบบของ Reader	29
	2.5.2 HF Interface of Reader	31
	2.5.3 Inductively coupled system, FDX / HDX	31
	2.5.4 Control Unit	32
	2.5.5 สถาปัตยกรรมของ Electronic Data Carrier	33
	2.5.6 HF Interface of Tag	34
บทที่ 3	การออกแบบและการสร้าง	37
	3.1 Block Diagram (Reader)	37
	3.2 Serial Port DB9	37
	3.3 วงจร Driver/ receiver ในส่วนของ DB9 และ TTL/ CMOS	38
	3.4 วงจร Buffer	39
	3.5 Analog Front End Integrated Circuit	40
	3.6 ประเภทของฟังชั่น (Function Description)	41
	3.7 วงจร MCU	43
	3.8 วงจร Power Supply	44
	3.9 Flow Chart แสดงการทำงานของ Reader	48
บทที่ 4	ผลการทดลอง	51
	4.1 การทดลองระหว่างการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านและ Tag	51
	4.1.1 ขั้นตอนการทดลองที่ 4.1	52
	4.1.2 ผลการทดลองที่ 4.1	56
	4.2 การทดลองของบอร์ด เพื่อที่จะดูสัญญาณ Field on Field Off	58
	4.2.1 ขั้นตอนการทดลองที่ 4.2	58
	4.2.2 ผลการทดลองที่ 4.2	63
บทที่ 5	บทสรุป	65
ภาคผนวก		66
	ภาคผนวก (ก)	67
	ภาคผนวก (ข)	70
	ภาคผนวก (ค)	74
หนังสืออ้างอิง		83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
บทที่ 2	รูป 2.1 ภาพการทำงานของระบบ RFID	3
	รูป 2.2 ระบบการ อ่าน/เขียนข้อมูลอย่างง่ายของ RFID	4
	รูป 2.3 แสดงตัวอย่างการใช้งานแท็กและตัวอ่านข้อมูล (Reader)	5
	รูป 2.4 แสดง RFID tag ในรูปแบบต่างๆ	6
	รูป 2.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ Passive tag	7
	รูป 2.6 แสดงรูปตัวอย่าง Active tag ที่มีแบตเตอร์รี่ lithium 2 ก้อนอยู่ภายนอก	8
	รูป 2.7 แสดงโครงสร้างภายในตัวอ่าน	8
	รูป 2.8 แสดงส่วนประกอบของเครื่องอ่าน RFID	9
	รูป 2.9 ตัวอย่างรูปร่างของ Reader ต่างๆ	10
	รูป 2.10 แสดงความถี่ที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน	11
	รูป 2.11 แสดงแผนผังการทำงานของระบบ RFID	12
	รูป 2.12 แสดงการการส่งข้อมูลระหว่างตัวอ่านและ Tag รูปแบบต่างๆ	15
	รูป 2.13 การสื่อสารระหว่าง Reader กับ tag	15
	รูป 2.14 แสดงการสร้าง Power supply ให้กับ tag โดย reader	16
	รูป 2.15 การ Generation of load modulation	17
	รูป 2.16 วงจร Generation of Load Modulation with Sub Carrier	18
	รูป 2.17 การเข้ารหัสข้อมูลในแบบต่างๆ	19
	รูป 2.18 การผสมข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของยอดคลื่นพาหะ	20
	รูป 2.19 การผสมข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงความถี่	20
	รูป 2.20 การผสมข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนแปลงเฟส	21
	รูป 2.21 การการ Modulation แบบ ASK Sub carrier	21
	รูป 2.22 รูปแบบของ Barcode ทั่วไป	24
	รูป 2.23 ระบบ RFID	25
	รูป 2.24 แสดงการจัดขาของคอนเน็คเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232	27
	รูป 2.25 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ	28
	รูป 2.26 Master-Slave ระหว่าง Application software, เครื่องอ่าน และ Tag	29
	รูป 2.27 Block diagram ของเครื่องอ่านที่ประกอบด้วยส่วนควบคุมและ HF interface	30
	รูป 2.28 Block diagram ของ HF interface สำหรับ Inductive couple	32
	รูป 2.29 Block diagram ของ Control Unit และสื่อสารกับ Application Software	33
	รูป 2.30 สัญญาณ Coding และ Decoding ถูกกระทำโดย Control Unit ของ Reader	33
	รูป 2.31 Block diagram ของ RFID Data Carrier ของ memory function	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

		หน้า
	รูป 2.32 Block diagram ของ HF Interface ของ Inductive Coupled with Load Modulation	35
	รูป 2.33 การสร้าง Load Modulation กับ Sub carrier Modulated	36
บทที่ 3	รูป 3.1 Block Diagram ในส่วนของวงจรเครื่องอ่าน Reader	37
	รูป 3.2 แสดงขาต่างๆของ Port DB 9	37
	รูป 3.3 วงจรในส่วนของ Driver / Receiver	38
	รูป 3.4 วงจร Buffer	39
	รูป 3.5 Analog Front End Integrated Circuit	41
	รูป 3.6 วงจร MCU	43
	รูป 3.7 วงจร Power Supply	44
	รูป 3.8 วงจรรวมทั้งหมดของเครื่องอ่าน (Reader)	45
	รูป 3.9 ส่วนด้านหลังของสายอากาศ	46
	รูป 3.10 ส่วนด้านหน้าของสายอากาศ	46
	รูป 3.11 ตัวเครื่องอ่าน (Reader)	47
	รูป 3.12 ส่วนของเครื่องอ่าน (Reader) และสายอากาศ (Antenna)	47
	รูป 3.13 Flow chart การสื่อสารกันระหว่างเครื่องอ่าน (Reader) กับ Tag	48
	รูป 3.14 Flow chart แสดงกระบวนการ Inventory Request จาก Tag	49
	รูป 3.15 Flow chart แสดงกระบวนการ UID Decoder จาก Tag	50
บทที่ 4	รูป 4.1 แสดงการต่ออุปกรณ์ในการทดลอง	51
	รูป 4.2 บอร์ด Development Kit EM4094	52
	รูป 4.3 แสดงโปรแกรม Development kit	52
	รูป 4.4 แสดงการเลือก Com Port	53
	รูป 4.5 แสดงการกดปุ่ม Field on	54
	รูป 4.6 แสดงการอ่านหมายเลข UID ของแท็ก	54
	รูป 4.7 แสดงการเลือก ISO Command Single Inventory	55
	รูป 4.8 สัญญาณที่เครื่องอ่านส่งมาให้ Tag	56
	รูป 4.9 สัญญาณที่ Tag ตอบสนอง (Response) มาให้เครื่องอ่าน	56
	รูป 4.10 รูปสัญญาณ SOF	57
	รูป 4.11 รูปสัญญาณ EOF	57
	รูป 4.12 สัญญาณ 1 บิต ของมาตรฐาน ISO	58
	รูป 4.13 Configure serial Port	58
	รูป 4.14 Select Port and Speed	59
	รูป 4.15 Open com 1	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูป 4.16 Connect to Loader 60

รูป 4.17 หลังจาก Connect to Loader 61

รูป 4.18 Load flash 61

รูป 4.19 Loading HEX 62

รูป 4.20 Load Complete 63

รูป 4.21 สัญญาณในช่วง Field ON 63

รูป 4.22 สัญญาณในช่วง Field OFF 64

ภาคผนวก

รูป ก-1 แสดงตำแหน่งขาของไอซีเบอร์ EM4094 67

รูป ก-2 แสดง block diagram การทำงานภายในของไอซีเบอร์ EM4094 67

รูป ก-3 แสดงตำแหน่งขาของไอซีเบอร์ DS89C420 68

รูป ก-4 แสดงตำแหน่งขาของไอซีเบอร์ CD74HC125 69

รูป ก-5 แสดงโครงสร้างภายในและตารางการทำงานของไอซีเบอร์ CD74HC125 69

รูป ข-1 1 out of 256 coding mode 70

รูป ข-2 Detail of one time period 70

รูป ข-3 1 out of 4 coding mode 71

รูป ข-4 Start of frame of the 1 out of 256 mode 71

รูป ข-5 Start of frame of the 1 out of 4 mode 72

รูป ข-6 End of frame for either mode 72

รูป ข-7 Coding Logic 1 and Logic 0 72

รูป ข-8 Start of frame when using one sub carrier 73

รูป ข-9 End of frame when using one sub carrier 73

รูป ข-10 Data Coding Reader to Tag and Tag to Reader 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
บทที่ 2	ตาราง 2.1 เปรียบเทียบระบบ Barcode กับระบบ RFID	25
	ตาราง 2.2 การอ่านข้อมูลด้วย Application software เครื่องอ่าน และ Tag	30
	ตาราง 2.3 ความถี่ Clock ที่ต้องการใน HF Interface ถูกสร้างโดย Binary	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้การใช้ชีวิตประจำวันหรือการดำเนินชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปตามเทคโนโลยีใช้หรือทุกอย่างก็ต้องการการทำงานที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วแม่นยำ ซึ่งเทคโนโลยี RFID เป็นเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในปัจจุบันซึ่งสามารถทำสิ่งที่ กล่าวมาได้เรากำลังพูดถึงเทคโนโลยีที่กำลังเป็นที่จับตามองและกำลังขยายตัวเพราะมันจะเข้ามาแทนระบบ BARCODEที่เรากำลังใช้อยู่ปัจจุบัน RFID ก็เป็นหนึ่งในระบบบ่งชี้อัตโนมัติ (Automatic Identification System) เหมือนกับ BARCODE แต่ด้วยประสิทธิภาพของมันและข้อดีที่เหนือกว่าและแก้ไขข้อเสียของ BARCODEจะทำให้มันมาแทนที่ระบบ BARCODE เพื่อประโยชน์ในการใช้งานในอนาคตต่อไป

โครงการนี้เป็นการนำเอาเทคโนโลยีของ RFID มาใช้งานและประยุกต์ใช้คือเราจะสร้างตัวเครื่องอ่าน (Reader) ขึ้นมาเพื่อที่จะนำมาใช้งานโดยเทคโนโลยี RFIDได้ โดยจะนำมาแทนระบบ BARCODE ในปัจจุบัน เพื่อสะดวกในการใช้งานต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์

- เพื่อที่จะศึกษาระบบและการทำงานของ RFID (Radio Frequency Identification)
- เพื่อที่จะศึกษาการ Interface ระหว่างตัวเครื่องอ่าน (Reader)กับแผ่นป้าย (Tag)
- เพื่อที่จะสร้างตัวเครื่องอ่าน (Reader)
- เพื่อความสะดวกสบายรวดเร็วและปลอดภัย

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

จากการที่ได้ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการทำงานของระบบ RFID และ ทำการสร้างเครื่องอ่าน (Reader) ขึ้นมาโดยจะนำมาแทนระบบของ Barcode และตัวเครื่องอ่าน (Reader) ที่เราสร้างขึ้นมาสามารถอ่านหมายเลขบัตรของ Tag หรือ (UID) ในตัวแผ่นป้าย หรือ Tag ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 RFID

คือระบบชี้เฉพาะอัตโนมัติ (Automatic Identification) แบบไร้สาย (Wireless) เช่นเดียวระบบ Barcode แต่ใช้ความถี่วิทยุในการติดต่อสื่อสาร ระบบนี้จะประกอบด้วยอุปกรณ์สองส่วน คือ ส่วนเครื่องอ่าน (Reader) และส่วนป้ายชื่อ (Tag) โดยการทำงานนั้นเครื่องอ่านจะทำหน้าที่จ่ายกำลังงานในรูปคลื่นความถี่วิทยุให้กับ Tag ยังผลให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในสามารถส่งข้อมูลจำเพาะที่แสดงถึง "identity" กลับมาประมวลผลที่ตัวอ่านได้ ข้อดีของระบบ RFID คือเป็นระบบไร้สายจึงไม่จำเป็นต้องนำ Tag ไปสัมผัสกับเครื่องอ่านซึ่งช่วยเพิ่มความสะดวกและเป็นอัตโนมัติให้กับระบบชี้เฉพาะ โดยระบบ RFID สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง เช่น การใช้บอกรหัสสินค้า การใช้บอกรหัสประจำตัวพนักงาน หรือ การใช้งานควบคุมการเข้าออก เป็นต้น

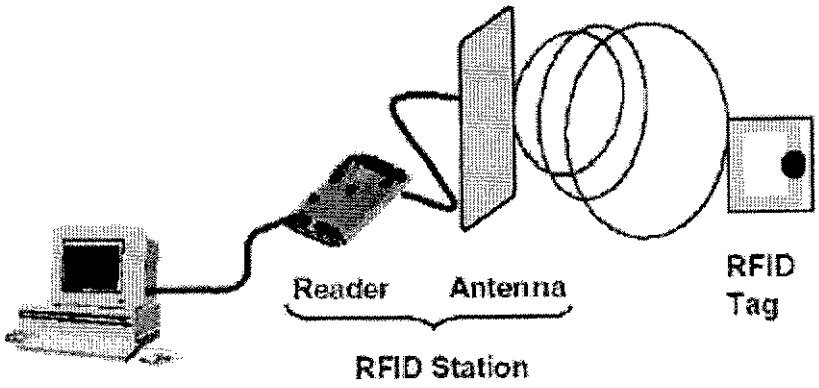
2.1.1 ความหมายของ RFID (Radio Frequency Identification System)

RFID จะมีลักษณะใกล้เคียงกับสมาร์ตการ์ดที่สุดคือข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในการ์ดหรือTags เหมือนกัน แต่ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือการอ่าน/เขียนข้อมูลสามารถทำได้โดยไม่ต้อง สัมผัสเหมือนกับสมาร์ตการ์ด ซึ่งจะอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่วิทยุ (Radio Rrequency) ในการติดต่อสื่อสารจึงเป็นสาเหตุให้ RFID ได้เปรียบระบบ Auto ID ทุกชนิดที่กล่าวมาแล้ว และมีแนวโน้มจะถูกใช้มากขึ้นเรื่อยๆ **Radio Frequency Identification (RFID)** RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นระบบระบุเอกลักษณ์ของวัตถุ ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ที่ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เพื่อวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำไปใช้งานแทนระบบบาร์โค้ด (Barcode) โดยจุดเด่นของ RFID ก็อยู่ตรงการอ่านข้อมูลจาก Tag ได้หลายๆ tag แบบไร้สัมผัส และสามารอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ ทัศนวิสัย ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถจะ อ่าน ข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิพที่อยู่ใน tag

Radio Frequency Identification (RFID) ประกอบด้วย

1. Label หรือ RFID Tag คือแผงวงจรวิทยุขนาดเล็กบรรจุข้อมูลความจำ (Memory chip) บนแผ่นกระดาษขนาด 2 ดารางนิ้ว
2. Reader เครื่องอ่านสัญญาณจะสร้างความถี่สัญญาณวิทยุขึ้นแล้วส่งไปยังสายอากาศ
3. Antenna จะเชื่อมต่อกับ Reader เพื่อส่งคลื่นวิทยุที่กำเนิดจากตัว Reader ไปยัง Tag เพื่อกระตุ้นให้ Tag ส่งข้อมูลกลับมาให้ตัว Reader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ภาพการทำงานของระบบ RFID

2.1.2 ส่วนประกอบของระบบ RFID

โดยทั่วไประบบ RFID จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ

ฉลากอิเล็กทรอนิกส์ (Transponder) หรือ Data Carrier หรือเรียกง่ายๆ ว่าTags จะเป็นส่วนของการเก็บข้อมูลและถูกติดตั้งอยู่กับวัตถุที่เราต้องการบ่งชี้ (Identify)

Tags จะประกอบไปด้วยเสาอากาศทำหน้าที่คล้องสัญญาณที่ส่งมาจาก เครื่องอ่านและส่วนของ ไมโครชิพ ในกรณีที่ Tags ไม่มีแบตเตอรี่ในตัวอยู่นอกพื้นที่ที่มีสัญญาณจะไม่มีการทำงานเกิดขึ้น Tags จะทำงานก็ต่อเมื่อ Tags เข้ามาในพื้นที่ที่มีสัญญาณซึ่ง Tagsจะได้รับพลังงานจากการคล้องของสัญญาณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและสร้างแรงดันไฟฟ้าขึ้นจำนวนหนึ่ง ปริมาณเพียงพอที่จะใช้ในการทำงานของ Tags

เครื่องอ่าน (Reader) จะประกอบไปด้วยภาครับ/ส่งสัญญาณวิทยุ ส่วนควบคุมและเสาอากาศ (Antenna) ทำหน้าที่คล้องสัญญาณกับ Tags และส่วนของการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ควบคุมภายนอก (RS232C, RS485 หรือ RS422) ขึ้นอยู่กับลักษณะการสื่อสารที่เราต้องการ

Tag หรือ Transponder

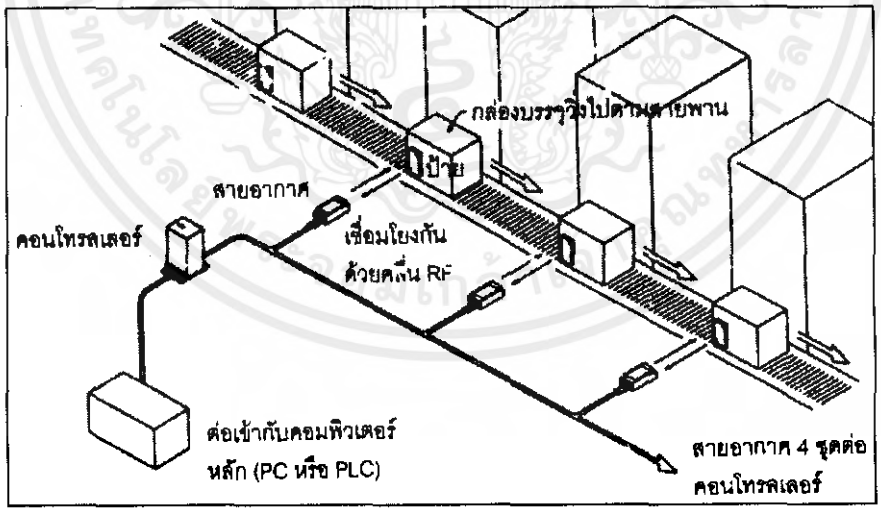
แท็ก (Tag) นั้นเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าทรานสปอนเดอร์ (Transponder) มาจากคำว่าทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) ผสมกับคำว่าเรสปอนเดอร์ (Responder) ถ้าจะแปลให้ตรงตามศัพท์ แท็กก็จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณหรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ในแท็กตอบสนองไปที่ตัวอ่านข้อมูล การสื่อสารระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูลจะเป็นการสื่อสารกันโดยอาศัยช่องความถี่วิทยุผ่านอากาศ โครงสร้างภายในแท็กจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนของไอซีซึ่งเป็นชิพสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Chip) และส่วนของขดลวดซึ่งทำหน้าที่เป็นเสาอากาศสำหรับรับส่งข้อมูลโดยทั้งสองส่วนนี้จะเชื่อมต่ออยู่ด้วยกัน ไอซีของแท็กที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็น หรือไปจนถึงขนาดใหญ่จนสะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดงานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กนั้นก็จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วนของการควบคุมภาครับส่งสัญญาณวิทยุ สำหรับโครงสร้างของส่วนนี้ประกอบด้วยภาคดีมอดูเลตและภาคมอดูเลต (สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่างแท็กกับตัวเครื่องอ่าน) และวงจรกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก

2. ส่วนของการควบคุมภาคดิจิตอล ซึ่งรับหน้าที่จัดการเกี่ยวกับกระบวนการทางดิจิตอลทั้งหมด โครงสร้างหลัก ๆ ของส่วนการทำงานนี้ประกอบด้วย ส่วนบันทึกข้อมูล (ประกอบด้วยหน่วยความจำแรม (RAM) , รอม(ROM), อีอีพรอม(EEPROM)) ส่วนของการเข้ารหัส (Crypts Unit) ส่วนตอบรับสัญญาณร้องขอ (Answer to Request) ส่วนควบคุมและประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Control & Arthritic Unit) อย่างไรก็ตามโครงสร้างภายในของแท็กที่ต่างผู้ผลิตหรือต่างรุ่นกัน บางครั้งก็อาจมีไม่ครบถ้วนทุกส่วนอย่างที่ได้ยกมา ซึ่งรายละเอียดโครงสร้างตลอดจนรายละเอียดในการทำงานของแท็กเบอร์ใด ๆ ก็สามารถดูได้จาก Data Sheet ของบริษัทผู้ผลิตแท็กเบอร์นั้น ๆ

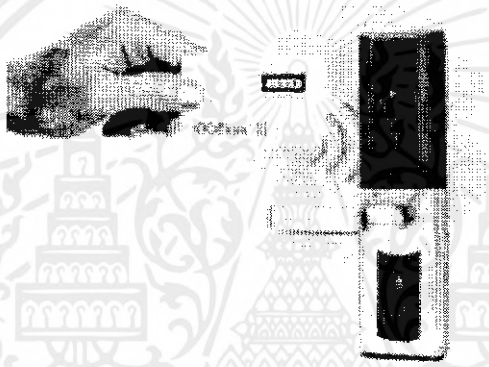
Transponder หรือ Tags มีลักษณะเป็นไมโครชิพ (microchip) ที่ยอมให้ผู้ใช้ติดเข้าระหว่างชั้นของกระดาษหรือพลาสติกที่ใช้ทำป้ายฉลาก ชิพหรือแท็กอาจมีรูปร่างได้หลายแบบขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน โดยอาจมีรูปร่างเหมือนบัตรเครดิตในการใช้งานทั่วไป หรือเล็กขนาดไส้ดินสอยาวเพียง 10 มิลลิเมตร เพื่อฝังเข้าไปใต้ผิวหนังสัตว์ในกรณีนำไปใช้ในงานปศุสัตว์ หรืออาจมีขนาดใหญ่มากสำหรับแท็กที่ใช้ติดกับเครื่องจักรขณะทำการขนส่ง แท็กอาจนำไปติดไว้กับสินค้าในร้านค้าปลีกทั่วไปเพื่อป้องกันขโมย โดยจะมีการติดตั้งสายอากาศของตัวอ่านข้อมูลขนาดใหญ่ไว้ตรงประตูทางออกเพื่อทำการตรวจจับขโมย โดยแท็กจะรับพลังงานจากสัญญาณ RF เพื่อติดต่อสื่อสารกับเครื่องอ่าน หรือใช้พลังงานจากแบตเตอร์รี่ที่บรรจุภายในป้าย ซึ่งเป็นแบตเตอร์รี่ Lithium-Ion มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงมักนำมาใช้กับแผ่นป้ายนี้



รูปที่ 2.2 ระบบการ อ่าน/เขียนข้อมูลอย่างง่ายของ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท็กจะประกอบไปด้วยสายอากาศที่มีขนาดเล็กที่จะช่วยให้แท็กตอบสนองกับเครื่องอ่าน โดยสายอากาศจะแผ่สัญญาณวิทยุจำนวนหนึ่งออกมา เพื่อกระตุ้นให้แท็กอ่านหรือเขียนข้อมูลลงไป สายอากาศสามารถทำได้ทุกขนาดและรูปร่าง เพื่อที่จะสามารถออกแบบให้ติดตั้งได้ทุกที่ และเพื่อให้เกิดความครอบคลุมได้ดีที่สุดในหลาย ๆ ระบบสายอากาศจะถูกติดไปโดยตรงกับ Transceiver เหมือนกับเป็นอุปกรณ์ติดกัน ชิพที่อยู่ในแท็กจะมีหน่วยความจำซึ่งอาจเป็นแบบอ่านได้อย่างเดียว (ROM) หรือทั้งอ่านทั้งเขียน (RAM) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน โดยปกติหน่วยความจำแบบ ROM จะใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย เช่นข้อมูลของบุคคลที่มีสิทธิผ่านเข้าออกในบริเวณที่มีการควบคุม หรือระบบปฏิบัติการ ในขณะที่ RAM จะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการติดต่อสื่อสารกัน นอกจากนี้อาจมีการนำหน่วยความจำแบบ EEPROM มาใช้ในกรณีต้องการเก็บข้อมูลในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการสื่อสาร และข้อมูลยังคงอยู่ถึงแม้จะไม่มีพลังงานไฟฟ้าป้อนให้แก่แท็ก



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการใช้งานแท็กและตัวอ่านข้อมูล (Reader)

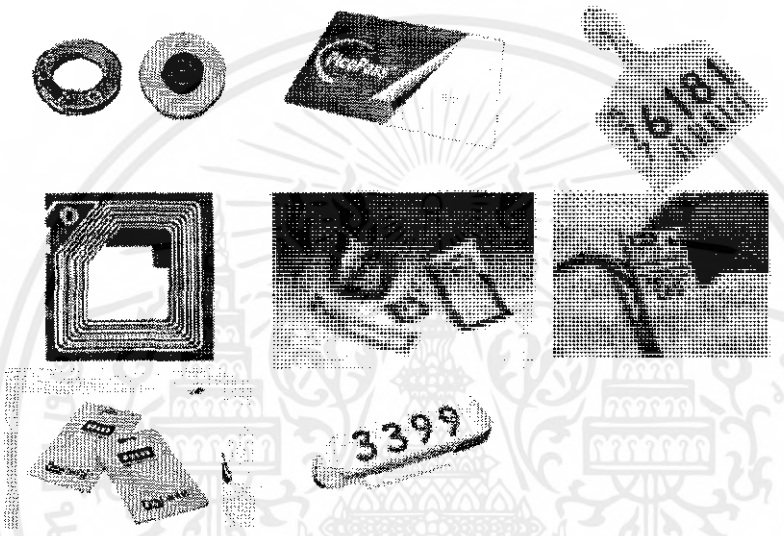
นอกจากการแท็กแบ่งจากชนิดที่ว่ามาแล้วแท็กก็ยังถูกแบ่งประเภทจากรูปแบบในการใช้งานได้เป็น 3 แบบ คือ

1. แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read-write)
2. แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write-One, Read- Many หรือ WORM)
3. แบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-Only)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 รูปแบบของ Tag

โครงสร้างภายในของแท็กจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ขดลวดขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ(Antenna)สำหรับรับส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุและสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิพ (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุ เช่น รหัสสินค้า โดยทั่วไปตัวแท็กอาจอยู่ในชนิดทั้งเป็นกระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและรูปร่างต่างๆกันไป ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำเอาไปติด และมีหลายรูปแบบ เช่น ขนาดเท่ากับบัตรเครดิต เหรียญ กระดุม ฉลากสินค้า แคปซูล เป็นต้น (พิจารณารูปที่ 2.4) แต่โดยหลักการอาจแบ่ง tag ที่มีใช้งานกันอยู่นั้นจะมีอยู่ 2 ชนิดใหญ่ๆ โดยแต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันในแง่ของการใช้งาน ราคาโครงสร้างและหลักการทำงานอยู่ ซึ่งจะกล่าวถึงและอธิบายเป็นหัวข้อดังนี้



รูปที่ 2.4 แสดง RFID tag ในรูปแบบต่างๆ

2.1.4 ชนิดของ Tag

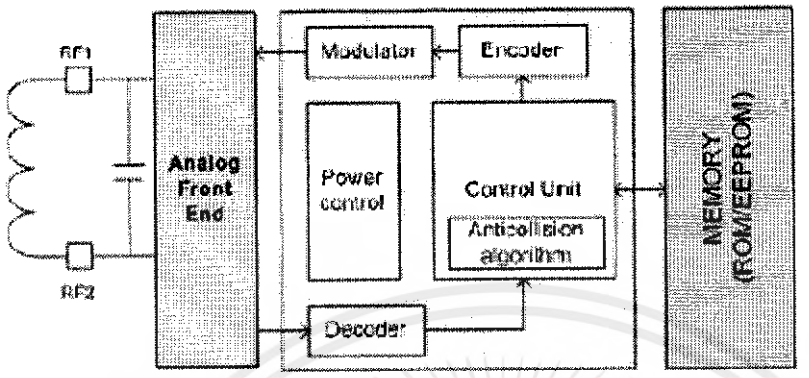
- Passive tag
- Active tag

Passive RFID Tags

Tag ชนิดนี้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใดๆ เพราะภายใน tag จะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่ทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก ระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตรขึ้นอยู่กับความแรงของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ โดยปกติ tag ชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็ก โดยทั่วไปประมาณ 16 ถึง 1,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำไอซีของ tag ชนิด passive ที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดงานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันโดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของ tag นั้นก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนของควบคุมการทำงานของภาครับส่งสัญญาณวิทยุ (Analog Front-End) ส่วนควบคุมภาคลอจิก (Digital Control Unit) ส่วนของหน่วยความจำ (Memory) ซึ่งอาจจะเป็นแบบ ROM หรือ EEPROM

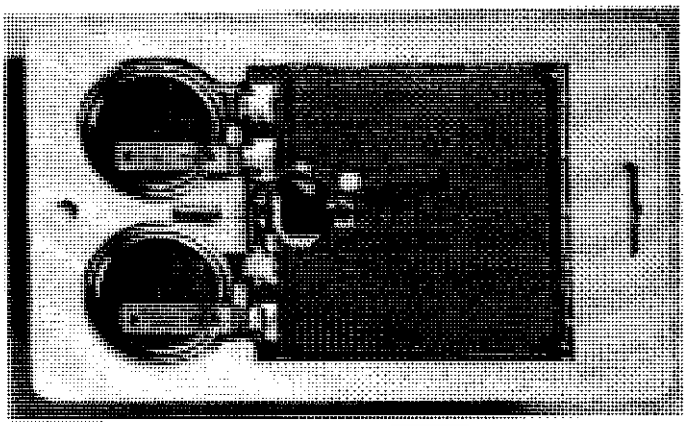


รูปที่ 2.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ Passive tag

Active RFID Tags

Tag ชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงานโดย tag แบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 10 เมตรแม้ว่า tag ชนิดนี้จะมีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มีข้อเสียอยู่ด้วยเหมือนกัน เช่น มีราคาต่อ หน่วยมีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัดนอกจากการแบ่งจากชนิดที่ว่ามาแล้ว tag ก็ยังถูกแบ่ง ประเภทจากรูปแบบในการใช้งานได้เป็น 3 แบบ คือ แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read–Write), แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write-Once Read-Many หรือ WORM) และแบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-Only) ด้วย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในการใช้งานจะนิยมใช้ Tag ชนิด passive มากกว่าและในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะ tag ชนิดนี้เป็นหลัก

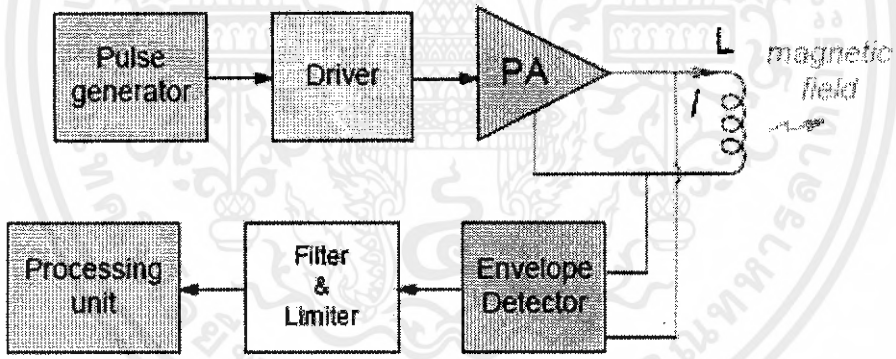
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงรูปตัวอย่าง Active tag ที่มีแบตเตอรี่ lithium 2 ก้อนอยู่ภายนอก

2.1.5 เครื่องอ่าน (Reader)

โดยหน้า ที่ของเครื่องอ่านก็คือ การเชื่อมต่อเพื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลลง Tag ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง เพื่อใช้รับส่งสัญญาณ ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูลจำพวกไมโครคอนโทรเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างภายในตัวอ่าน

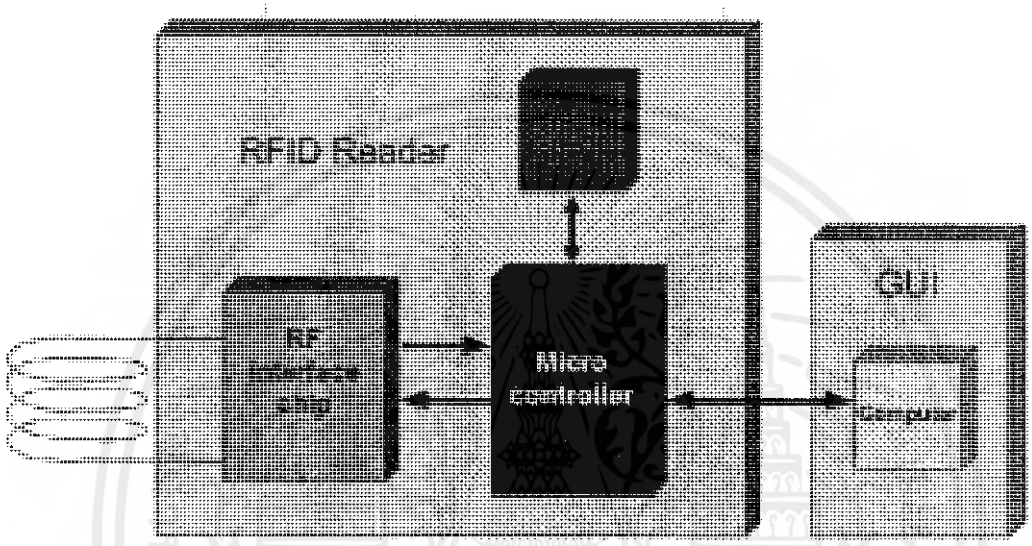
โดยทั่วไปเครื่องอ่านจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักดังนี้

- ภาครับและส่งสัญญาณวิทยุ
- ภาคสร้างสัญญาณพาหะ
- ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ
- วงจรจูนสัญญาณ
- หน่วยประมวลผลข้อมูล และภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปหน่วยประมวลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ ซึ่งอัลกอริทึมที่อยู่ภายในโปรแกรม จะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (Decoding) ที่ได้รับและทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยลักษณะ ขนาด และรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทของการใช้ งาน เช่น แบบมือถือขนาดเล็กหรือ ติดผนัง จนไปถึงขนาดใหญ่เท่าประตู (Gate size) เป็นต้น

2.1.6 ส่วนประกอบของเครื่องอ่าน RFID



รูปที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบของเครื่องอ่าน RFID

RF Interface Chip

- แปลงสัญญาณ Analog เป็น digital ในกรณีที่ส่งข้อมูลจาก Coil ไปยัง MCU
- แปลงสัญญาณ digital เป็น analog ในกรณีที่ส่งข้อมูลจาก MCU ไปยัง Coil

MCU (Micro Controller Unit) เป็นหน่วยประมวลผลของ Controller

Microcontroller

- ควบคุมการทำงานของ RFID Reader
- ถอดรหัสสัญญาณตามรูปแบบที่เข้ารหัสสัญญาณมา

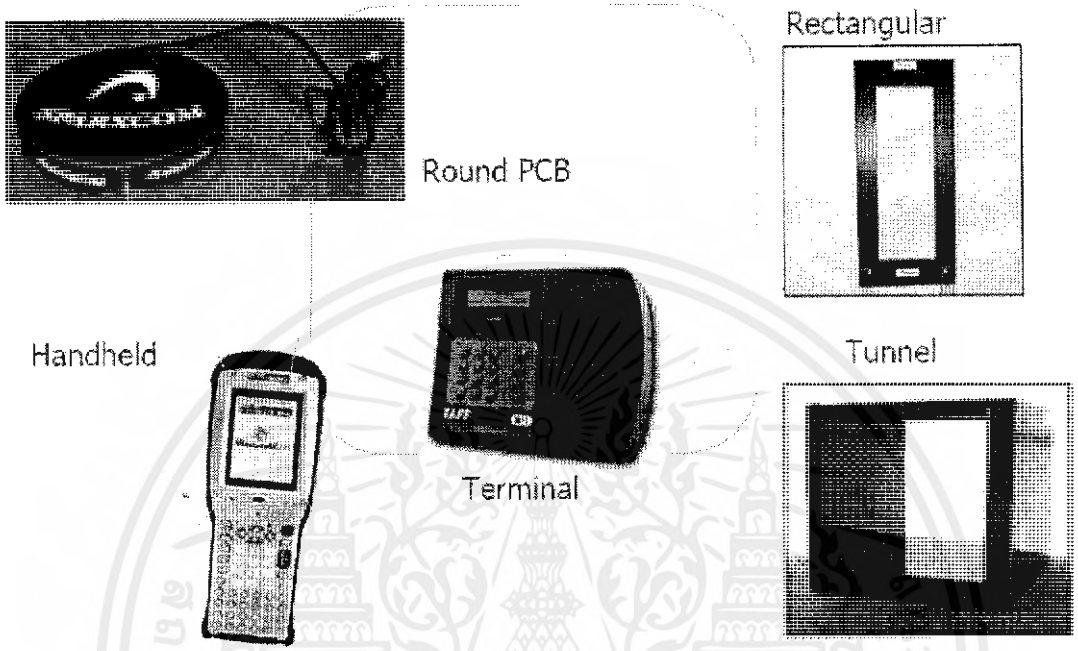
Input/Output

- เป็นตัวรับข้อมูลจากภายนอกเช่น Keypad เป็นต้น
- เป็นอุปกรณ์ที่แสดงหรือควบคุมอุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกเช่น 7-Segment, LCD เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Graphic Interface User

- แสดงผลของข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่าย
- ควบคุมการทำงานของ RFID Reader



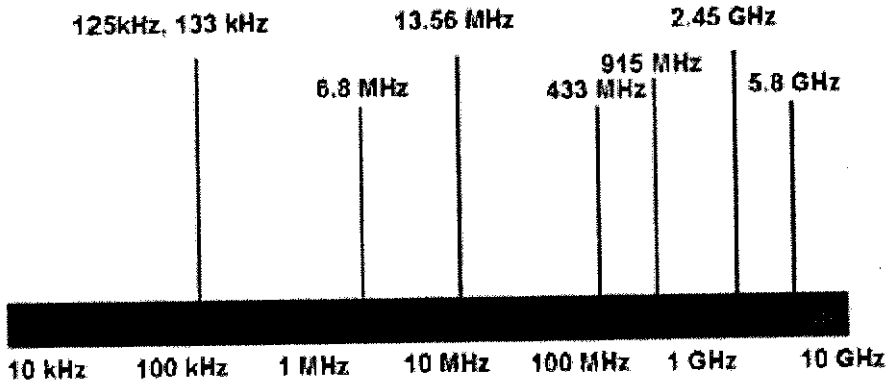
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างรูปร่างของ Reader ต่างๆ

2.2 Carrierในระบบ RFID

ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้งานกันในระบบ RFID จะอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดในการใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารโดยทั่วไป โดยมี 3 ย่านความถี่ที่ใช้งาน คือสำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันในระบบ RFID อาจ แบ่งออกได้เป็น 3 ย่านหลัก ได้แก่

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LH) ต่ำกว่า 150 kHz
- ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF) 13.56 MHz
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงความถี่ที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน

ในแง่การใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสำหรับใช้ กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะใกล้ (LH ระยะอ่านประมาณ 10-20 เซนติเมตร และ HF ระยะอ่านประมาณ 1 เมตร) เช่น การตรวจสอบการผ่านเข้าออกพื้นที่ การตรวจหาและเก็บประวัติในสัตว์ ส่วนย่าน ความถี่สูงยิ่งจะถูกใช้ กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล(UHF ระยะอ่าน ประมาณ 1-10 เมตร) เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วน และในปัจจุบันระบบ RFID กำลังถูกวิจัยและพัฒนาในย่านความถี่ไมโครเวฟที่ความถี่ 2.4 GHz และความถี่ 5.8 GHz เพื่อใช้งานที่ต้องการระยะอ่านที่ไกลกว่า 10 เมตร เป็นต้น

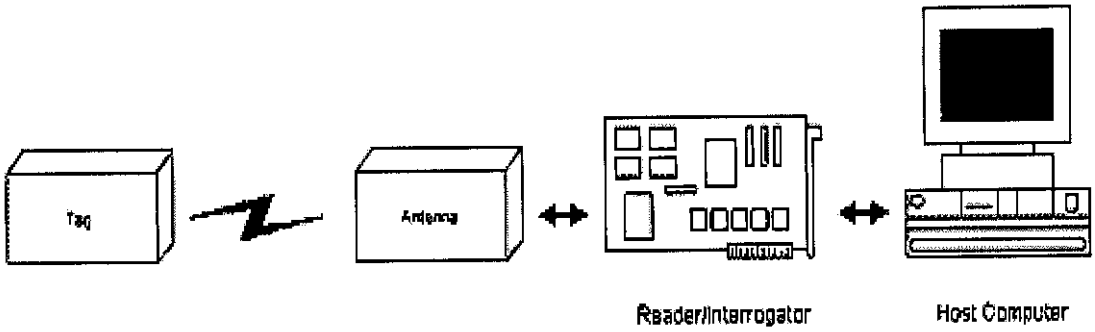
ในแง่ของราคาและความเร็วในการสื่อสารข้อมูล เมื่อเทียบกันแล้ว RFID ซึ่งใช้คลื่นพาหะย่านความถี่สูงเป็นระบบที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสุดและมีราคาแพงที่สุดด้วยเช่นกัน ส่วน RFID ที่ใช้คลื่นพาหะในอีก 2 ย่านความถี่จะมีระดับราคาและความเร็วลดหลั่นกันไป

2.2.1 หลักการทำงานและเทคนิคการรับและการส่งข้อมูลของ RFID

ลักษณะการทำงานของระบบ RFID

หัวใจของเทคโนโลยี RFID ได้แก่ "Inlay" ที่บรรจุอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับโลหะที่ยืดหยุ่นได้สำหรับการติดตามหรือทำหน้าที่เป็นเสาอากาศนั่นเอง Inlay มีความหนาสูงสุดอยู่ที่ 0.375 มิลลิเมตร สามารถทำเป็นแผ่นบางอัดเป็นชั้น ๆ ระหว่างกระดาษ, แผ่นฟิล์ม หรือพลาสติกก็ได้ ซึ่งเป็นการผลิตเครื่องหมายหรือฉลาก จากวัสดุที่มีราคาไม่แพงมากนัก ซึ่งจะเห็นว่า Inlay มีลักษณะรูปร่างที่บางมาก จึงทำให้ง่ายต่อการติดเป็นป้ายชื่อหรือฉลากของชิ้นงานหรือวัตถุนั้น ๆ ได้สะดวกRFID เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมาเป็นคลื่นพาหะเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิดที่เรียกว่า แท็ก (Tag) และตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) โดยการนำข้อมูลที่ต้องการส่ง มาทำการมอดูเลต (Modulation) กับคลื่นวิทยุแล้วส่งออกผ่านทางสายอากาศที่อยู่ในตัวรับข้อมูล ดังแผนผังการทำงานของระบบ RFID ในรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงแผนผังการทำงานของระบบ RFID

การประยุกต์ใช้งาน RFID จะมีลักษณะการใช้งานที่คล้ายกับบาร์โค้ด (Bar code) และยังสามารถรองรับความต้องการอีกหลายอย่างที่บาร์โค้ดไม่สามารถตอบสนองได้ เนื่องจากบาร์โค้ดจะเป็นระบบที่อ่านได้อย่างเดียว (Read only) ไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อยู่บนบาร์โค้ดได้ แต่แท็กของระบบ RFID จะสามารถทั้งอ่านและบันทึกข้อมูลได้ ดังนั้นเราจึงสามารถเปลี่ยนแปลง หรือทำการบันทึกข้อมูลที่อยู่ในแท็กได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานนอกจากนี้ระบบ RFID ยังสามารถใช้งานได้แม้ในขณะที่วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ เช่นในขณะสินค้ากำลังเคลื่อนที่อยู่บนสายพานการผลิต (Conveyor) หรือในบางประเทศก็มีการใช้ระบบ RFID ในการเก็บค่าผ่านทางด่วนโดยที่ผู้ใช้บริการทางด่วนไม่ต้องหยุดรถเพื่อจ่ายค่าบริการ ผู้ใช้บริการทางด่วนจะมีแท็กติดอยู่กับรถ และแท็กจะทำการสื่อสารกับตัวอ่านข้อมูล ผ่านสายอากาศขนาดใหญ่ที่ติดตั้งอยู่ตรงบริเวณทางขึ้นทางด่วน ในขณะที่รถแล่นผ่านสายอากาศ ตัวอ่านข้อมูลก็จะคิดค่าบริการและบันทึกจำนวนเงินที่เหลือลงในแท็กโดยอัตโนมัติ หรือแม้กระทั่งการใช้งานในปศุสัตว์เพื่อบันทึกประวัติ หรือระบุความแตกต่างของสัตว์แต่ละตัวที่อยู่ในฟาร์มข้อดีของระบบ RFID อีกอย่างก็คือแท็กและตัวอ่านข้อมูลสามารถสื่อสารผ่านตัวกลางได้หลายอย่างเช่น น้ำ, พลาสติก, กระจก หรือวัสดุทึบแสงอื่นๆในขณะที่บาร์โค้ดทำไม่ได้

หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID

1. ตัวอ่านข้อมูลจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่ามีแท็กเข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการคอยตรวจจับว่ามีการมอดูเลตสัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่

2. เมื่อมีแท็กเข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แท็กจะได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้แท็กเริ่มทำงาน และจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายในแท็ก

3. คลื่นพาหะที่ถูกส่งออกมาจากแท็กจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูด, ความถี่ หรือเฟส ขึ้นอยู่กับวิธีการมอดูเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตัวอ่านข้อมูลจะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะแปลงออกมาเป็นข้อมูลแล้วทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป

2.2.2 วิธีการรับส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน

โดยมากมักจะใช้วิธีการมอดูเลตทางแอมปลิจูดหรือใช้การมอดูเลตทางแอมปลิจูดบวกกับการเข้ารหัสแมนเชสเตอร์ (Manchester encoded AM) แต่ในปัจจุบันก็มีแท็กที่ใช้การมอดูเลตแบบอื่นๆ ด้วย เช่น การมอดูเลชั่นแบบเฟสชีฟคีย์อิ้ง(Phase Shift Keying : PSK) ฟรีเควนซี่ชีฟคีย์อิ้ง (Freqeuecy Shift Keying : FSK) หรือการใช้การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation : FM)

ในการรับส่งข้อมูลหรือสัญญาณวิทยุระหว่างแท็กกับเครื่องอ่าน จะได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อเมื่อสายอากาศมีความยาวที่เหมาะสมกับความถี่พาหะที่ใช้งาน เช่น เมื่อความถี่ใช้งานเป็น 13.56 เมกะเฮิรตซ์ ความยาวของเสาอากาศ (เป็นเส้นตรง) ที่เหมาะสมก็คือ 22.12 แน่นอนว่าในทางปฏิบัติคงไม่สามารถนำเสาอากาศที่ใหญ่ขนาดนั้นมาใช้งานกับแท็กขนาดเล็กได้ สายอากาศที่ดูจะเหมาะจะใช้ร่วมกับแท็กมากที่สุดก็คือ สายอากาศที่เป็นขดลวดขนาดเล็กหรือที่มีชื่ออย่างเป็นทางการว่าสายอากาศแบบแมกเนติกไดโพล (Magnetic dipole Antenna) รูปแบบของสายอากาศแบบนี้ก็จะมีอยู่หลากหลายทั้งแบบที่เป็นขดลวดพันแกนอากาศหรือแกนเฟอร์ไรต์ แบบที่เป็นวงลูปที่ทำขึ้นจากลายทองแดงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ทั้งที่เป็นลูปแบบวงกลมและสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ความเหมาะสมในการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามความถี่พาหะและประเภทของงานด้วยเช่นกัน

นอกจากการรับส่งข้อมูลแล้วสายอากาศก็ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับแท็กด้วย โดยอาศัยหลักการทำงานตามแนวคิดของไมเคิล ฟาราเดย์ เรื่องแรงดันเหนี่ยวนำในขดลวดที่เกิดขึ้นจากเส้นแรงแม่เหล็ก (จากเครื่องอ่าน) ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Time-varying magnetic field) พุ่งผ่านสายอากาศของแท็ก เมื่อแท็กและเครื่องอ่านตั้งอยู่ห่างกันในระยะ 0.16 เท่าของความยาวของคลื่นพาหะที่ใช้ เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า Transformer-type Coupling ซึ่งเป็นปรากฏการณ์แบบเดียวกับการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นระหว่างขดลวดปฐมภูมิ (Primary) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary) ในทรานสฟอร์เมอร์ (Transformer) จะเป็นวงจรพื้นฐานสำหรับอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลของแท็ก

การป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-Collision)

ในการที่จะรับข้อมูลจากแท็กหลาย ๆ อัน ทั้งแท็กและตัวเครื่องอ่านต้องได้รับการออกแบบให้รองรับสภาวะที่มีแท็กมากกว่า 1 อันทำงาน (ส่งสัญญาณ) มิเช่นนั้นแล้วสัญญาณพาหะก็จะมีการส่งออกในเวลาเดียวกันทำให้เกิดการชนของสัญญาณ (Collision) จะทำให้ไม่มีข้อมูลใด ๆ ส่งถึงตัวเครื่องอ่านเลย การติดต่อระหว่างแท็กกับตัวเครื่องอ่านเปรียบเสมือน บัสแบบอนุกรม แต่บัสชนิดนี้จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการส่งสัญญาณ ในระบบบัสที่ใช้เคเบิ้ลเป็นตัวกลางก็ต้องมีการควบคุมไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณ RFID ก็จำเป็นที่จะต้องมีการป้องกันให้มีการส่งสัญญาณจากแท็กอันเดียวต่อช่วงเวลานั้นเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการรับส่งข้อมูลและแบนด์วิดธ์

อัตราการรับส่งข้อมูล (Data Transfer Rate) จะขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นพาหะ โดยปกติถ้าความถี่ของคลื่นพาหะยิ่งสูง อัตราการรับส่งข้อมูลก็จะยิ่งสูงตามไปด้วย ส่วนการเลือกแบนด์วิดธ์ หรือย่านความถี่นั้นก็จะมีผลต่ออัตราการรับส่งข้อมูลเช่นกัน โดยมีหลักว่า แบนด์วิดธ์ควรจะมีค่ามากกว่าอัตราการรับส่งข้อมูลที่ต้องการอย่างน้อยสองเท่า ยกตัวอย่างเช่น ถ้าใช้แบนด์วิดธ์ในช่วง 2.4-2.5 GHz ก็จะสามารถรองรับอัตราการรับส่งข้อมูลได้ถึงประมาณ 2 Megabits ต่อวินาที เป็นต้น แต่การใช้แบนด์วิดธ์ที่กว้างเกินไปก็อาจทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนมาก หรือทำให้ S/N Ratio ต่ำลงนั่นเอง ดังนั้นการเลือกใช้แบนด์วิดธ์ให้ถูกต้องก็เป็นส่วนสำคัญในการพิจารณา

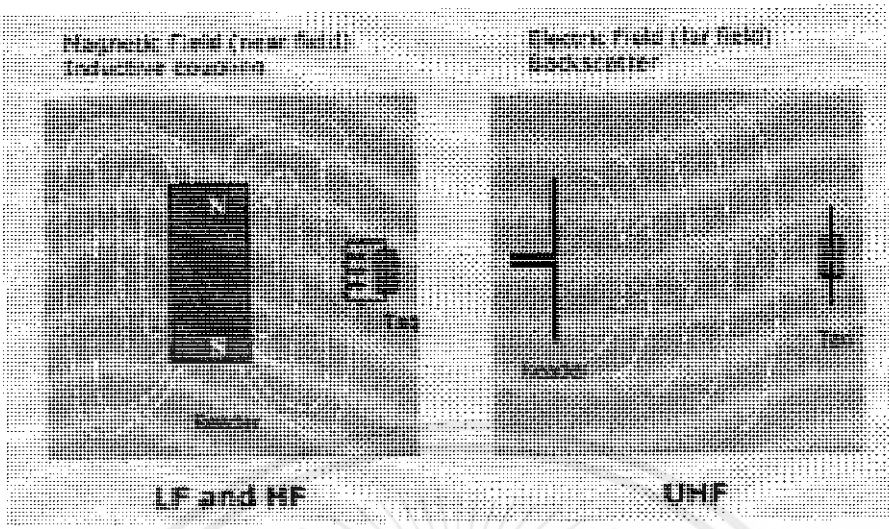
ระยะการรับส่งข้อมูลและกำลังส่ง

ระยะการรับส่งข้อมูลในระบบ RFID ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญต่างๆ คือ กำลังส่งของตัวอ่านข้อมูล (Reader/Interrogator Power) กำลังส่งของแท็ก (Tag Power) และสภาพแวดล้อม ส่วนการออกแบบสายอากาศของตัวอ่านข้อมูล จะเป็นตัวกำหนดลักษณะรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกมาจากสายอากาศ ดังนั้นระยะการรับส่งข้อมูล บางทีอาจขึ้นอยู่กับมุมของการรับส่งระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูลด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสำคัญความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยทั่วไปจะลดลงตามระยะทางโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง แต่ในบางสภาพแวดล้อมซึ่งอาจมีการสะท้อนกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสิ่งต่างๆรอบตัว เช่น โลหะ ก็อาจทำให้ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยอาจแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสี่ ปรากฏการณ์เช่นนี้เราเรียกว่า "Multi-path Attenuation" ซึ่งจะส่งผลให้ระยะการรับส่งข้อมูลสั้นลง หรือแม้กระทั่งความชื้นในอากาศก็อาจมีผลในกรณีที่ความถี่สูงๆ ดังนั้นการนำระบบ RFID ไปใช้งานก็ควรมีการคำนึงถึงสภาพแวดล้อมเพราะจะมีผลกระทบกับระยะการรับส่งข้อมูล และพยายามติดตั้งระบบให้ห่างไกลจากโลหะ ซึ่งอาจทำให้เกิดการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ กำลังส่งของแท็กที่จะส่งกลับมายังตัวอ่านข้อมูลนั้นโดยทั่วไปจะมีกำลังที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับกำลังส่งของ ตัวอ่านข้อมูล ดังนั้นความไวในการตรวจจับสัญญาณของตัวอ่านข้อมูล ก็เป็นอีกจุดหนึ่งที่ต้องพิจารณา ถึงแม้ในทางเทคนิคเราจะสามารถทำให้ตัวอ่านข้อมูลมีกำลังส่งมากแค่ไหนก็ได้ แต่โดยทั่วไปก็จะถูกจำกัดโดยกฎหมายของแต่ละประเทศ เช่นเดียวกับความถี่ ดังนั้นในระบบ RFID โดยทั่วๆไปจะมีกำลังส่งเพียงระหว่าง 100 -500 mW

การส่งข้อมูลระหว่างตัวอ่านและTag มี 2 วิธีคือ

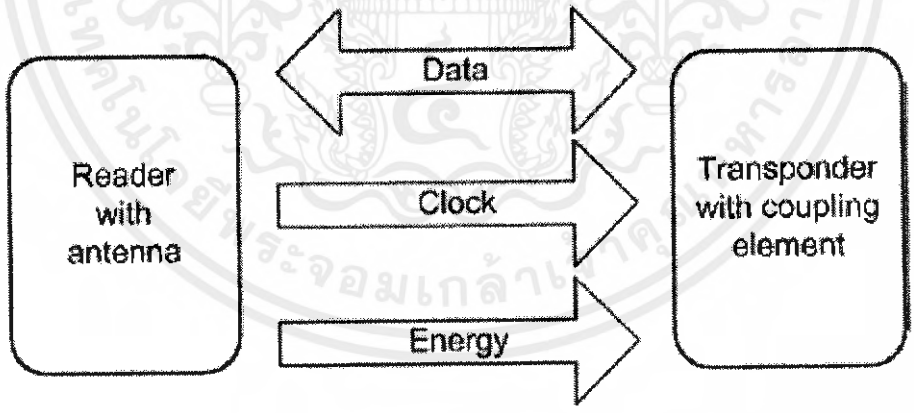
1. Inductive Coupling (LF and HF)
2. Backscatter Coupling (UHF and Microwave)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงการการส่งข้อมูลระหว่างตัวอ่านและ Tag รูปแบบต่างๆ

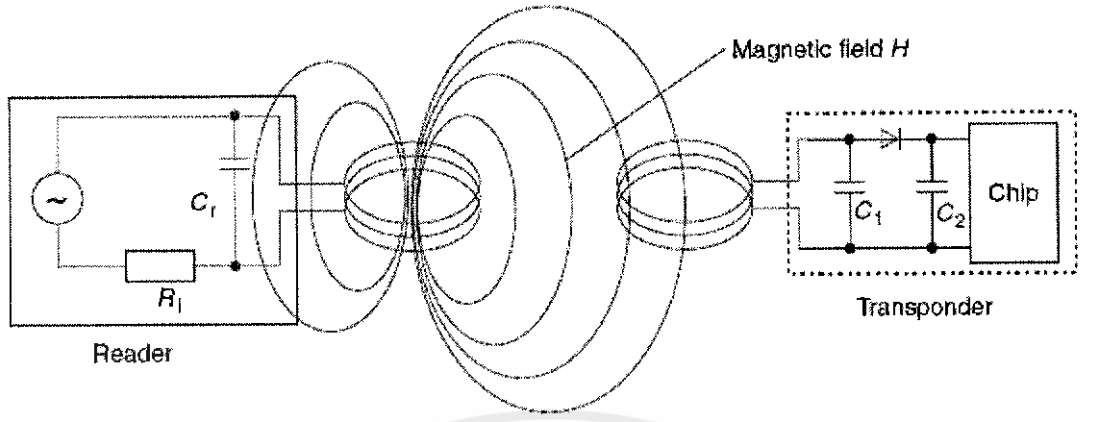
ที่นี้เราจะขอกล่าวถึงการส่งข้อมูลระหว่างตัวอ่านและ Tag แบบ inductive coupling



รูปที่ 2.13 การสื่อสารระหว่าง Reader กับ tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Inductive Coupling



รูปที่ 2.14 แสดงการสร้าง Power supply ให้กับ tag โดย reader

จากรูปเราจะเห็นว่ารูปแบบของ Inductive Coupling จะอาศัยการเชื่อมโยงของสนามแม่เหล็ก โดยจะถูก generate ด้วยเครื่องอ่านเพื่อเป็นแหล่งจ่ายให้กับ tag

2.2.3 Power supply to passive transponder

การเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กที่ถูก เชื่อมโยงจากเครื่องอ่านไปยัง Tag จะประกอบด้วย ข้อมูลของสัญญาณไมโครชิพและส่วนของพื้นที่ของขดลวดซึ่งอยู่ในส่วนของสายอากาศ หมายถึงว่ากำลังงานทั้งหมดที่ต้องการสำหรับการดำเนินการของไมโครชิพที่อยู่ส่วนของ Tag จะถูกจัดการหรือจ่ายให้โดยเครื่องอ่าน (Reader) ตามรูปที่ 2.14 สำหรับในส่วนนี้สายอากาศของเครื่องอ่านจะทำการสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงที่ทะลุผ่านและตัดตามขวางของขดลวดและรอบๆ ขดลวด เพราะว่าความยาวคลื่นของช่วงความถี่ที่ถูกใช้ (<135 kHz : 2400 m , 13.56 MHz :22.1 m) และระยะทางมันไกลกว่าระหว่างระยะทางสายอากาศของเครื่องอ่านและสายอากาศของ Tag ดังนั้นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าอาจจะถูกพิจารณาหรือจัดการการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กที่ง่ายขึ้นกับการพิจารณาระยะทางระหว่าง Tag และสายอากาศและในส่วนที่ถูกแพร่กระจายของสนามที่ทะลุผ่านเข้าไปในสายอากาศของ Tag ที่ระยะทางจากเครื่องอ่านและแรงดันจะถูกสร้างที่ขดลวดสายอากาศของ Tag โดยการเหนี่ยวนำและแรงดันนี้จะถูก rectifierและก็เป็นแหล่งจ่ายของไมโครชิพที่อยู่ใน Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.2.4 การ Interface ข้อมูลของ RFID

การ Interface ข้อมูลของ RFID เราจะแยกเป็น 2 แบบ คือ

-Data transfer reader – tag

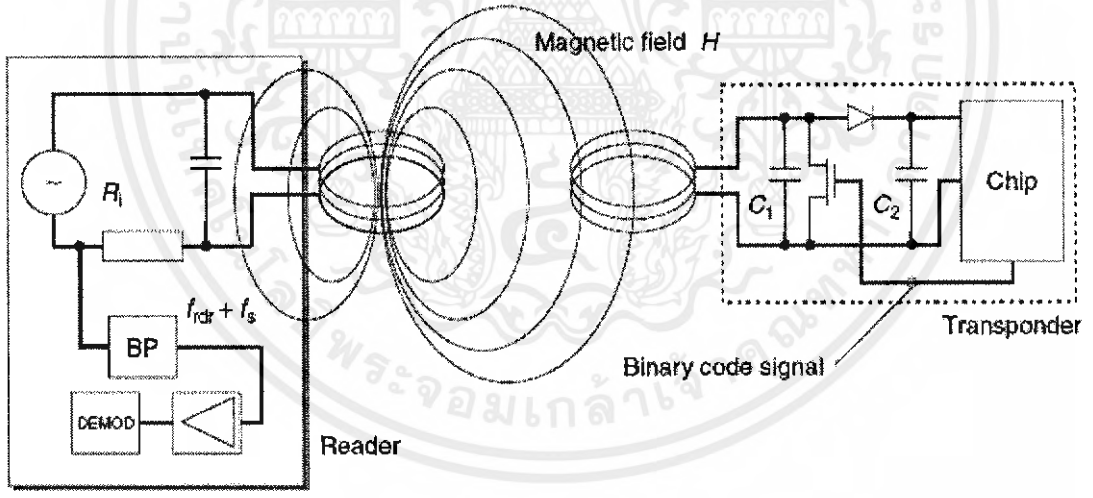
-Data transfer tag – reader

Data transfer reader - tag

การส่งจาก Reader – Tag จะใช้การมอดูเลชั่นแบบดิจิตอลคือ Reader จะแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อกเพื่อส่งไปให้ Tag การมอดูเลตแบบ ASK จะใช้ในการส่งผ่านข้อมูลจาก Reader ไปยัง Tag

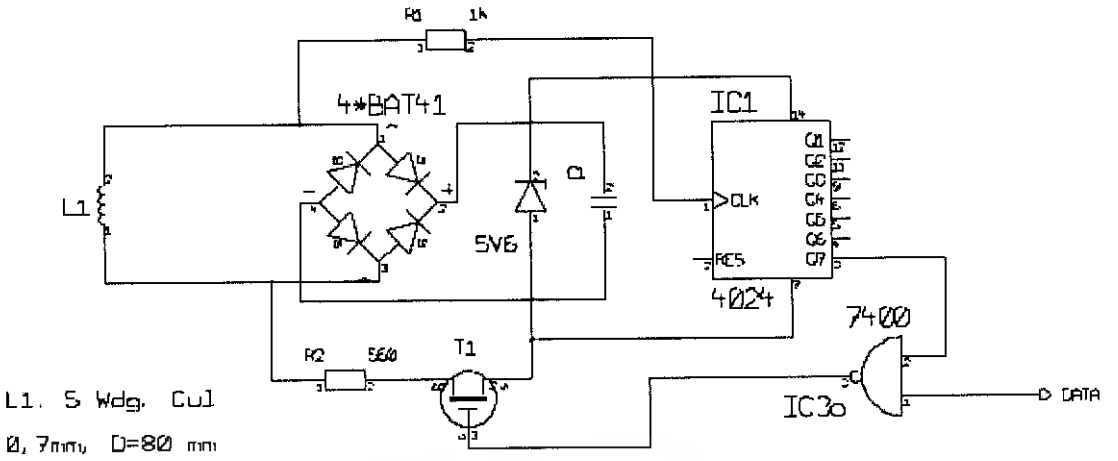
Data transfer tag –reader

การส่งข้อมูลจาก Tag ไปยัง Reader คือ Tag มันจะใช้พลังงานของการทำงานของสนามแม่เหล็กเพื่อที่จะส่งกลับ (Return) หรือ ตอบสนอง (Response) ไปยังเครื่องอ่าน (Reader) วิธีการนี้ถูกเรียกว่า Load Modulation และ Load Modulation นี้จะอาศัยวิธีการของความต้านทานโหลด (Load Resistance) ที่รวมอยู่ในวงจรที่ถูก On - Off "1" หรือ "0" ขึ้นอยู่กับข้อมูลและถูกควบคุมโดยข้อมูลและจาก รูปที่2.15 จะเป็นกระบวนการ การสร้าง Load Modulation ใน Tag ด้วยสวิตช์ Drain -Source Resistance ของ FET บนตัว Chip



รูปที่ 2.15 การ Generation of Load Modulation

62900
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 วงจร Generation of Load Modulation with Sub Carrier

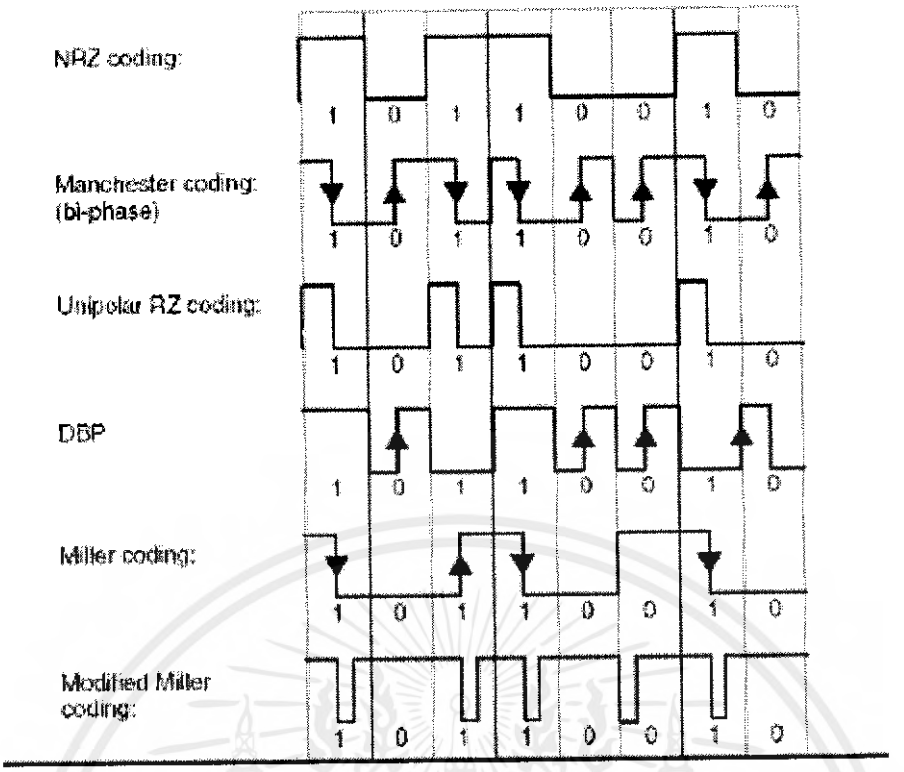
จากรูปที่ 2.16 เป็นตัวอย่างวงจร Generation of Load Modulation with Sub Carrier สำหรับ Tag ในการใช้ Load Modulation with Sub Carrier วงจรนี้ถูกออกแบบสำหรับ การดำเนินการของ ความถี่ 13.56 MHz และสร้าง Sub Carrier 212 kHz จากวงจรจะเห็นว่าแรงดันที่ถูกเหนี่ยวที่ขดลวดสายอากาศ L1 โดยการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กของเครื่องอ่าน (Reader) และถูก Rectified โดยใช้บริดจ์ไดโอด (D1-D4) และทำให้เรียบด้วย C1 และมีวงจรที่เป็น Supply Voltage (ZD 5V6) ป้องกันแรงดันที่ไม่สามารถควบคุมได้เมื่อแรงดันมันเพิ่มขึ้นเมื่อ Tag เข้ามาใกล้เสาอากาศ ของเครื่องอ่านและในส่วนของแรงดันความถี่สูงของสายอากาศ (13.56 MHz) เดินทางไปที่ความถี่อินพุท (CLK) และถูกป้องโดย R1 และใช้ Tag เป็นส่วนสำคัญสำหรับการสร้างสัญญาณคล็อกภายในหลังจากที่หารด้วย 64 สัญญาณคล็อกของ Sub Carrier คือ 212 kHz และออกมาที่เอาท์พุทของ Q7 สัญญาณคล็อกของ Sub Carrier ถูกควบคุมด้วยการไหลของ Serial Data ที่ Data Input (DATA) ถูกผ่านด้วยสวิตช์ (T1) ถ้ามีสัญญาณลอจิก High ที่ Input (DATA) แล้วสัญญาณคล็อกของ Sub Carrier จะถูกส่งผ่านเข้าไปในสวิตช์ (T1) และ Load-Resistor (R2) แล้วถูกสวิตช์ให้ ON และ OFF ในเวลาเดียวกันกับ Sub Carrier Frequency

2.2.5 การเข้ารหัสข้อมูล (Data Coding)

การรับส่งข้อมูลแบบตรงไปตรงมาจะทำให้ข้อมูลที่ส่งและรับนั้นมีความยาวเกินไปจึงมีกาคิดค้นวิธีเข้ารหัสซึ่งการใช้รหัสจะช่วยการรับส่งข้อมูลสิ้นสุดลงและไม่ถูกรบกวนจากภายนอก การเข้ารหัสมักเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางในการสื่อสารแบบดิจิตอล

ในการสื่อสารแบบดิจิตอลนั้นใช้สัญลักษณ์ 0 กับ 1 แทนข้อมูลโดยความแตกต่างของข้อมูลจะเป็นตัวกำหนดค่า 0 กับ 1 ของมาตรฐานของแต่ละบิตของข้อมูล ข้อมูลจะถูกจัดเรียงแบบแนวนอนหรือแบบเส้นตรง (Line Code) ซึ่งมาตรฐานของ Line Code จะมีหลายมาตรฐานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การเข้ารหัสข้อมูลในแบบต่างๆ

จากรูปที่ 2.17เราจะพบว่ามาตรฐานของ Line Code มีอยู่หลายชนิด ความแตกต่างของมันก็คือการแสดงค่า 0 กับ 1 ที่ให้สัญลักษณ์แตกต่างกัน Line Code ที่พบบ่อยและที่นิยมใช้คือ NRZ และ Manchester Coding

NRZ: สัญลักษณ์แทนค่า "1" คือช่วงสัญญาณเป็น High สัญลักษณ์แทนค่า "0" คือช่วงสัญญาณเป็น Low

Manchester Coding: สัญลักษณ์ "1" จะแทนด้วยช่วงขอบขาลงของสัญญาณ สัญลักษณ์ "0" จะแทนด้วยช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณ

2.2.6 Digital modulation

เนื่องจากหลักการพื้นฐานของ RFID คือการใช้หลักคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสารรับส่งข้อมูล ดังนั้นก่อนการสื่อสารจะต้องมีกระบวนการผสมข้อมูลที่เข้ารหัสไว้แล้วกับคลื่นพาหะ (Modulation) แต่เนื่องจากลักษณะข้อมูลเป็นแบบดิจิตอลจึงต้องใช้วิธีผสมแบบดิจิตอลจะแบ่งเป็น 3 แบบ

ASK: amplitude shift keying

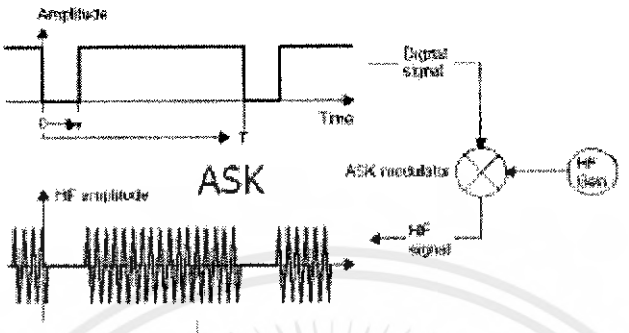
PSK: phase shift keying

FSK: frequency shift keying

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Amplitude Shift Keying (ASK)**

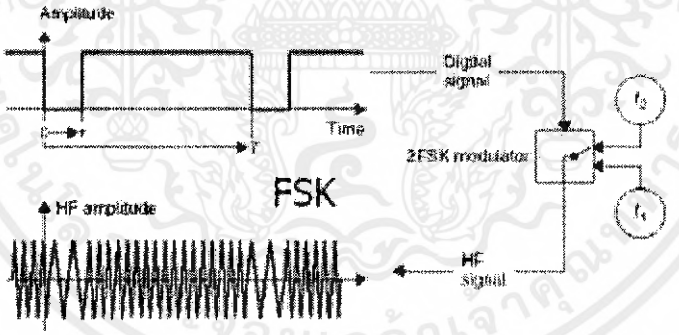
เป็นการผสมข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของยอดคลื่นพาหะ (Amplitude) เป็นตัวแสดงลักษณะข้อมูลโดยความถี่ของคลื่นพาหะไม่เปลี่ยนดังรูป



รูปที่ 2.18 การผสมข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของยอดคลื่นพาหะ

- **Frequency Shift Keying (FSK)**

วิธีนี้อาศัยการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นพาหะระหว่าง 2 ความถี่ขึ้นอยู่กับสถานะของข้อมูล 0 กับ 1 โดยความสูงของยอดคลื่น (Amplitude) ไม่เปลี่ยนแปลง

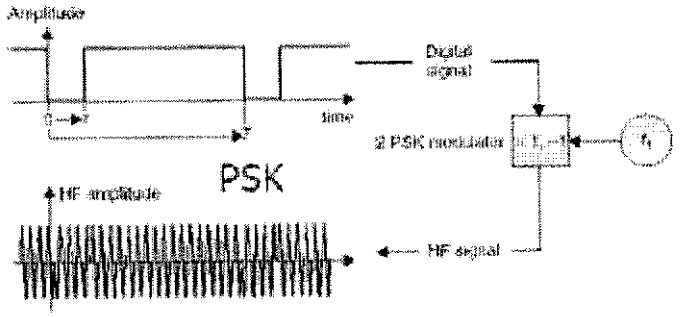


รูปที่ 2.19 การผสมข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงความถี่

- **Phase Shift Keying (PSK)**

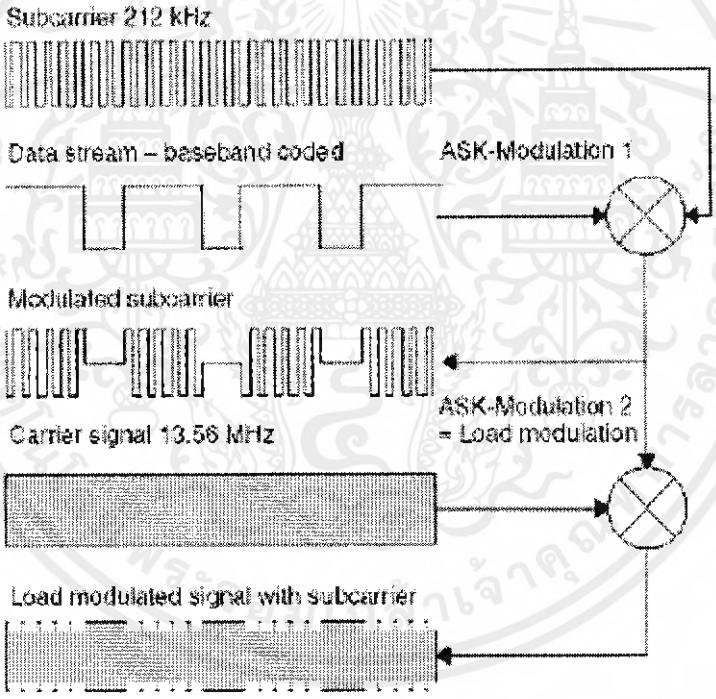
วิธีนี้จะใช้หลักการเปลี่ยนแปลงเฟสของรูปคลื่นเป็นตรงกันข้าม (0 องศากับ 180 องศา) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสถานะข้อมูลดังรูปที่ 2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 การผสมข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนแปลงเฟส

การ Modulation แบบ ASK Sub carrier



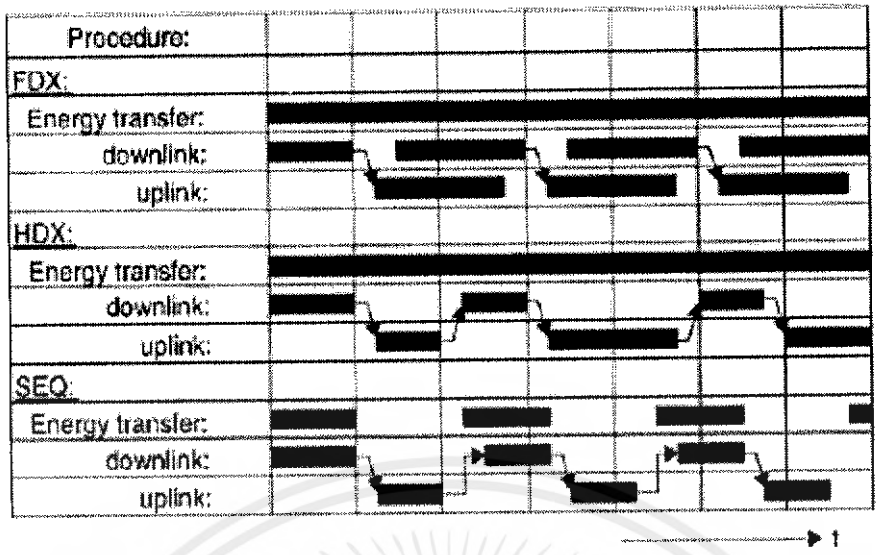
รูปที่ 2.21 การการ Modulation แบบ ASK Sub carrier

2.2.7 การสื่อสารระหว่างตัวอ่านและ Tag

- FDX (Full duplex)
- HDX (Half duplex)
- SEQ (Sequential)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 กระบวนการส่งข้อมูลของ RFID



ในส่วนของ TAG จะถูกพิจารณาในส่วนที่ใช้ อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครชิพ แสดงเป็น Data carrying และมันจะมีความจุของข้อมูลและสะสมไว้ประมาณ 2-3 กิโลไบต์ ขึ้นไป และการอ่านและเขียน Data carrying ต้องมีความเป็นไปได้ที่จะส่งข้อมูล ระหว่าง Tag กับ เครื่องอ่าน การส่งผ่านข้อมูลนี้จะนำเอากระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งมาพิจารณาคือกระบวนการ Full - Half Duplex ที่จะถูกพิจารณาในส่วนนี้และจะพิจารณาในส่วนของ Sequential ด้วย

ในส่วนของกระบวนการของ Half Duplex (HDX) ข้อมูลที่จะส่งจาก Tag ไปยัง เครื่องอ่านหรือเครื่องอ่านไปยังตัว Tag ที่ความถี่ที่ต่ำกว่า 30 MHz ในส่วนนี้มักจะถูกใช้กับ กระบวนการ Load Modulation ทั้งมีและไม่มี Sub carrier รวมถึงวงจรที่ค่อนข้างง่าย รวมทั้งเทคโนโลยีของ เรดาร์ ที่ใช้ความถี่มากกว่า 100 MHz กระบวนการ Load Modulation และสัญญาณที่ถูก Modulate กระบวนการ การสะท้อน ที่มีอิทธิพลโดยตรงของ สนามแม่เหล็ก หรือ สนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะถูกสร้างโดย เครื่องอ่านและนั่นคือเป็นกระบวนการ ฮาโมนิค

ในส่วนของ Full Duplex (FDX) ข้อมูลที่จะส่งจาก Tag ไปยัง เครื่องอ่าน และในเวลาเดียวกันก็เป็นการส่งจาก เครื่องอ่านไปยัง Tag และนี่เป็นการรวมกระบวนการที่ข้อมูลจะถูกส่งผ่าน จาก Tag ที่เป็นความถี่ส่วนน้อยของ เครื่องอ่าน เป็น ซับฮาโมนิค ความถี่ไม่ขึ้นกับใคร อย่างไรก็ตามทั้งสองกระบวนการจะมีสิ่งที่เหมือนกันตรงที่ว่าการส่งพลังงานจากเครื่องอ่านไปยัง Tag จะส่งไปแบบต่อเนื่องทิศทางการไหลของข้อมูลเป็นอิสระ และในระบบ Sequential (SEQ) การส่งพลังงานจาก Tag ไปยังเครื่องอ่านมันจะถูกจำกัดด้วยเวลาเท่านั้น (การดำเนินการของ พัลส์และระบบของ พัลส์) ข้อมูลที่จะส่งจาก Tag ไปยัง เครื่องอ่าน เกิดขึ้นระหว่าง แหล่งจ่ายกำลังงาน กับ Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 BARCODE กับ RFID

BARCODE หรือ รหัสแท่ง

คือ การแทนข้อมูลที่เป็นรหัสเลขฐานสอง (Binary codes) ในรูปแบบของแถบสีดำและขาวที่มีความกว้างของแถบที่ต่างกัน แถบที่มีสีและความกว้างที่แตกต่างกันนี้จะมีค่าเป็นตัวเลขที่แตกต่างกันและมาตรฐานสากลได้กำหนดค่าไว้ เทคโนโลยีบาร์โค้ดถูกนำมาใช้ทดแทนในส่วนการบันทึกข้อมูล (Data Entry) การบันทึกด้วยคีย์บอร์ดมีอัตราความผิดพลาดอยู่ประมาณ 1 ใน 100 หรือบันทึกข้อมูลผิดพลาด 1 ตัวอักษรในทุกๆ 100 ตัวอักษร และเมื่อเปลี่ยนมาใช้ระบบบาร์โค้ดแทนในขั้นตอนการบันทึกข้อมูล อัตราการเกิดความผิดพลาดจะลดลงเหลือเพียง 1 ใน 10,000,000 ตัวอักษร

2.3.1 ส่วนประกอบของบาร์โค้ด

สัญลักษณ์ของบาร์โค้ดที่ใช้กันมีการกำหนดขึ้นมาหลายรูปแบบ ตามมาตรฐานของแต่ละองค์กรและตามจุดประสงค์ของการใช้งาน แต่โดยทั่วๆ ไปแล้วบาร์โค้ดจะมีส่วนประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. Quiet Zone เป็นบริเวณที่ว่างเปล่าไม่มีการพิมพ์ข้อความใดๆ โดยจะอยู่ก่อนและหลังบาร์โค้ด
2. Start/ Stop Character เป็นบริเวณแถบแท่งหรือช่องว่าง
3. Data เป็นบริเวณแถบแท่งหรือช่องว่างที่แทนข้อมูลต่างๆ ที่เราต้องการ
4. Check Digit เป็นบริเวณแถบแท่งที่ไว้สำหรับเก็บค่าตัวเลข เพื่อตรวจสอบในข้อมูลส่วน Data เพื่อเตรียมสั่งให้เซนเซอร์เริ่มต้นหรือหยุดบาร์โค้ด เพื่อให้มั่นใจว่าถูกต้องแม่นยำ

2.3.2 หลักการทำงาน ของ Barcode

1. ส่วนลายเส้น ซึ่งเป็นลายเส้นสีขาว (โปร่งแสง) และสีดำ มีขนาดความกว้างของลายเส้นตามมาตรฐานแต่ละชนิดของบาร์โค้ด
2. ส่วนข้อมูลตัวอักษร เป็นส่วนที่แสดงความหมายของชุดข้อมูลลายเส้นสำหรับให้อ่านเข้าใจ
3. ส่วนแถบว่าง เป็นส่วนที่เครื่องอ่านบาร์โค้ดใช้กำหนดขอบเขตของบาร์โค้ดและกำหนดค่าให้กับสีขาว (ความเข้มของการสะท้อนแสงในสีของพื้นผิวแต่ละชนิดที่ใช้แทนสีขาว) โดยทุกเส้นจะมีความยาวเท่ากันเรียงตามลำดับในแนวนอนจากซ้ายไปขวา

แถบสีทั้งสีขาวและสีดำที่มีความกว้างจะแทนค่าเป็น 1 และแถบสีที่มีความแคบ (หรือมองด้วยตาเหมือนเป็นเส้นตรงเล็กๆ) ทั้งขาวและดำจะมีค่าเป็น 0 แถบขาวและดำที่มีลักษณะและชื่อที่ใช้คือ

- แถบสีดำที่มีความกว้างมากกว่าเรียกว่า Wide Bar ถ้ามีความกว้างน้อยเรียกว่า Narrow Bar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ช่องว่างหรือแถบสีขาวที่มีความกว้างมากกว่าเรียกว่า Wide Space ถ้ามีความกว้างน้อยเรียกว่า Narrow Space

รูปที่ 2.22 รูปแบบของ Barcode ทั่วไป

2.3.3 หลักการของ RFID

เป็นเทคโนโลยีไร้สายที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุในการระบุลักษณะเฉพาะของวัตถุแต่ละชิ้น โดยการติดป้ายฉลากด้วยแผ่นอิเล็กทรอนิกส์ (Tags) ที่มีการลงโปรแกรมควบคุมที่ระบุอย่างเฉพาะเจาะจง โดยติดไปกับวัตถุที่ต้องการตรวจสอบ และระบุถึงข้อมูลของวัตถุนั้นๆ กล่าวคือแนวคิดในการทำงานนั้นเช่นเดียวกับบาร์โค้ด

2.3.4 จุดเด่นของ RFID

-สามารถอ่านค่าข้อมูลจากป้ายหรือ Tag (Transponder/Tag) ได้หลายๆ tag พร้อมๆกันแบบไร้สัมผัส

-สามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนะวิสัยไม่ดี(มองไม่เห็น)

-สามารถอ่านค่าได้แม้ไม่ต้องอยู่ในแนวเส้นตรง (Non-Line of Sight) เดียวกับเครื่องอ่าน (RFID Reader)

-ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก

-สามารถอ่านค่าข้อมูลได้ระยะไกล

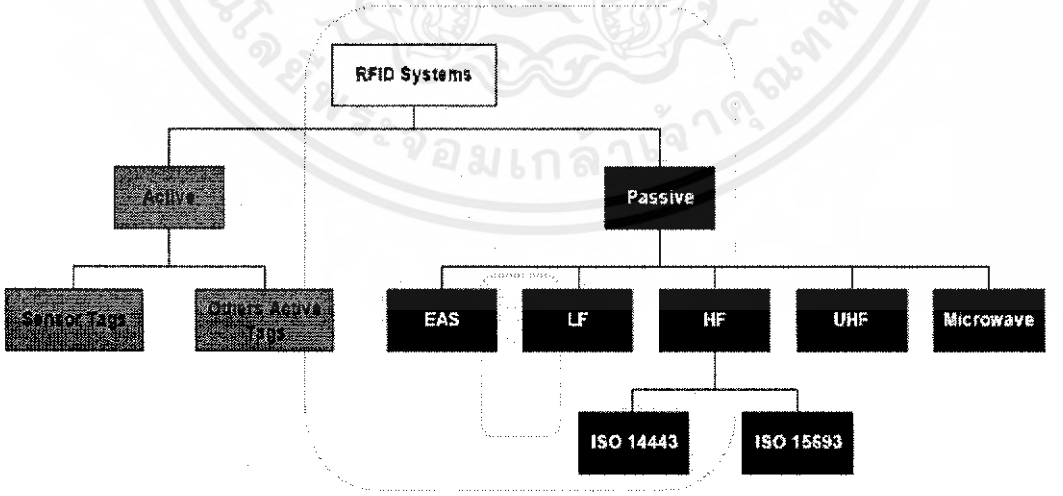
-สามารถอ่านค่าข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 ข้อแตกต่างระหว่าง Barcode กับ RFID

ตาราง 2.2 เปรียบเทียบระบบ Barcode กับระบบ RFID

Barcode	**RFID**
ใช้แสงเลเซอร์ในการอ่าน	ใช้สัญญาณความถี่วิทยุในการถอดรหัส
ต้องติดแผ่นบาร์โค้ดในตำแหน่งที่อ่านง่าย	ติดไว้ตำแหน่งใดก็ได้
ขณะอ่านแสงเลเซอร์ต้องตกกระทบพอดี และต้องสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ	สามารถอ่านผ่านวัตถุได้
อ่านได้อย่างเดียว (read only)	อ่านและลบเพื่อเขียนข้อมูลใหม่ได้ (Read/ Write)
ไม่สามารถเป็นระบบรักษาความปลอดภัยในตัวได้ ต้องใช้ร่วมกับระบบรักษาความปลอดภัย	เป็นระบบรักษาความปลอดภัยด้วย
ความถูกต้องแม่นยำอยู่ที่อัตรา เพียง 1 ใน 10^7 หรือ 10,000,000 ตัวอักษร	ความถูกต้องแม่นยำมากกว่าบาร์โค้ด
เวลาในการอ่านข้อมูลประมาณ 2 วินาที โดยอ่านได้ทีละชิ้น	เวลาในการอ่านข้อมูลประมาณ 800 ms สามารถอ่านได้ทีละหลายๆ ชิ้น
เสื่อมคุณภาพได้ง่าย	คงทนต่อสภาพแวดล้อม ทั้งอุณหภูมิ และสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.23 ระบบ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

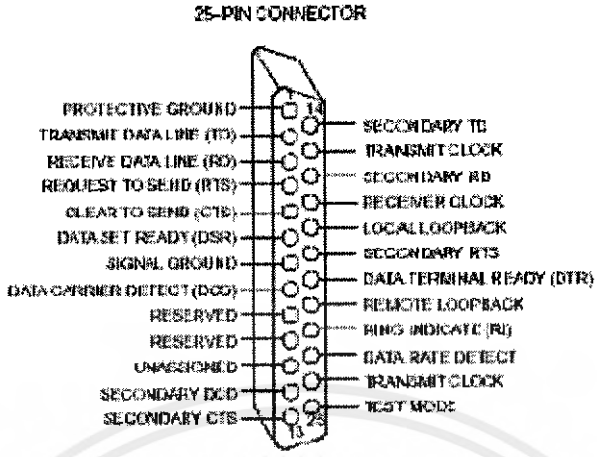
2.4 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS – 232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS –232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทางด้วยมาตรฐาน RS – 232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียวเพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดหนึ่งซึ่งอยู่ห่างไกลกันโดยคณะกรรมการที่เรียกว่า "สมาคม-อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์" (Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB – 25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12V แสดงว่ามีข้อมูล (MARK) และ +3 ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (SPACE) มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating :DCE) ไว้ว่าอุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอลโทรลเลอร์ หรือ ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ ทั้งสองจะทำผ่านมาตรฐาน RS – 232 ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ คอนเน็คเตอร์ของ DTE เป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็คเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมียซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็คเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์พอร์ตอนุกรม RS – 232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเมาส์โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

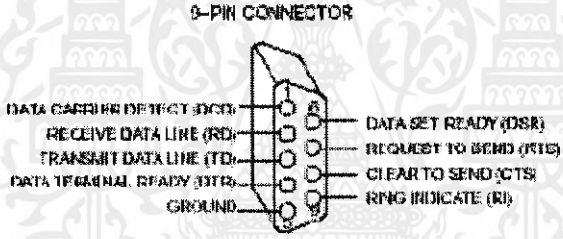
2.4.1 คอนเน็คเตอร์สำหรับพอร์ต RS – 232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS –232 จะใช้คอนเน็คเตอร์แบบ DB–25 ตัวผู้หรือ DB-9 ตัวผู้ คอนเน็คเตอร์ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้นเช่นเดียวกับคอนเน็คเตอร์แบบ DB-9เนื่องจากขาอื่นๆที่เคยใช้งานในอดีตนั้นปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไปโดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปที่2.24 สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ ภายนอกที่แสดงในรูปที่ 2.25 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางในข้อมูลในรูปที่ 2.25 (ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null Modem หรือการเชื่อมต่อแบบโดยตรง โดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม ส่วนในรูป 2.25 (ข) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null Modem ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้นโดยเส้นหนึ่ง สำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูลและเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์สำหรับ รายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS –232 มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แบบ DB-25



(ข) แบบ DB-9

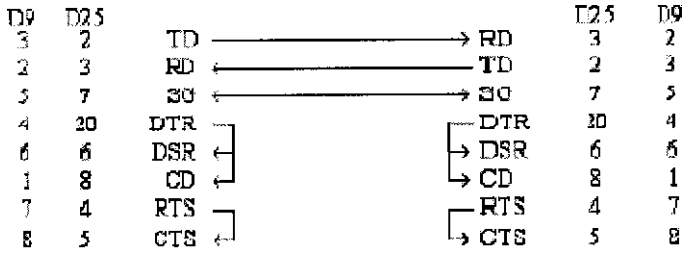
รูปที่ 2.24 แสดงการจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232

Data Carrier Detect: DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect :CD ขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก

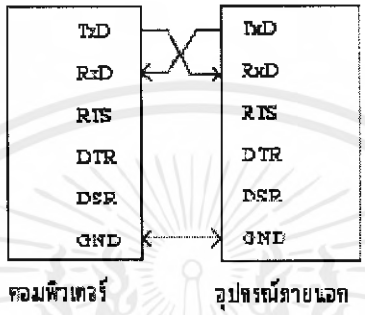
Receive Data: RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์

Transmitted Data : TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การเชื่อมต่อแบบ Null Modem



(ข) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS 232 โดยใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น

รูปที่ 2.25 แสดงการต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ

Data Terminal Ready: DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์ให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทางและขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ถ้าใช้การเชื่อมต่อแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้ในการตรวจสอบจับสัญญาณพาห์ Signal Ground: GND ขากราวด์ของระบบ

Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทางซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

Request to Send: RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็ คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null Modem ที่ใช้สาย 3 เส้น จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกันเพื่อที่จะให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

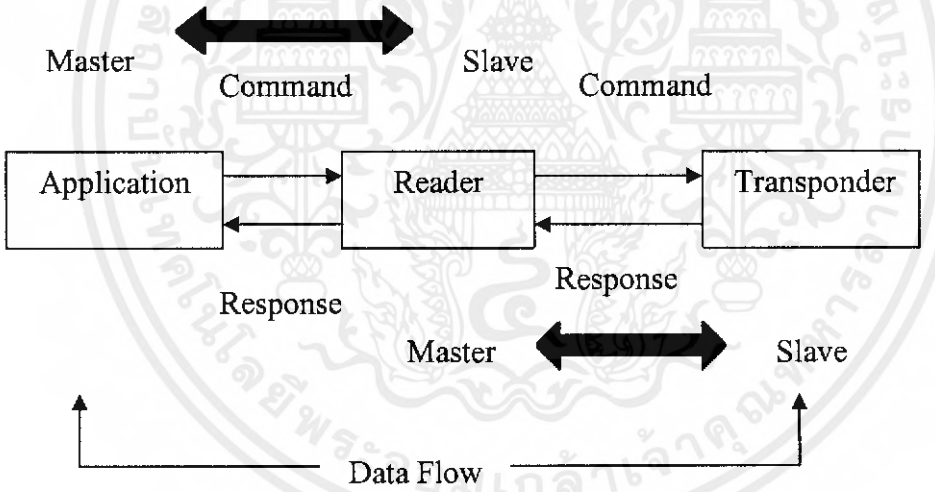
Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไป สายนี้จะไม่ถูกใช้งานจะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 รูปแบบการทำงาน (หลักการ) ของ Reader

2.5.1 รูปแบบของ Reader

การประยุกต์ใช้งานของซอฟแวร์ที่ถูกกำหนดกับการอ่านข้อมูลจาก Tag หรือเขียนข้อมูลลงไปใน Tag ซึ่งกระบวนการนี้จะเรียกเครื่องอ่าน (Reader) เป็นตัวเชื่อมต่อ (Interface) จากจุดของการ Application Software และกระบวนการข้อมูลควรจะเข้าใจง่ายและเป็นไปได้การเขียนและอ่านจะรวมกับข้อมูล Carrier ที่ถูกกระทำบนพื้นฐานของ Master - Slave ตามรูป 2.26 หมายถึงว่า เครื่องอ่านทั้งหมดและ Tag จะถูกกระตุ้นและถูกรวมเข้าไปใน Application Software และ Application Software จะแสดงเป็น Master ในขณะที่เครื่องอ่าน (Reader) จะเป็น Slave และถูกกระตุ้นเมื่อมีคำสั่งอ่านและเขียนข้อมูลที่รับจาก Application Software เท่านั้น การดำเนินการคำสั่งจาก Application Software เริ่มแรกเครื่องอ่านเข้าไปสื่อสารกับ Tag ก่อนและตอนนี้เครื่องอ่านก็จะมีสถานะเป็น Master ที่มีความสัมพันธ์กับ Tag และ Tag ก็จะตอบสนอง(Response) กับคำสั่งจาก เครื่องอ่านเท่านั้นตัวอย่างของคำสั่งอ่านจาก Application Software กับเครื่องอ่านสามารถรวมเข้ากับการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องอ่านและ Tag ในตัวอย่างตารางที่ 2.3 ตอนแรกคำสั่งอ่านก็จะคำสั่งนี้ไปกระตุ้นกับ Tag และตามด้วยการดำเนินการของขั้นตอนการส่งข้อมูลที่ถูกร้องขอ (Request)



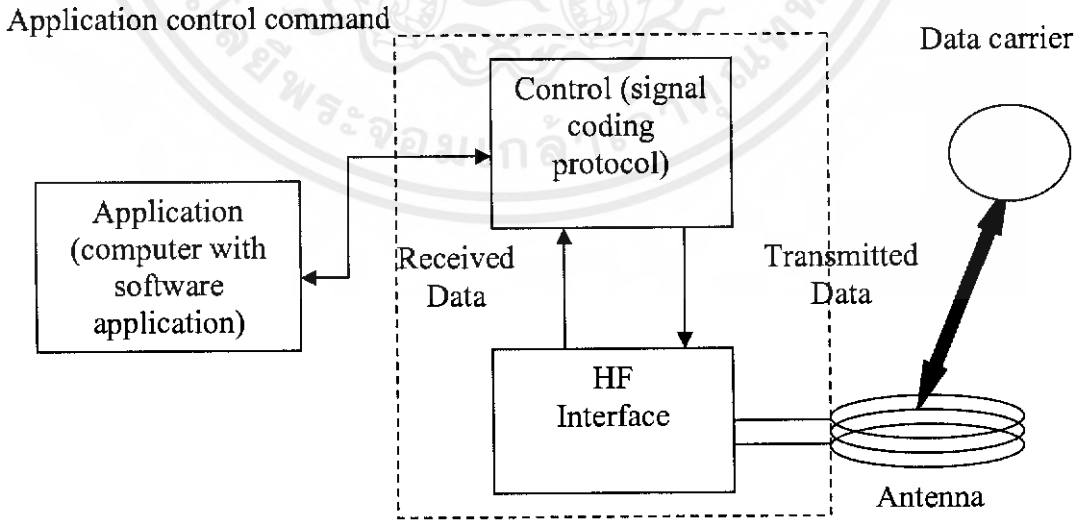
รูปที่ 2.26 Master - Slave ระหว่าง Application Software, เครื่องอ่าน และ Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการดำเนินการอ่านข้อมูลด้วย Application software เครื่องอ่าน และ Tag

Application Reader	Reader Tag	Comment
Block read _ Address[00]		Read Tag memory [address]
	Request	Tag in the field?
	ATR_SNR[4712] GET Random	Tag operate with serial number Initiate authentication
	Random[081514]	
	SEND_Token1	
	GET_Token2	Authentication successfully completed
	Read_@[00]	Read command [address]
Data[987654321]	Data[987654321]	Data from Tag Data to application

และการเชื่อมโยง(Inductive - electromagnetic) ในขั้นตอนการสื่อสาร (FDX, HDX, SEQ) ขั้นตอนการส่งข้อมูลจาก Tag ไปยังเครื่องอ่าน Reader (Load modulation, backscatter, sub harmonic) ช่วงความถี่และเครื่องอ่านทุกๆแบบก็มีการกระทำแบบนี้เป็นพื้นฐานในการออกแบบเครื่องอ่านในระบบทุกระบบ สามารถยุบลงหรือลดลงเหลือ 2 ส่วนที่เป็นส่วนสำคัญมีสอง Block คือ ส่วนควบคุมระบบและ HF Interface จะประกอบด้วยในส่วนของ Transmitter และ Receiver ดังแสดงในรูป ที่ 2.27



รูปที่ 2.27 Block Diagram ของเครื่องอ่านที่ประกอบด้วยส่วนควบคุมและ HF Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 HF Interface of Reader

HF Interface ของเครื่องอ่านจะกระทำตามฟังก์ชั่นตามนี้

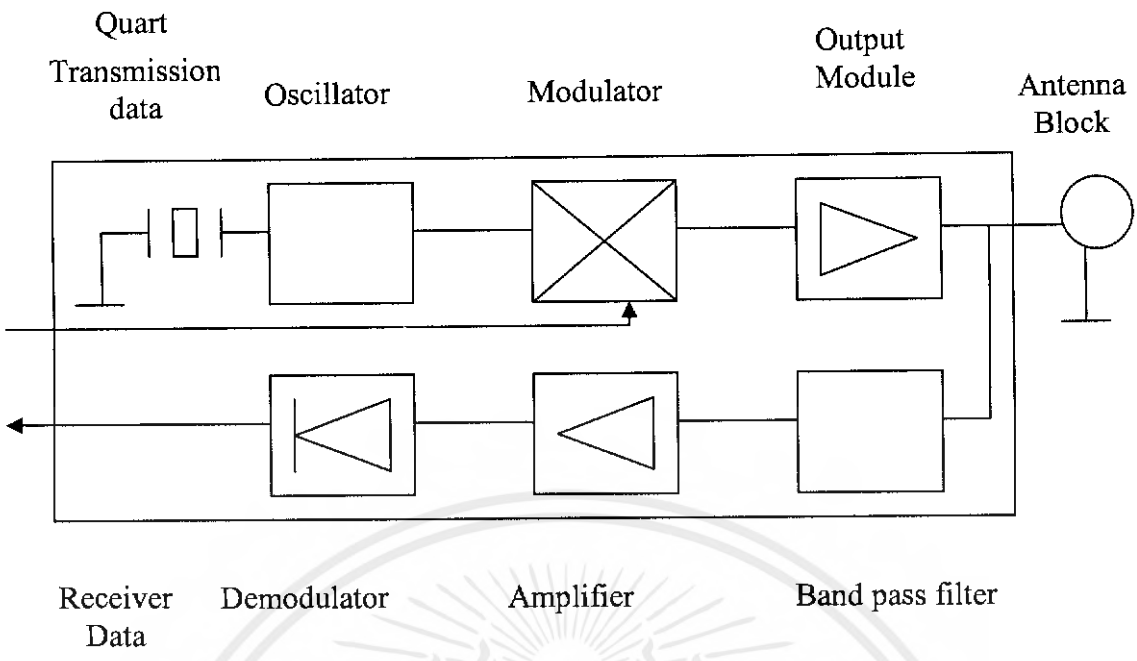
- ทำการสร้างกำลังงานความถี่สูงที่จะส่งไปและไปกระตุ้น Tag เพื่อเป็นกำลังงานและเป็นแหล่งจ่ายให้ Tag
- ทำการ Modulation ในส่วนของสัญญาณข้อมูลที่จะส่งข้อมูลไปให้ Tag
- ทำการรับและ Demodulation ของ สัญญาณ HF ที่ถูกส่งมาโดย Tag

HF Interface จะแยกสัญญาณเป็น 2 ส่วน โดยการพิจารณาของสองทิศทางการส่งและรับข้อมูลจาก Tag ตามรูปที่ 2.28 ข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยัง Tag และเดินทางผ่าน ในส่วน Transmission Data ในทางกลับกันข้อมูลที่ถูกรับจาก Tag จะเป็นขบวนการใน Receiver Data

2.5.3 Inductively Coupled System, FDX / HDX

สัญญาณที่ต้องการจากดำเนินการของความถี่ 135 KHz หรือ 13.56 MHz จะถูกสร้างใน Transmitter arm ด้วยความถี่ Quartz Oscillator และเพื่อป้องกันสัญญาณ Noise Ratio กับสัญญาณที่รับจาก Tag Oscillator จะเป็นส่วนที่ร้องขอการพิจารณาเฟสที่แน่นอนสัญญาณ Oscillator ที่เข้าไปในส่วนของ Modulation จะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ Base Band ของระบบสัญญาณการ Coding และ Base Band Signal นี้จะเป็นตัวถอดรหัสสัญญาณแรงดันใน Binary Data ที่ถูกแสดงเป็น Serial Code (Manchester, Miller, NRZ) ขึ้นอยู่กับชนิดของการ Modulator และ ASK หรือ PSK Modulator จะถูกกระทำบน สัญญาณ Oscillator และสัญญาณที่ถูก Modulated แล้วก็ถูกส่งไปโดย Power Output Module และจะถูก Decoupled ไปยัง Antenna Block และในส่วนของ Receiver arm เริ่มต้นที่ Antenna Block และองค์ประกอบแรก Band Pass Filter หรือ Notch Filter ในระบบ FDX / HDX Filter นี้มันก็จะทำการบล็อกสัญญาณที่ส่งมาจากOutput Module และตอบสนองสัญญาณจาก Tag จะเห็นว่าการส่งและการรับความถี่จะเป็นส่วนที่แยกต่างหากและในระบบ Load Modulation ในการใช้ Sub Carrier ตัว Filter ควรจะพิจารณาให้ดีเพราะว่าในส่วนนี้สัญญาณที่ถูกส่งและถูกรับจะถูกแยกคนละส่วนด้วย Sub Carrier Frequency เท่านั้น ชนิด Sub Carrierในระบบ 13.56 MHz, 847 kHz หรือ 212 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 Block Diagram ของ HF Interface สำหรับ Inductive Couple

2.5.4 Control Unit

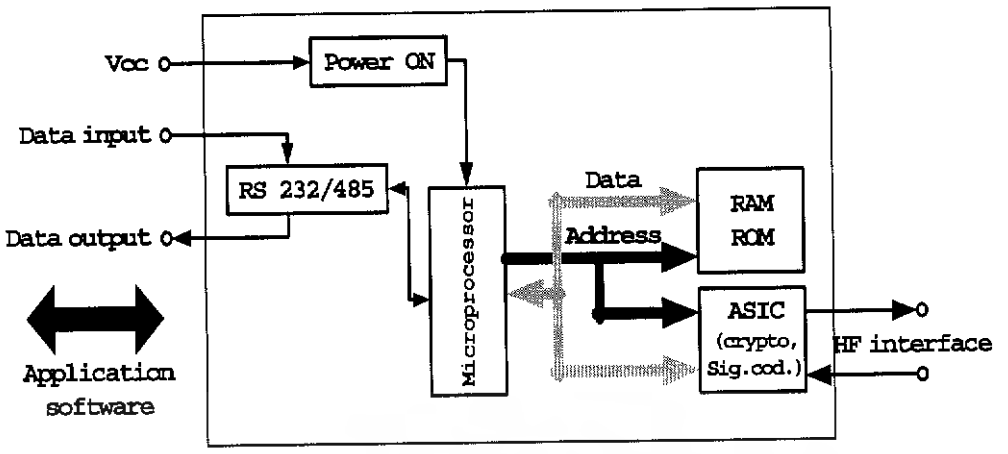
หน่วยควบคุมของเครื่องอ่าน (Control Unit) ตามรูปที่ 2.29 จะถูกกระทำตามฟังก์ชั่นดังต่อไปนี้

- การสื่อสารกับ Application Software และดำเนินการกับคำสั่งจาก Application Software
- ควบคุมการติดต่อสื่อสารกับ Tag (Master – Slave)
- สัญญาณ Coding และ Decoding
- ดำเนินการตามกระบวนการ Anti - Collision
- การเข้ารหัสและถอดรหัสของข้อมูลที่ถูกส่งผ่านระหว่างเครื่องอ่าน(Reader)และ Tag
- ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่สื่อสารกันระหว่าง Tag และ เครื่องอ่าน (Reader)

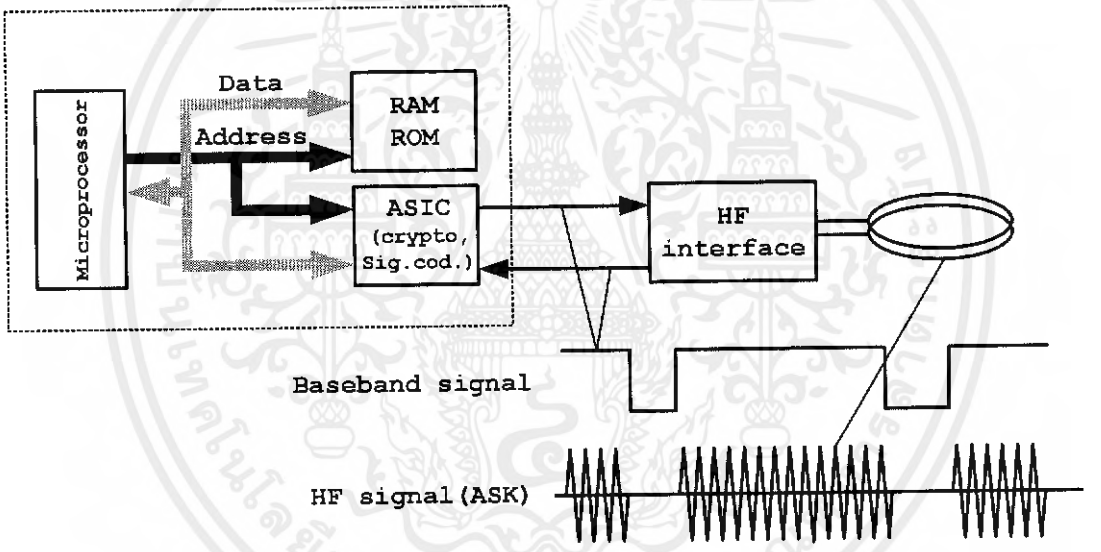
Control Unit ปกติมักจะขึ้นอยู่กับการกระทำของฟังก์ชั่นของไมโครโปรเซสเซอร์และกระบวนการนี้เป็นกระบวนการการเข้ารหัสที่ส่งผ่านระหว่าง Tag และ เครื่องอ่าน (Reader) ดังนั้นสัญญาณ Coding มักจะถูกกระทำเข้าไปใน ASI Module กับขบวนการคำนวณของไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับเหตุผลของ ASI ที่ถูกส่งเข้าไปใน ไมโครโปรเซสเซอร์ข้อมูลที่ถูกแลกเปลี่ยนระหว่าง Application Software และส่วนหน่วยประมวลผลของเครื่องอ่าน (Reader) ที่ถูกกระทำโดย RS232 หรือ RS485 Interface ซึ่งเป็นพอร์ตที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

การ Interface กันระหว่าง HF Interface และ Control Unit จะแสดงสถานะ HF Interface เป็นเลข Binary ในระบบ ASK Modulated ลอจิก '1' ที่มอดูเลตอินพุทของ HF Interface จะแสดงสถานะของ HF Interface เป็น 'HF Signal On' และลอจิก '0' จะแสดงสถานะเป็น'HF Signal Off'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 Block Diagram ของ Control Unit ของ Reader และสื่อสาร กับ Application Software



รูปที่ 2.30 สัญญาณ Coding และ Decoding ถูกกระทำโดย Control Unit ของ Reader

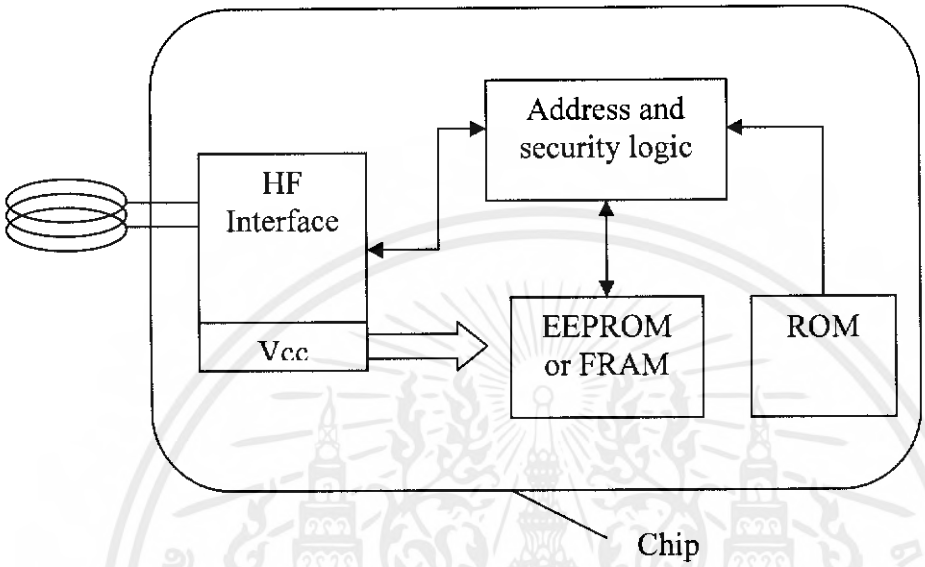
2.5.5 สถาปัตยกรรมของ Electronic Data Carrier

ก่อนที่เราจะพิจารณาฟังก์ชั่นของ Data Carrier ที่ถูกใช้ในระบบ RFID อันดับแรกเราต้องรู้ความแตกต่างระหว่างสองฟังก์ชั่น คือ มี Electronic Data Carrier ขึ้นอยู่กับวงจรที่ถูกอินทริเกรต (Microchip) และ Data Carrier คือข้อมูลที่ใช้ สำหรับบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tag with Function Memory

Tag กับฟังก์ชั่นหน่วยความจำ จาก Tag ที่อ่านอย่างเดียวจนถึง Tag ที่สามารถอ่านและเขียนได้จากฟังก์ชั่นต่างๆตามรูปที่ 2.31 ที่ Tag กับฟังก์ชั่นหน่วยความจำจะบรรจุ RAM, ROM, EEPROM หรือ FRAM และ HF Interface ที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายและยอมให้สื่อสารกับเครื่องอ่าน (Reader)



รูปที่ 2.31 Block Diagram ของ RFID Data Carrier ของ Memory Function

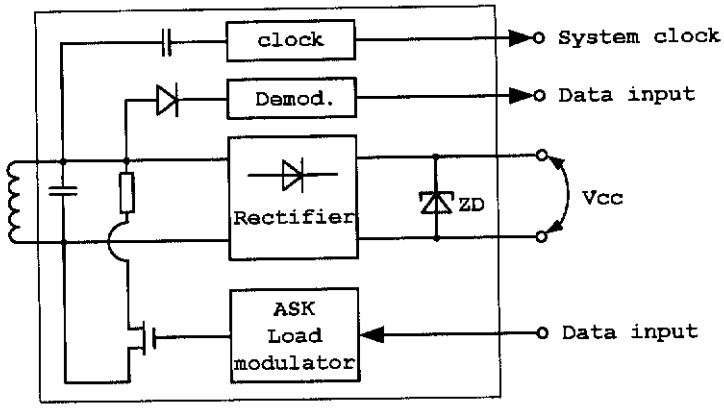
2.5.6 HF Interface of Tag

HF Interface เป็นรูปแบบของการ Interface ระหว่าง สัญญาณ Analog ที่ส่งในรูปแบบความถี่สูงจากเครื่องอ่าน (reader) ไปยัง Tag และวงจร Digital ของ Tag HF Interface ก็กระทำตามฟังก์ชั่นทั่วไปของ โมเด็มเหมือนโมเด็ม (Modulator - Demodulator) ที่ถูกใช้ในการส่งข้อมูล Analog ในสายโทรศัพท์

สัญญาณ HF ที่ถูกมอดูเลตจากเครื่องอ่าน (Reader) จะถูกสร้างใหม่ใน HF Interface โดยการ Demodulation กับการสร้างสัญญาณข้อมูล Digital ข้อมูลจะผ่านไปสำหรับกระทำการใหม่อีกครั้งใน Address Security Logic การสร้าง Clock – Pulse ระบบวงจรจะสร้าง Clock สำหรับ Data Carrier จากความถี่ Carrier ของ HF field

HF Interface จะถูกรวมเข้าไปใน Load Modulator และถูกควบคุมด้วยข้อมูล Digital ที่ถูกส่งออกไปกับข้อมูลที่ส่งกลับไปให้เครื่องอ่าน (Reader) ตามรูปที่ 2.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



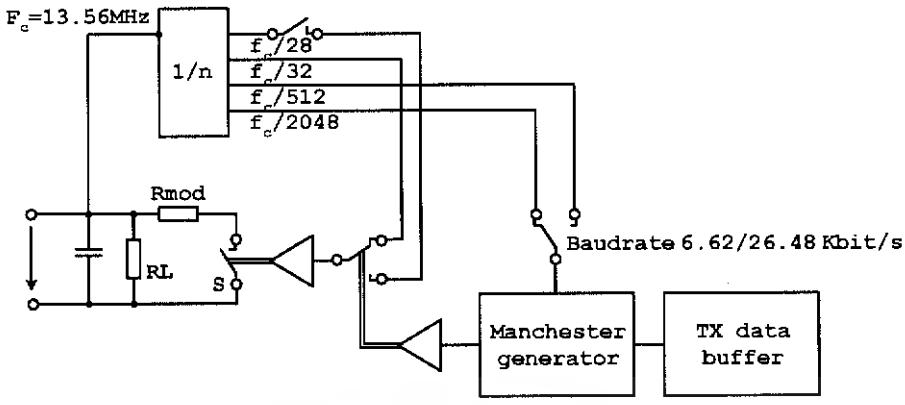
รูปที่ 2.32 Block Diagram ของ HF Interface ของ Inductive Coupled ของ Tag with Load Modulation

Example Circuit – load Modulation with Sub Carrier

วงจรพื้นฐานของ Load Modulation แสดงในรูปที่ 2.33 ส่วนนี้จะเป็นการสร้าง Load Modulation โดยการใช้ ASK หรือ FSK Modulated Sub Carrier ความถี่ของ Sub Carrier และ baud rate จะถูกพิจารณาตามมาตรฐานของ ISO15693 (Vicinity Coupling Smart Cards) คุณสมบัติความถี่ในมาตรฐานสำหรับ Sub Carrier และ baud rate ที่ได้มาจาก Binary ในส่วนของสัญญาณอินพุต 13.56 MHz ตามตารางที่ 2.4

ข้อมูลจะถูกส่งไปและส่งผ่านไปยัง Manchester Generator การพิจารณานี้ baud rate ของสัญญาณ Base Band Signal ที่จะถูกเปลี่ยนระหว่างค่าสองค่า Manchester Coded ของ Base Band Signal ตอนนี้จะถูกสวิตช์ระหว่าง ความถี่ Carrier สองค่าคือ f1 และ f2 ในการใช้ 'I' และ '0' ตามระดับของสัญญาณในส่วนของการสร้าง FSK ที่ถูกมอดูเลตของสัญญาณ Sub Carrier ถ้า Clock ของสัญญาณ f2 ถูก Interrupted ผลของในส่วนนี้สัญญาณ Sub Carrier ที่ถูกมอดูเลตใน ASK หมายถึงว่าจะมีการสวิตช์ระหว่าง ASK และ FSK Modulation สัญญาณ Sub Carrier ที่ถูกมอดูเลตและตอนนี้ถูกส่งผ่านไปที่สวิตช์ S ดังนั้น Modulation Resistor ของ Load Modulator สามารถที่จะสวิตช์ 'On' และ 'Off' ในเวลาเดียวกันกับความถี่ Sub Carrier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 การสร้าง Load Modulation กับ Sub carrier Modulated

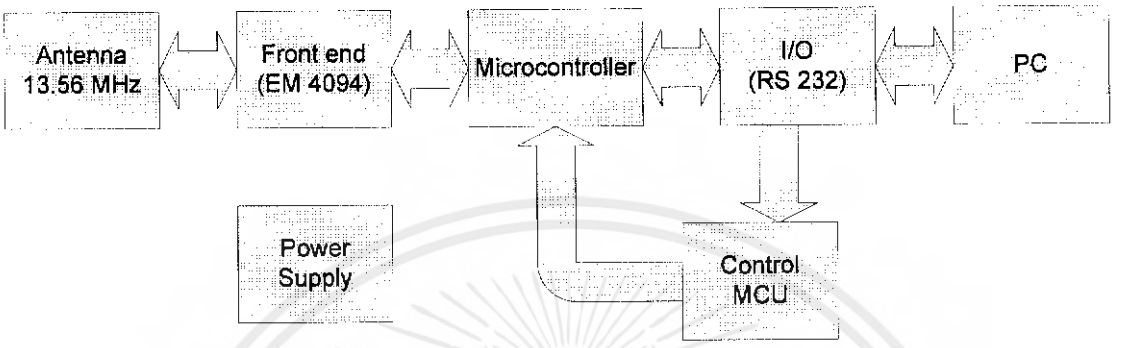
ตารางที่ 2.4 ความถี่ Clock ที่ต้องการใน HF Interface ถูกสร้างโดย Binary ของสัญญาณ Carrier 13.56 MHz

Splitter N	Frequency	Use
1/28	485 kHz	Q2 of the FSK Sub carrier
1/32	423 kHz	Q1 of the FSK Sub carrier, plus ASK Sub carrier
1/512	26.48 kHz	Bit clock Signal For high baud rate
1/2048	6.62 kHz	Bit clock Signal For high baud rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง

3.1 Block Diagram (Reader)

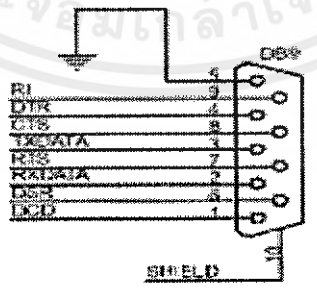


รูปที่ 3.1 Block Diagram ในส่วนของวงจรเครื่องอ่าน Reader

3.2 Serial Port DB9

ปกติในส่วนของคอมพิวเตอร์ DB9 จะเป็นชนิดตัวผู้ดังนั้นอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อกับคอมพิวเตอร์คือเครื่องอ่าน (Reader) ต้องเป็นตัวเมียและในส่วนของ DB9 ขาที่ใช้งานมี 4 ขา คือ ขา 2, 3, 4 และขา 5

- ขาที่ 2 เป็นขาที่รับข้อมูล (Receiver Data) จากขา 14 (T1 O/P) ของ MAX 232 ที่เป็นตัวขับ (Driver) เอ้าท์พุทไปยังขา 2 ของ DB9
- ขาที่ 3 เป็นขาที่ส่งข้อมูล (Transmit Data) จาก DB9 แล้วมาเข้าขา 13 (Receiver I/O) ของ MAX 232
- ขาที่ 4 ขา DTR เป็นขาที่ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อที่จะทำการเบิร์นข้อมูลลงใน Microcontroller
- ขาที่ 5 เป็นขา Ground



รูปที่ 3.2 แสดงขาต่างๆของ Port DB9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจร Driver / Receiver ทั้งในส่วนของ DB9 และ TTL/ CMOS

ในส่วนของวงจรนี้เราจะใช้ IC ของ MAX 232 เป็นตัวขับและรับสัญญาณที่มาจาก DB9 และ TTL CMOS โดยมีขาที่ใช้งานตามนี้

ในส่วนของขาที่ 1 , 3, 4, 5 - จะใช้เป็นตัวเก็บแรงดันเข้ามา (pump)

ในส่วนของขาที่ 2, 6 - เอ้าท์พุทของแรงดันที่เก็บไว้

ในส่วนของขาที่ 13 R1, I/P - เป็นส่วนที่รับ (Receiver) ข้อมูลจาก DB9 ที่ส่งมาจากขา TX (ขา 3)

ในส่วนของขาที่ 8 R2, I/P - เป็นส่วนที่รับ (Receiver) ข้อมูลจาก DB9 ที่ส่งมาจากขา DTR (ขา4)

ในส่วนของขาที่ 11 T1, I/P - เป็นตัวขับ (Driver) อินพุตของ DS89C420 ที่ขา P3.0TX/DO (ขา 7)

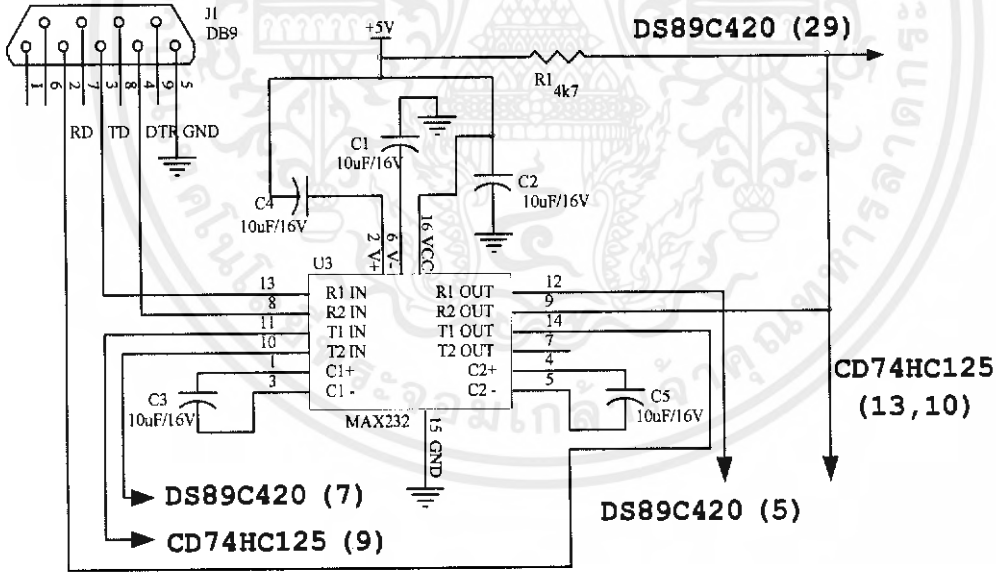
ในส่วนของขาที่ 10 T2, I/P - เป็นตัวขับ (Driver) อินพุตของ CD74HC125 ที่ขา 3A (ขา 9)

ในส่วนของขาที่ 12 R1, O/P - เป็นตัวรับ (Receiver) เอ้าท์พุทของ DS89C420 ที่ขา P3.0 RX/DO (ขา 5)

ในส่วนของขาที่ 9 R2, O/P - เป็นตัวรับ (Receiver) เอ้าท์พุทของ DS89C420 ที่ขา EA (ขา 29)

ในส่วนของขาที่ 14 T1, O/P - เป็นตัวขับ (Driver) เอ้าท์พุทไปยังขา 2 (Receive Data) ของ DB9

สรุปว่า MAX232 จะมีตัวรับ 2 ตัว (two receivers) ที่เปลี่ยนจาก DB9 ไปยังระดับแรงดันของ TTL CMOS (converts from DB9 to TTL voltage levels) และมีตัวขับ 2 ตัว (two drivers) ที่เปลี่ยนจาก TTL logic ไปยัง DB9 (converts from TTL logic to DB9 voltage levels)



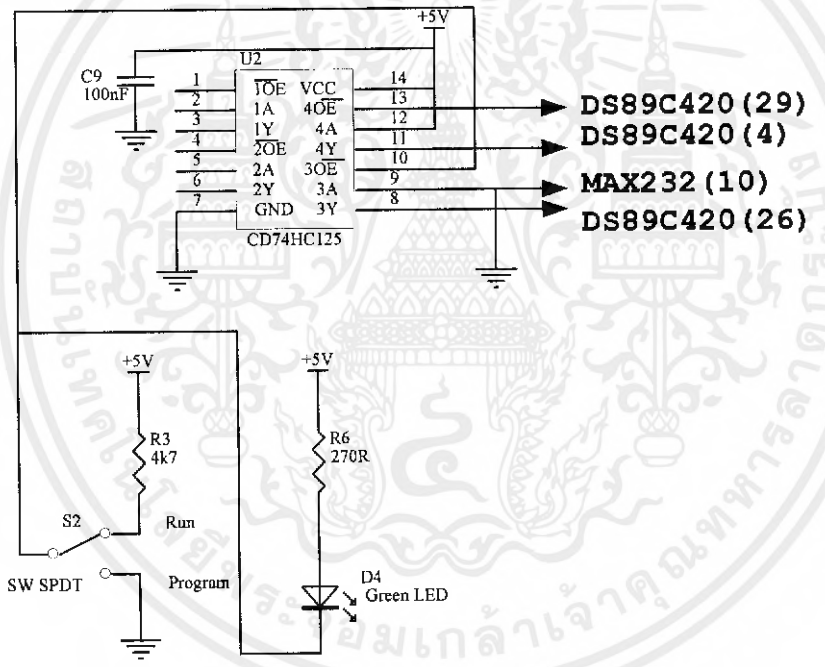
รูปที่ 3.3 วงจรในส่วนของ Driver / Receiver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจร Buffer

ในส่วนของวงจรนี้จะทำงานในหมวดของการเบิร์นข้อมูลลงในตัวไมโครคอนโทลเลอร์เราจะใช้ IC เบอร์ CD74HC125 ภายในตัวไอซีจะมีเกตอยู่ 4 ตัวแต่ในวงจรนี้เราใช้แค่ 2 ตัวเท่านั้นและขาที่ใช้งานทั้งหมดมี 8 ขา ดังนี้

- ขาที่ 7 เป็น กราวด์
- ขาที่ 14 เป็นไฟ VCC
- ขาที่ 13, 12 เป็นขาอินพุต
- ขาที่ 11 เป็นขา เอ้าท์พุท ของเกตตัวแรกที่ไปเข้าที่ ขา 4 (RST) ของไมโครคอนโทรเลอร์
- ขาที่ 10, 9 เป็นขาอินพุต
- ขาที่ 8 เป็นขาเอ้าท์พุทของเกตตัวที่ 2 ไปเข้าขาที่ 26 (PSEN) ของไมโครคอนโทรเลอร์



รูปที่ 3.4 วงจร Buffer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจร Analog Front End Integrated Circuit

ในส่วนนี้จะใช้ไอซีเบอร์ EM4094 เป็นระบบของ Integrated Analog สำหรับ 13.56 MHz ในระบบเครื่องอ่าน RFID ไอซีเบอร์นี้จะมีแบบ 20 ขาและ 16 ขาแต่ในวงจรนี้เราจะใช้ 16 ขา และขา 6, 7 ไม่ได้ใช้ในส่วนขาที่ใช้งานมีดังนี้

- ขาที่ 1 , 2 (OSCIN, OSCOUT) เป็น Oscillator ที่ใช้ 13.56 MHz ที่ถูกสร้างใน RF Frequency

- ขาที่ 3 , 5 (VDDA, VSSA) เป็นแหล่งจ่ายของตัวขับสายอากาศ (Antenna Driver Supply) ในการเปลี่ยนแปลงของแหล่งจ่ายแรงดัน (Supply Voltage) ทันทีที่มีการ Modulate ตัวขับสายอากาศ (Antenna Driver) จะป้อนเข้าไปใน Receiver Input

- ขาที่ 4 (ANT) เป็นตัวขับเอ้าท์พุทของอิมพีแดนซ์ (Driver Output Impedance) เป็น RF Output

- ขาที่ 8 (RFIN1) เป็นสัญญาณอินพุตของ Receiver Input การ Detection ของสัญญาณอินพุตที่ถูก Modulated ของ Amplitude หรือ Phase เป็นสัญญาณที่รับมาจาก Tag และเป็นอินพุตรีซิสแตนซ์เพื่อที่จะเข้าไปในส่วนของ Demodulator

- ขาที่ 13, 16 (VSS, VDD) เป็น Supply Voltage เป็นแหล่งจ่ายของ Chip EM4094 และควรจะใช้ Regulated Supply Filtered ที่ดีเพราะแหล่งจ่าย Ripple ใดๆ และ Noise ในแนวความถี่ของ Receiver อาจจะทำให้พฤติกรรมของระบบลดลง

- ขาที่ 14 (AGD) เป็นแรงดันอ้างอิงของเอ้าท์พุท

ในส่วนของขาที่จะต่อไปยัง Microcontroller (Interface Microcontroller)
มีดังนี้

- ขาที่ 15 (EN) ขานี้มีส่วนสำคัญคือถ้ามันเป็น Low จะทำให้ Analog Front End อยู่ในสถานะ Power Down และขานี้จะเข้าไปต่อที่ขา 44 (P1.4/INT2) เป็นขา External Interrupt ที่ Detect พัลล์บวกของไมโครคอนโทรเลอร์

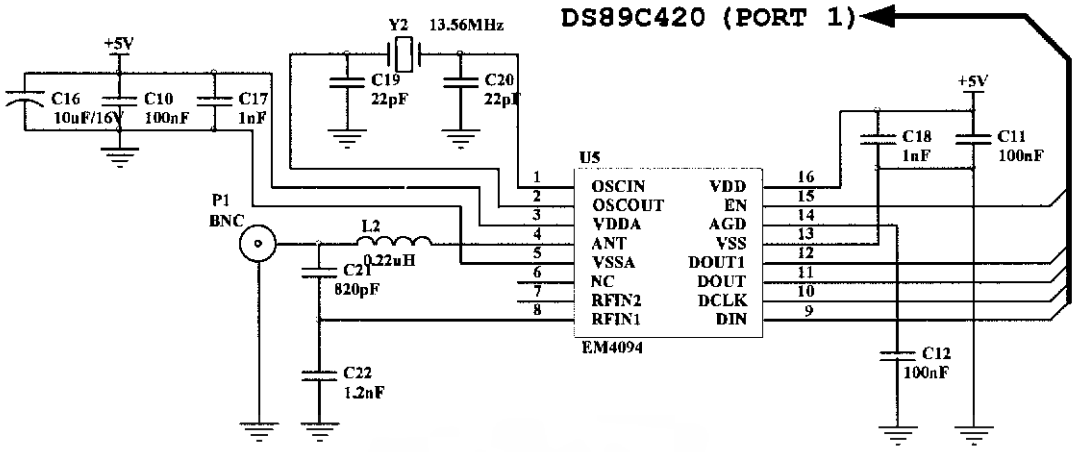
- ขาที่ 12 (DOUT1) เป็น Clock Output ของ 13.56 MHz ซึ่งจะถูกใช้สำหรับการSynchronization ของไมโครคอนโทรเลอร์สำหรับการ Decoding ขานี้จะเข้าไปต่อที่ขา 43 (P1.3/TXD1) เป็นขา Serial Port1 Transition ของไมโครคอนโทรเลอร์

- ขาที่ 11 (DOUT) เมื่อสัญญาณ Sub Carrier ถูกใช้ มันก็จะแสดงในส่วนนี้ที่เอ้าท์พุทของDOUT และแสดงข้อมูลเชิงตัวเลขของ Receiver Output และขานี้จะเข้าไปต่อที่ขา 42 (P1.2/RXD1) เป็นขา Serial Port1 Receive ของไมโครคอนโทรเลอร์

- ขาที่ 10 (DCLK) เป็นขา Data Clock ขานี้จะเข้าไปต่อที่ขา 41 (P1.1/T2EX) เป็นขา Timer2 Capture / Reload Trigger ของไมโครคอนโทรเลอร์

- ขาที่ 9 (DIN) เป็นขา Data Input และ Modulate Input ขานี้เป็น High Level เป็นสาเหตุให้ Low Field ถ้า ASK Modulator ถูกเลือกและขานี้จะเข้าไปต่อที่ขา 40 (P1.0/T2) เป็นขา External I/O for Timer / Counter2 ของไมโครคอนโทรเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 Analog Front End Integrated Circuit

3.6 ประเภทของฟังก์ชั่น (Function Description)

- **Power Supply (VDD & VSS)**

EM4094 Analog Front End จะใช้ Supply Voltage อย่างน้อย 5 โวลต์

- **Power Management**

จะมี Power mode ที่ใช้มี 2 โหมดและมี 2 วิธีที่จะทำให้ Analog Front End อยู่ในสถานะ Power Down มีดังนี้ Resetting the Power flag และ Low Level on EN pin เมื่อ EN ถูกเปลี่ยนให้เป็น High (power up flag is high) chip ก็จะไปเข้าโหมดทันที เมื่อ chip อยู่ใน power up การออสซิลเลตก็จะเริ่มขึ้น ในส่วนของ Transmitter and Receiver ก็จะเริ่มด้วยเหมือนกันเมื่อ chip พร้อมที่จะดำเนินการ (Quartz Oscillator การดำเนินการของ Receiver พร้อมและ Transmitter พัลส์ก็ถูกสร้างบน DOUT pin) หลังจากเงื่อนไขนี้ chip ก็จะไปดำเนินการ DOUT ที่ Detected สัญญาณ O/P และ DOUT1 คือ 13.56 MHz เป็น clock O/P

- **Driver Power Supply**

แหล่งจ่ายควรจะถูกแยกออกจากกันสำหรับ Chip Supply และ Antenna Supply

- **Band – Gap Reference**

เป็นแรงดันอ้างอิง (2.5 V) ถูกสร้างภายใน Band – Gap Reference โดยใช้ External Capacitor สำหรับ Blocking

- **Internal Oscillator**

สัญญาณออสซิลเลต 13.56MHz จะถูกเชื่อมเข้ากับ OSCIN และ OSCIN จะเป็น Digital Input เมื่อ External Clock ถูกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Antenna Driver**

Antenna Driver เป็นสัญญาณ RF จากสัญญาณเอ้าท์พุทของ Oscillator เอ้าท์พุทรีซิสแตนซ์ของแต่ละ Antenna Driver เท่ากับ 8โอห์มและถูกเปลี่ยนระหว่างการ Modulation เพื่อที่จะได้เป็น ASK

- **Modulator**

Modulator สามารถเป็นได้ทั้ง OOK หรือ ASK ของ RF Signal ในเอ้าท์พุทของสายอากาศและการเลือกระหว่างการ Modulation แบบ OOK หรือ ASK เป็นไปได้จาก 7% - 25%

- **Receiver**

Receiver จะอยู่ในส่วนของ Receiver Input RFIN1 และสามารถกู้สัญญาณจากอินพุทที่ถูก มอดูเลตของขนาดหรือเฟส ได้

- **BPSK Decoder**

BPSK เป็นตัว Decoder ใน EM4094 ถูกออกแบบกับการ Decode ของสัญญาณ Sub Carrier ที่ถูกเข้ารหัส (Coded) โดย Tag หรือ Transponder

- **AGC System**

ในระบบ Integrated AGC โดยการให้มี Gain ที่ถูกต้องประมาณ 40 dB ในระบบAGC จะถูกปรับให้เข้ากับมาตรฐานการสื่อสารของ RFID (RFID Communication Protocol)

- **Serial Interface**

Serial Interface ถูกใช้ควบคุม EM4094 ในการเซต Option Bit บนขา DCLK และขอบขาขึ้นของขา DIN เป็นสาเหตุให้ Serial Interface รีเซต หลังจากที่รีเซตสัญญาณ DIN ก็จะถูก Shifted เข้าไปใน Internal Register ทุกๆ ขอบขาขึ้นใน DCLK ระหว่าง 31 ลูกแรกของ DCLK จะถูกส่งเข้าไปใน DIN ข้อมูลที่จะอ่านใน Chip และระหว่าง 32 ลูกจะถูกส่งไปยัง Chip เข้าไปใน Normal Mode
ระหว่าง Normal Mode

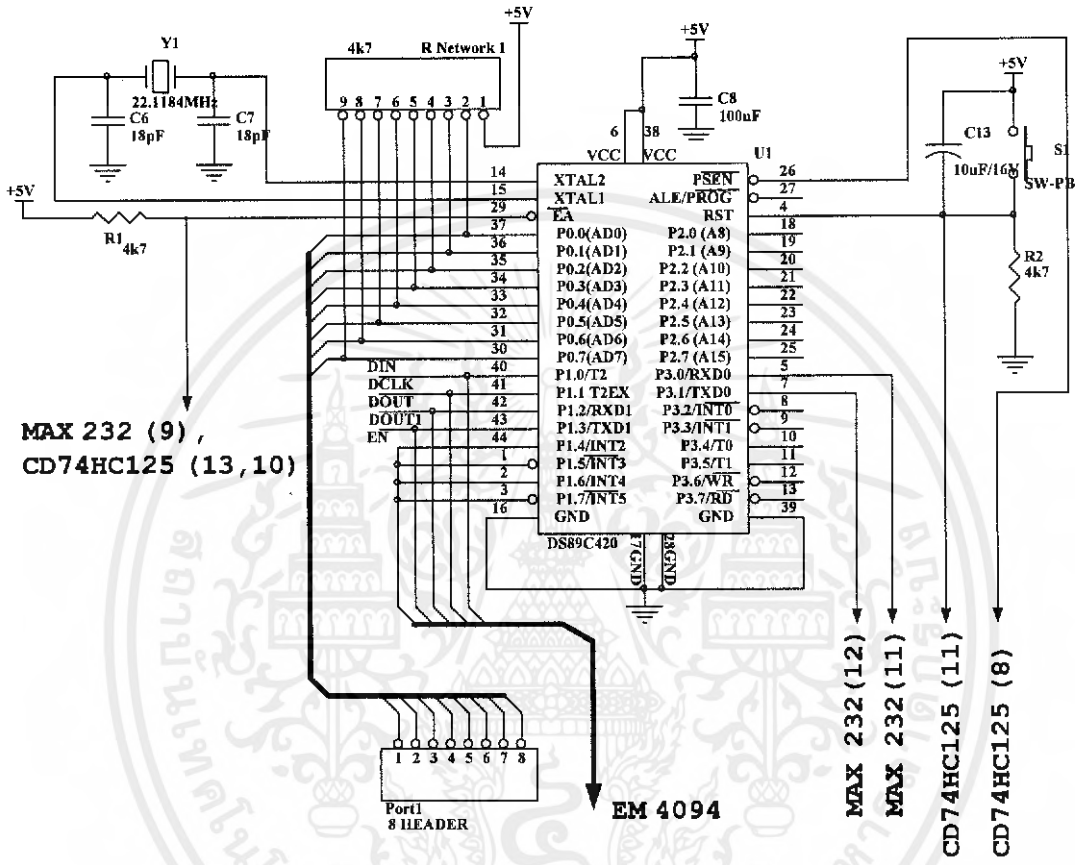
- DIN เป็น Modulation Input
- DCLK ต้องต่ำกว่า Normal Mode
- DOUT และ DOUT1 เป็นข้อมูลและเอ้าท์พุทของคล็อก

ถ้า Chip เข้าไปในโหมด Power - Down ก่อนเข้าสู่ Normal Mode (Option Bit 1 Low หรือขา EN Low) Chip ก็เข้าไปในกระบวนการ Start-Up หมายถึงว่า Quartz Oscillator ก็ถูก Started ทั้ง Output Driver และ Antenna Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 วงจร MCU

คือเป็นหน่วยประมวลผลของไมโครคอนโทรเลอร์ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เราจะต้องโปรแกรมการทำงานในส่วนของหน่วยประมวลผล กับ Front End (EM4094) ซึ่งเป็นการอินเตอร์เฟส (Interface) ของข้อมูลระหว่างสองอุปกรณ์



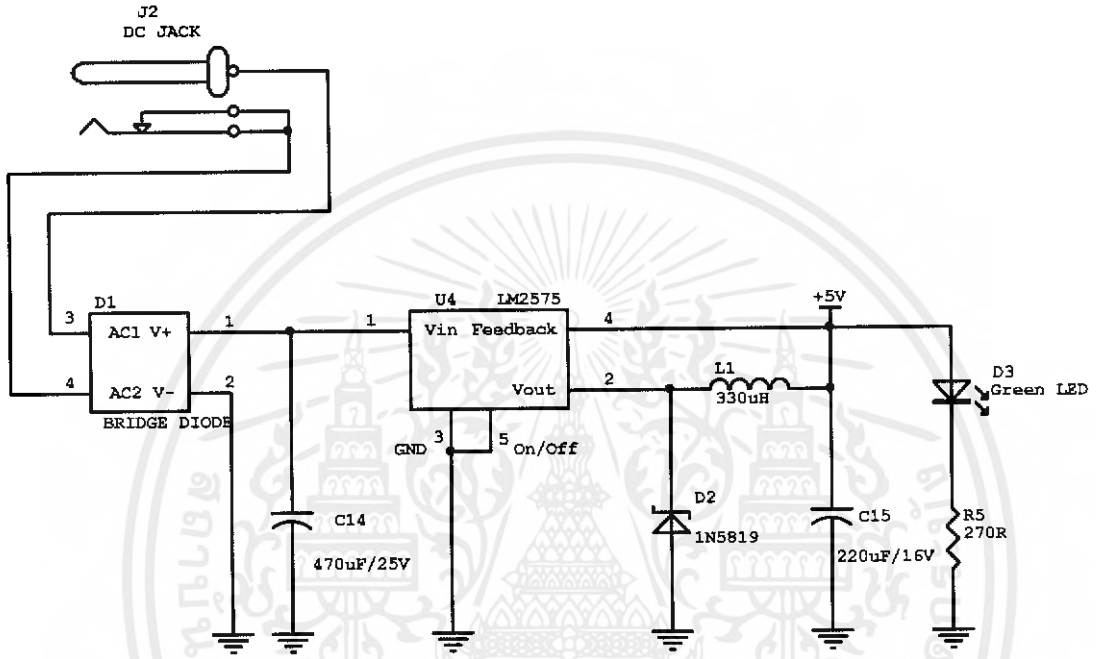
รูปที่ 3.6 วงจร MCU

มีขา 2 ขาที่ต่อกับ IC เบอร์ CD74HC125 มีขา RST และ PSEN ซึ่งใช้ในโหมดเบิร์นและถูกกระตุ้นด้วย CD74HC125 และเป็นสัญญาณที่ติดต่อกับหน่วยความจำของ Chip ขา PSEN จะถูกใช้ในพัลส์ Active – Low เพราะขานี้ถูกกระตุ้นโดยขากราวด์ของ CD74HC125 และขา RST ถูกกระตุ้นด้วยไฟบวกขา RST เป็นขาอินพุตรีเซตและในส่วนของขาที่ Interface กับ EM4094 จะใช้ขาในส่วนของPORT1 และ PORT1 จะเป็นทั้งอินพุตพอร์ทเอ้าท์พุทพอร์ทมีสองทิศทาง เพื่อจะได้ทำการ Interface ข้อมูล กับ EM 4094 ได้และสามารถสลับฟังก์ชั่นการอินเตอร์เฟส Timer 2 I/O New External Interrupt และ New Serial Port 1 ส่วน 2 ขา ที่มาจากส่วนของ Driver/ Receiver ของ MAX 232 ซึ่งถูกต่อเข้าไปในส่วนของ PORT 3 ที่ขา P3.0TX/DO (ขา 7) และ P3.0RX/DO (ขา 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

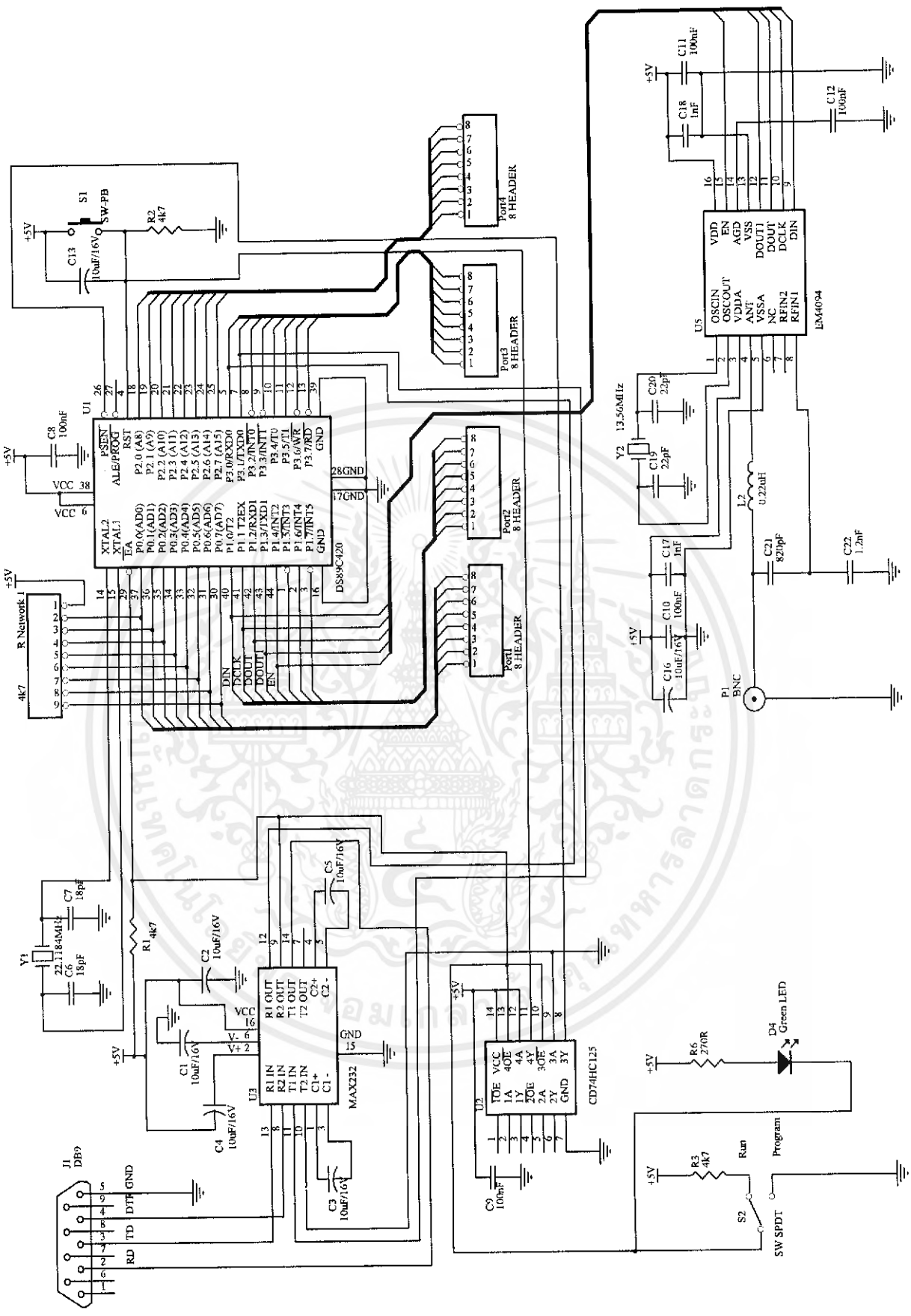
3.8 วงจร Power Supply

วงจรนี้ก็เหมือนกับวงจร Power Supply ทั่วไปคือมีส่วนของวงจร Rectifier ทำหน้าที่เปลี่ยนจากไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้ Bridge Diode และใช้ Capacitor เป็นตัวกรองเพื่อลดค่า Ripple จากนั้นก็ทำการรักษาระดับแรงดันให้คงที่ในที่นี้จะคงไว้ที่ระดับแรงดันไฟบวก 5 V ด้วย LM2575 และต่อเข้ากับ LED เพื่อแสดงสถานะการทำงาน



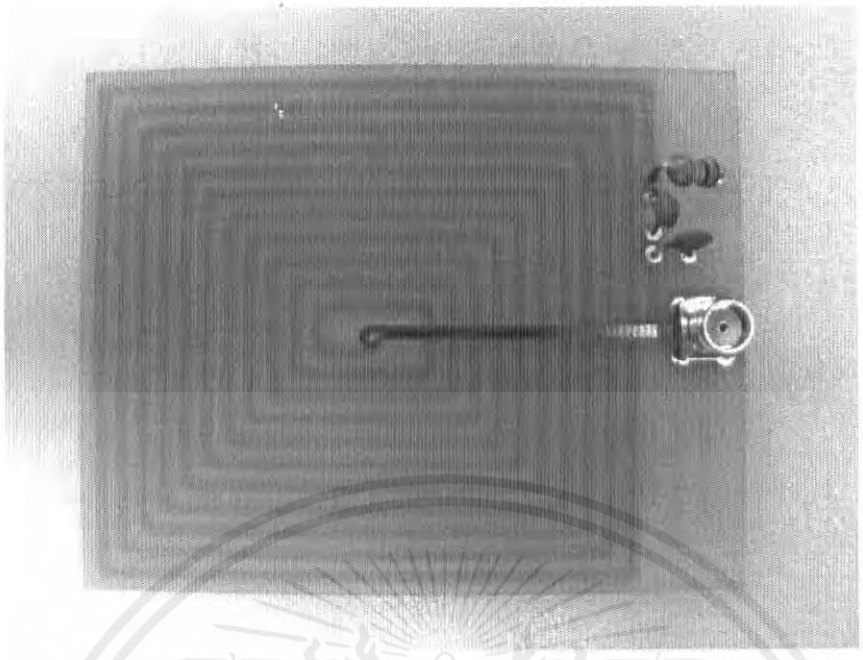
รูปที่ 3.7 วงจร Power Supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

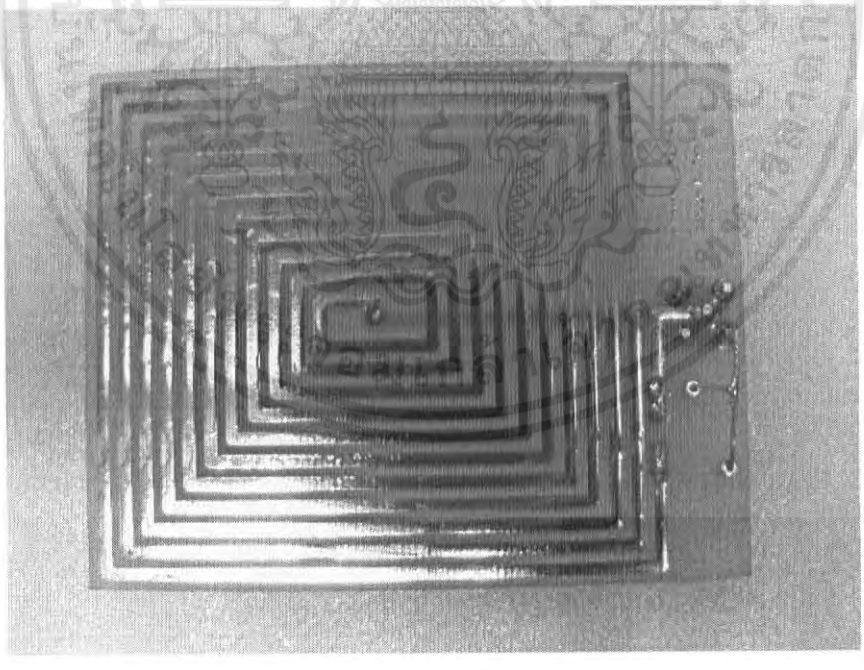


รูปที่ 3.8 วงจรรวมทั้งหมดของเครื่องอ่าน (Reader)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

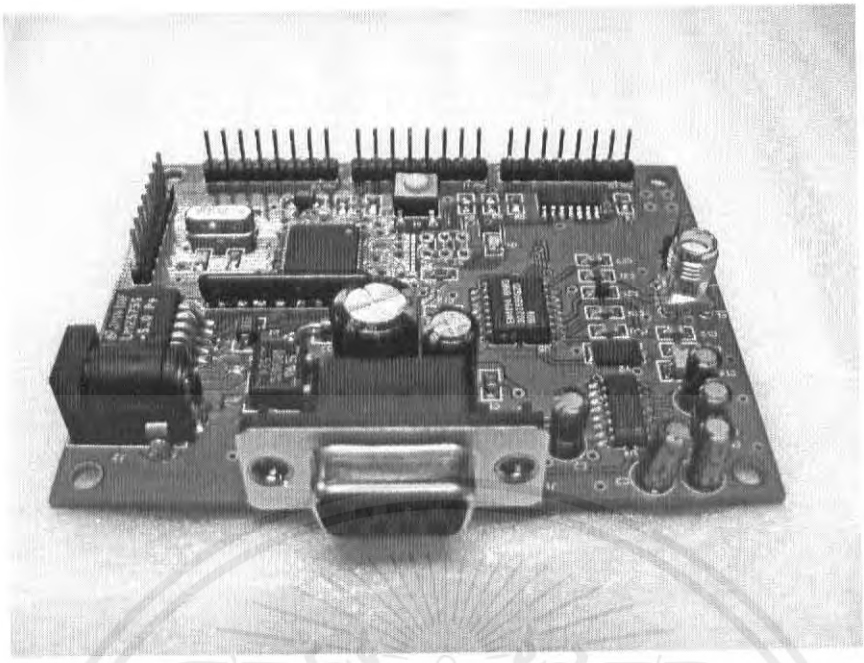


รูปที่ 3.9 ส่วนด้านหลังของสายอากาศ

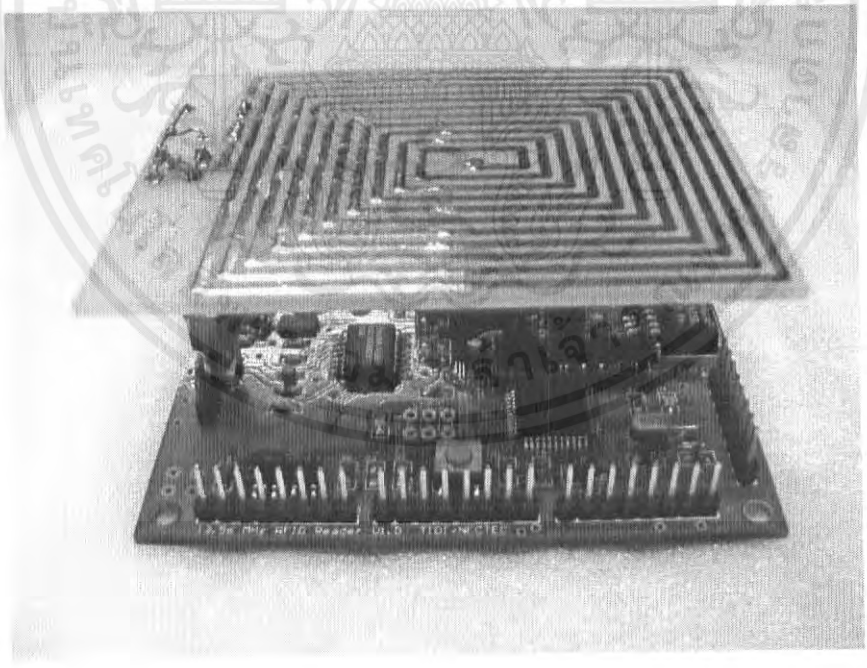


รูปที่ 3. 10 ส่วนด้านหน้าของสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



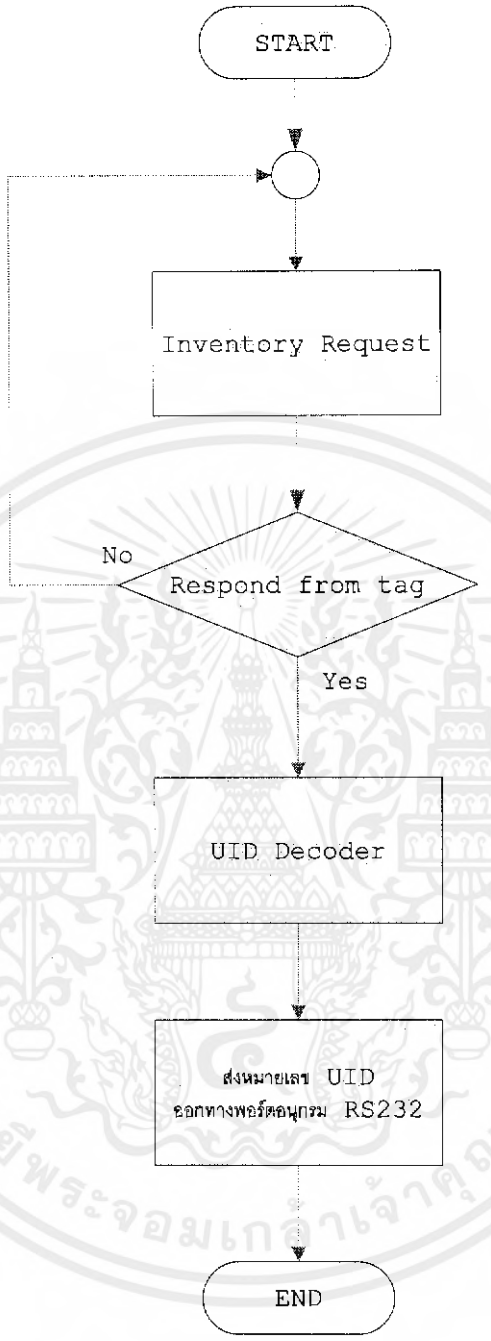
รูปที่ 3.11 ตัวเครื่องอ่าน (Reader)



รูปที่ 3.12 ส่วนของเครื่องอ่าน (Reader) และสายอากาศ (Antenna)

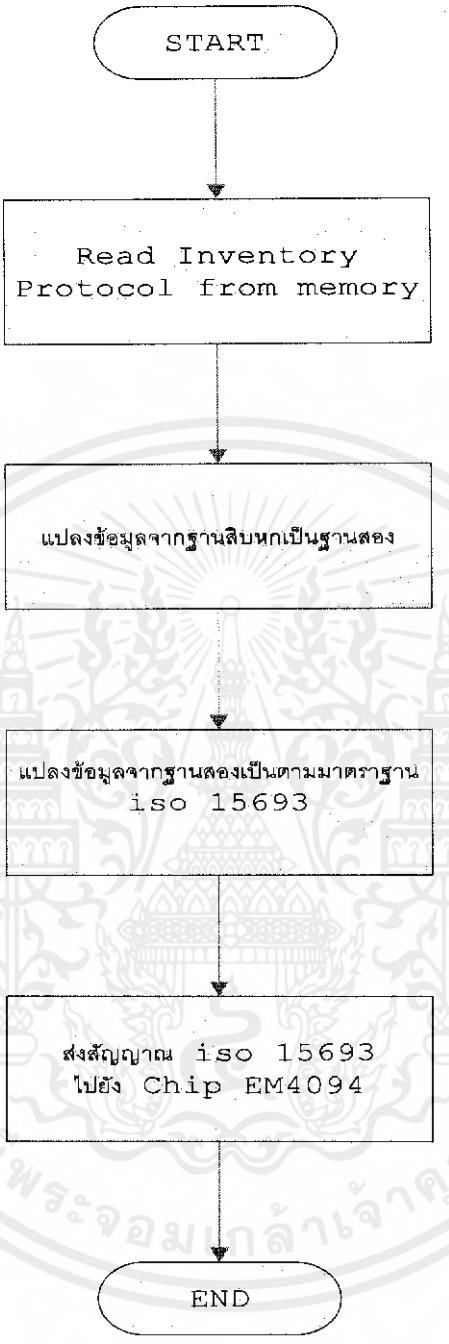
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 Flow Chart แสดงการทำงานของ Reader



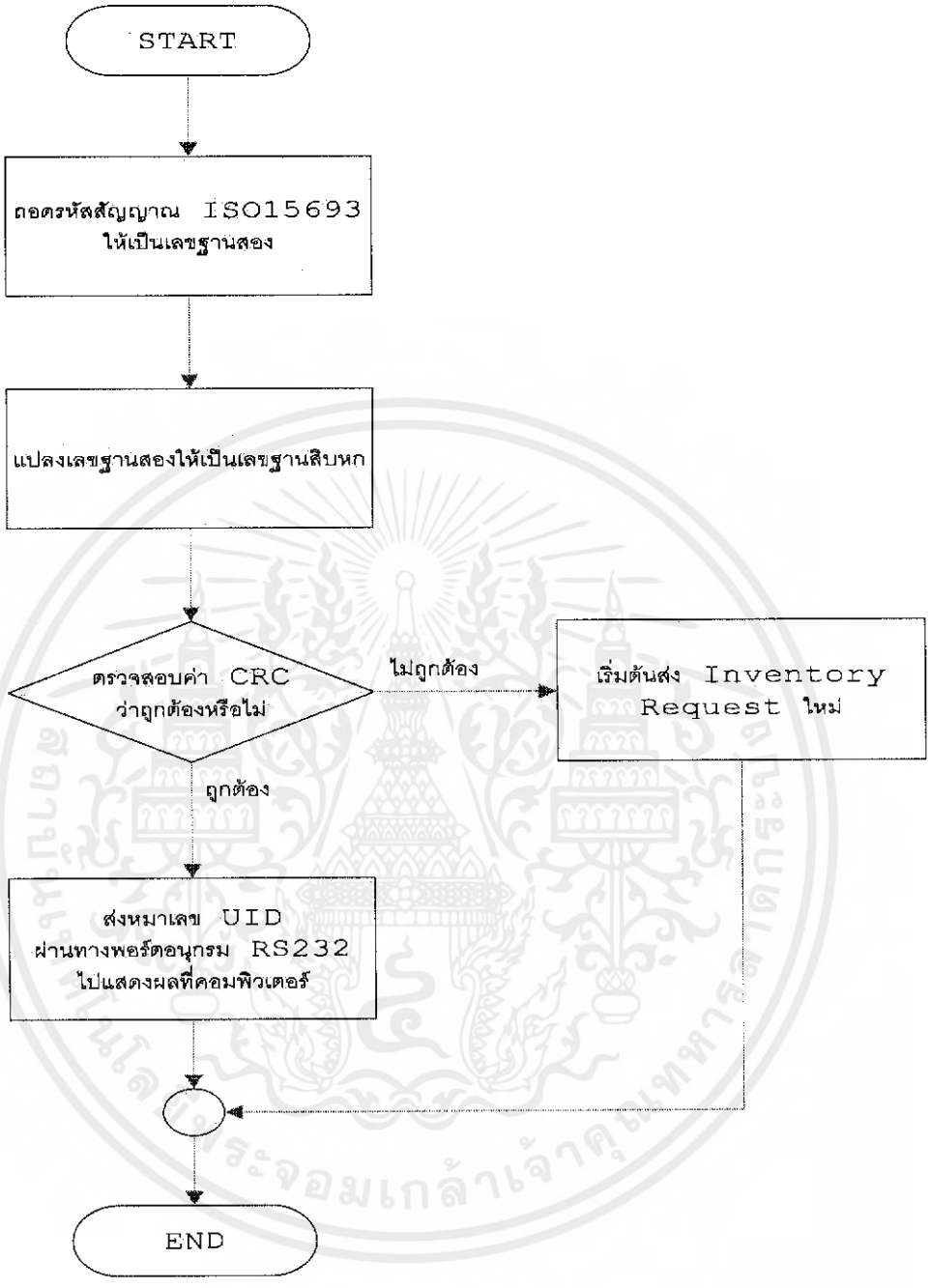
รูปที่ 3.13 Flow Chart การสื่อสารกันระหว่างเครื่องอ่าน (Reader) กับ Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 Flow Chart แสดงกระบวนการ Inventory Request จาก Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 Flow Chart แสดงกระบวนการ UID Decoder จาก Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

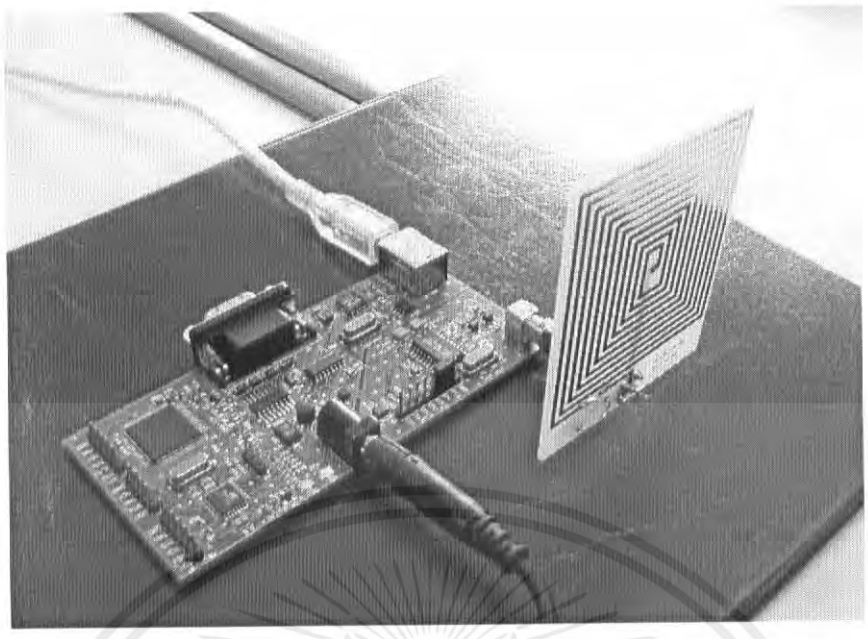
บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 : การทดลองการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับ Tag โดยเป็นการร้องขอ UID จาก Tag (Inventory Request)

จากรูปที่ 4.1 และ 4.2 แสดงการต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองคือ เครื่องอ่านและสายอากาศเข้ากับโปรแกรม Software Develop Kit ของ IC เบอร์ EM4094 เพื่อที่จะทำการทดลองการร้องขอหมายเลข UID จากบัตร(Tag) หรือ Inventory Request โดยที่เครื่องอ่านจะส่งสัญญาณออกไปตลอดเวลาเมื่อนำ Tag เข้ามาใกล้ในระยะที่สายอากาศแพร่กระจายคลื่น Tag ก็จะส่งหมายเลข UID มาให้กับเครื่องอ่านเป็นการตอบสนองที่ Tag ส่งกลับนั่นเอง (Response)

รูปที่ 4.1 แสดงการต่ออุปกรณ์ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

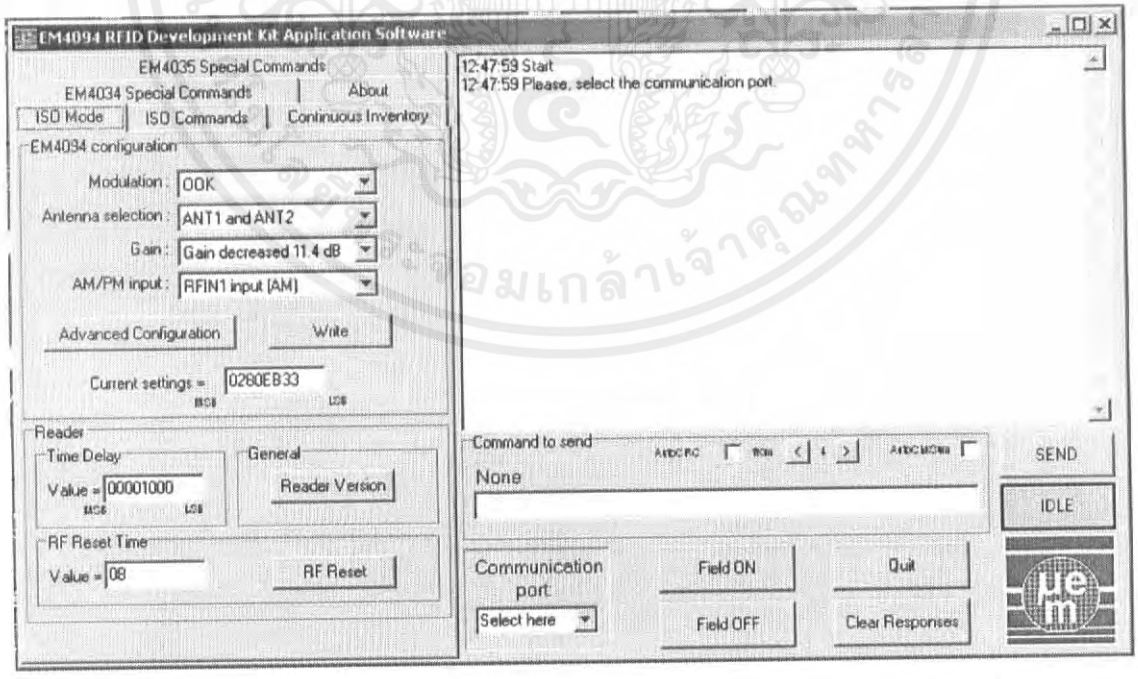


รูปที่ 4.2 บอร์ด Development Kit EM4094

4.1.1 ขั้นตอนการทดลองที่ 4.1

1. เปิดโปรแกรม Development Kit

ทำการเปิดโปรแกรม Development Kit ขึ้นมาตอนนี้ถ้าเราสังเกตไฟที่ตัวเครื่องอ่านจะเป็นสีแดง หมายความว่าเป็นการแสดงสถานะรอการติดต่อกับโปรแกรมผ่านทาง Serial Port หรือ USB Port ก็ได้ หรือสังเกตที่โปรแกรมก็ได้ที่ปุ่ม IDLE จะเป็นสีเหลืองเพื่อรอให้เราทำการ Interface กับ Computer

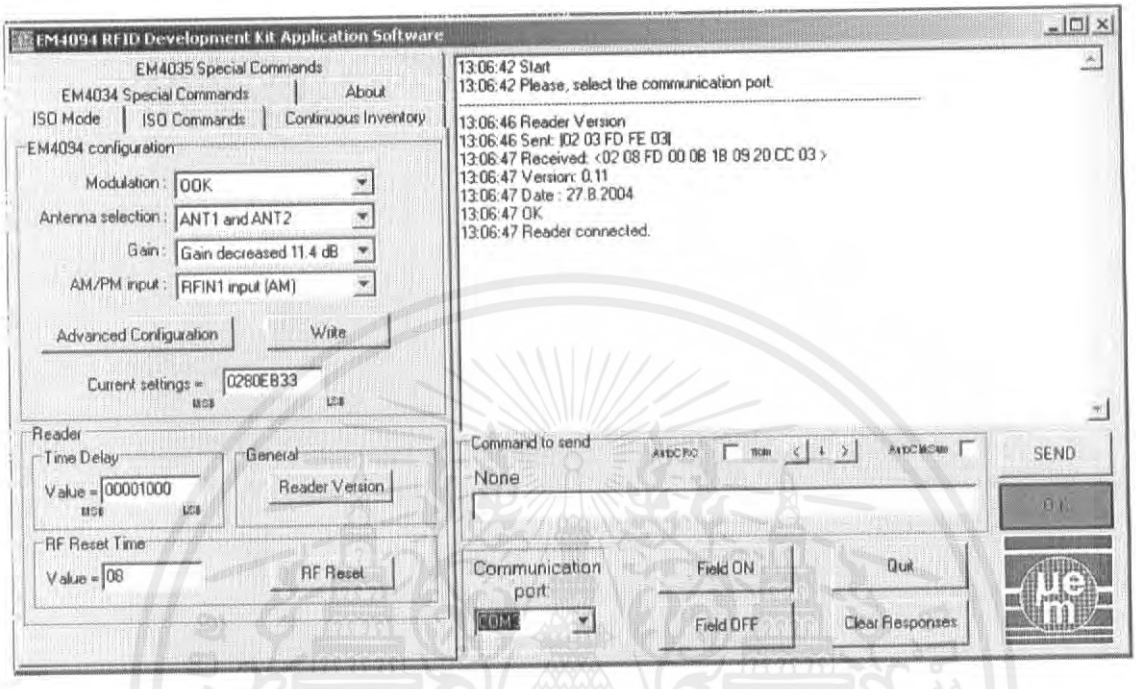


รูปที่ 4.3 แสดงโปรแกรม Development Kit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ทำการเลือกพอร์ท COM3 ซึ่งเป็นพอร์ต USB

เมื่อเราทำการเลือก Comport แล้วสังเกตว่าไฟที่ตัวโปรแกรมจะเป็นสีเขียวและแสดงสถานะปุ่มเป็น OK แสดงว่าเครื่องอ่านและคอมพิวเตอร์ติดต่อกันสำเร็จไม่มีปัญหา และถ้าเราสังเกตไฟที่ตัวเครื่องอ่านไฟสีแดงก็จะหายไปด้วย

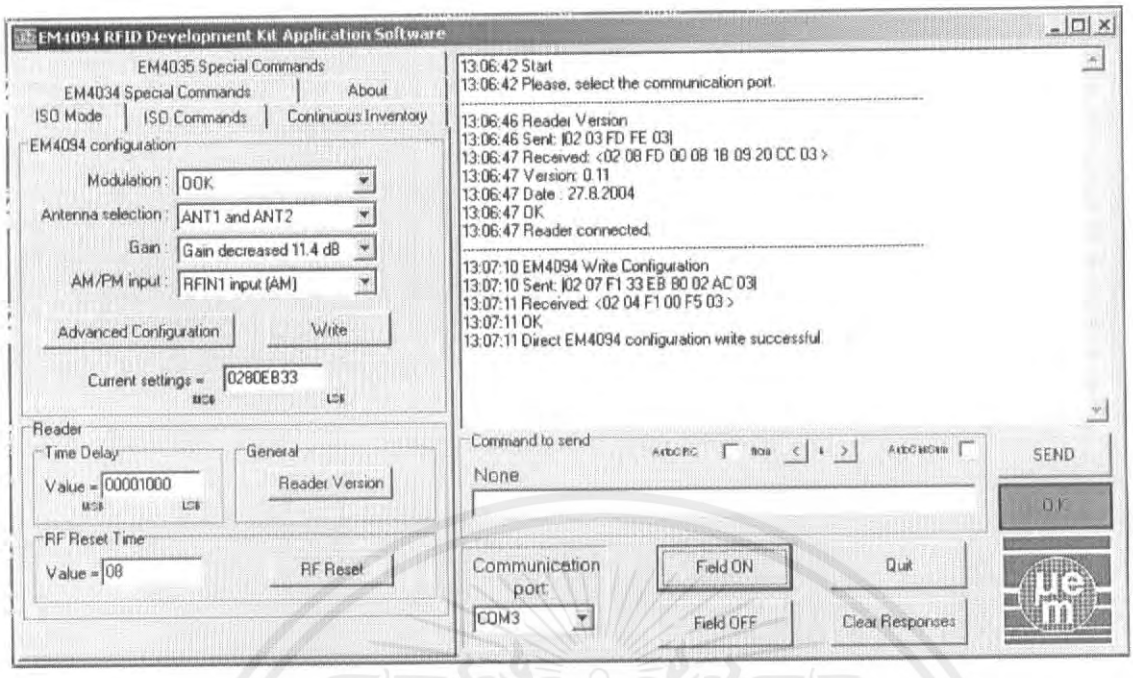


รูปที่ 4.4 แสดงการเลือก COM Port

3. ทำการคลิกที่ปุ่ม Field ON เพื่อเป็นการเปิดการทำงานของสายอากาศ

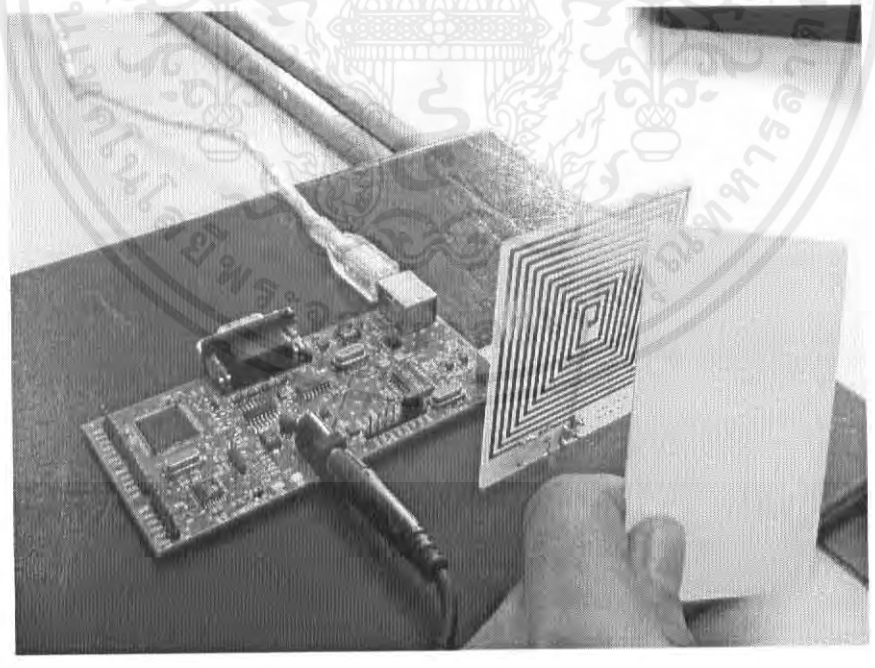
เมื่อเราทำการคลิกที่ปุ่ม Field ON สายอากาศของตัวเครื่องอ่านก็จะเริ่มแพร่กระจายคลื่นสนามแม่เหล็ก (Radiate Field) เพื่อที่จะกระจายคลื่นสัญญาณไปกระตุ้นให้ Tag ทำงาน คือกระบวนการนี้จะเป็นการกระตุ้นสายอากาศของ Tag เพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำสัญญาณจากคลื่นแม่เหล็กให้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับตัว Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงการกดปุ่ม Field On

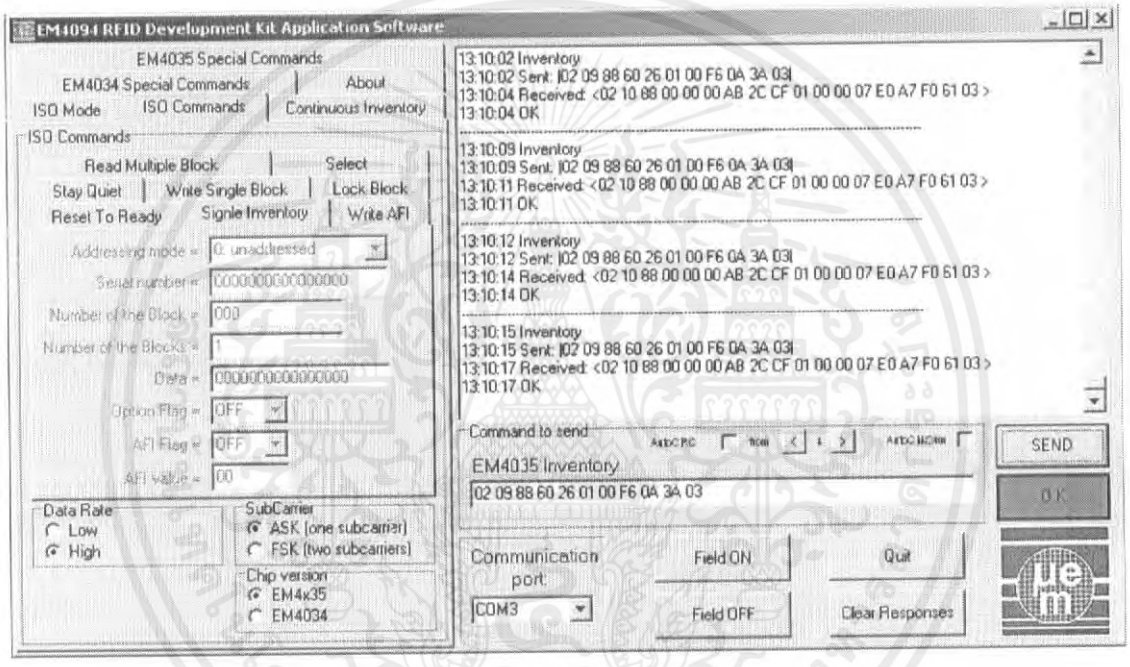
4. เลือกเมนูไปที่ ISO Commands แล้วก็เลือกแถบการทำงาน Single Inventory จากนั้นนำตัวแท็กเข้ามา ใกล้ๆบริเวณสายอากาศ จากนั้นทำการกดปุ่ม SEND เพื่อทำการแสดงหมายเลข UID ของแท็กนั้น



รูปที่ 4.6 แสดงการอ่านหมายเลข UID ของแท็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 เมื่อเรานำแท็กเข้ามาใกล้บริเวณสายอากาศที่ Radiate อยู่จากนั้นไปที่โปรแกรม Software Developed Kit คลิกเลือก ISO Command Single Inventory เพื่อที่จะให้ตัวเครื่องอ่านส่งคำสั่ง Inventory Request ไปให้แท็ก ดังรูปที่ 4.7 จากรูปจะเห็นว่าเมื่อเราส่งคำสั่ง Request ไปผลที่เราได้รับคือแท็กจะส่งหมายเลข UID มาให้เราที่เราทำการเลือก ISO Command Single Inventory เพราะว่าเราต้องการแค่หมายเลข UID แค่แท็กเดียว หรือหมายเลข UID หมายเลขเดียวคือเราส่ง Single Inventory ไปแค่ครั้งเดียว และถ้าเราต้องการอ่านแท็กหลายๆ อันหรือต้องการหมายเลข UID หลายตัวก็ให้ทำการเลือกคำสั่ง Continues Inventory ถ้าเราเลือกคำสั่งนี้ตัวเครื่องอ่านก็จะส่งสัญญาณออกไปครั้งเดียวเหมือนกันแต่จะอ่านแท็กที่อยู่ในรัศมีที่สายอากาศ Radiated ทั้งหมด

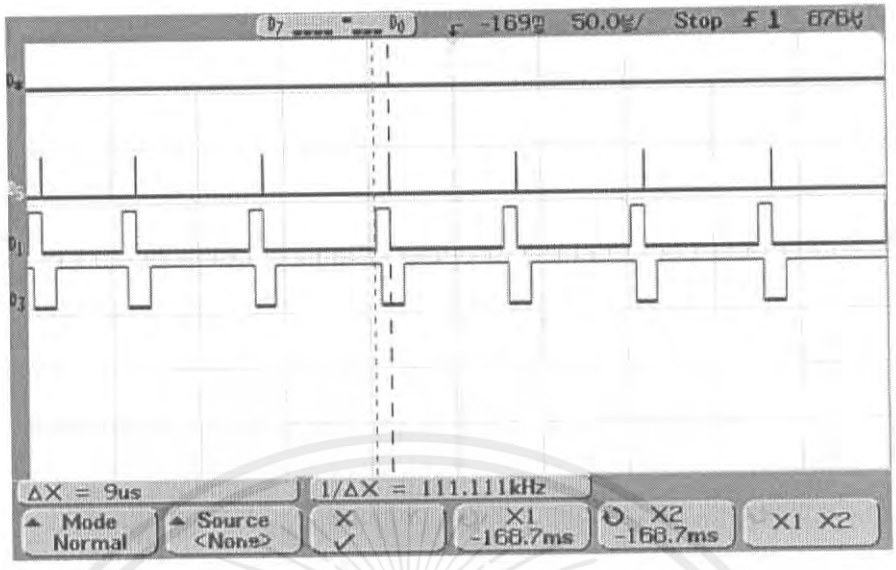


รูปที่ 4.7 แสดงการเลือก ISO Command Single Inventory

หลังจากคลิกที่ปุ่ม SEND แล้วก็จะได้สัญญาณตามรูป คือ เครื่องอ่าน (Reader) จะส่งสัญญาตามรูปนี้ไปให้ Tag และจากรูปที่ 4.8 เป็นสัญญาณที่ตัวเครื่องอ่าน Reader ส่งมาให้แท็กและรูปแบบสัญญาณก็เป็นไปตามมาตรฐาน ISO15693

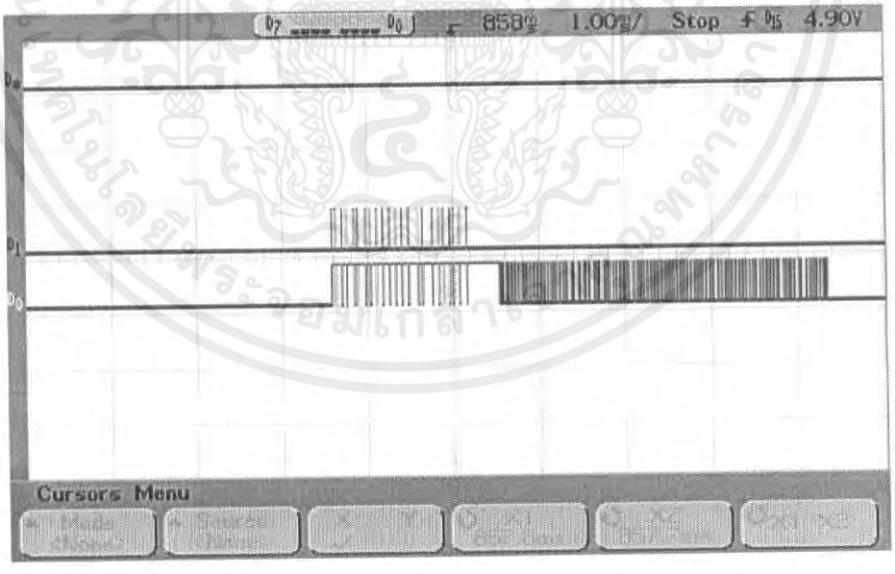
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลองที่ 4.1



รูปที่ 4.8 สัญญาณที่เครื่องอ่านส่งมาให้ Tag

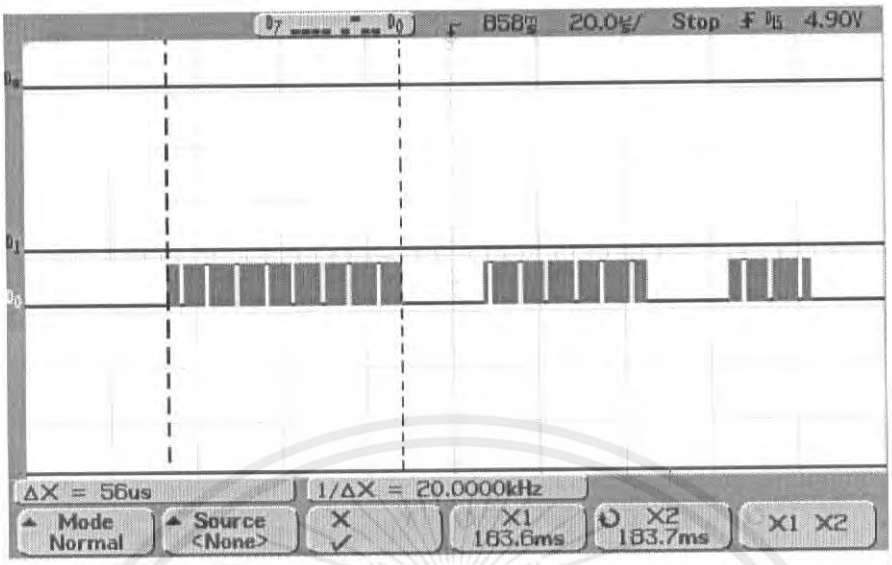
เมื่อเรากดปุ่ม Send เพื่อที่จะส่งกระบวนการร้องขอ (Inventory Request) หมายเลขบัตรของแท็ก หรือ UID และถ้าแท็กตอบสนอง (Response) มันก็จะส่งสัญญาณกลับมาตามที่เราร้องขอ ตามรูปที่ 4.9คือ เป็นสัญญาณที่ตอบสนองมาจากแท็กจะเห็นว่าสัญญาณที่ได้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO15693



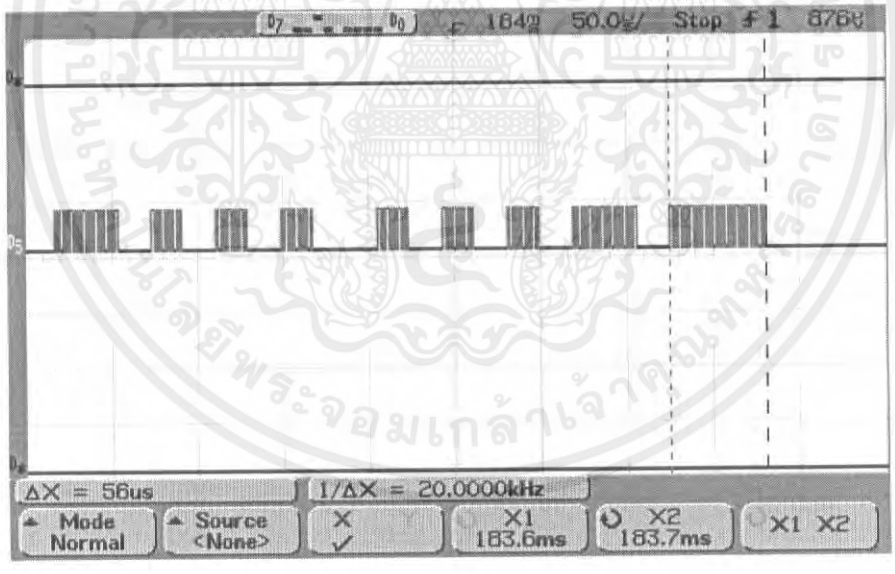
รูปที่ 4.9 สัญญาณที่ Tag ตอบสนอง (Response) มาให้เครื่องอ่าน

และการส่ง Frame ข้อมูลแต่ละครั้งต้องมี Start of Frame และ End of Frame หรือ SOF และ EOF เมื่อเราทำการวัดสัญญาณก็จะได้สัญญาณ SOF และ EOF ตามรูปที่ 4.10 และรูปที่ 4.11 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



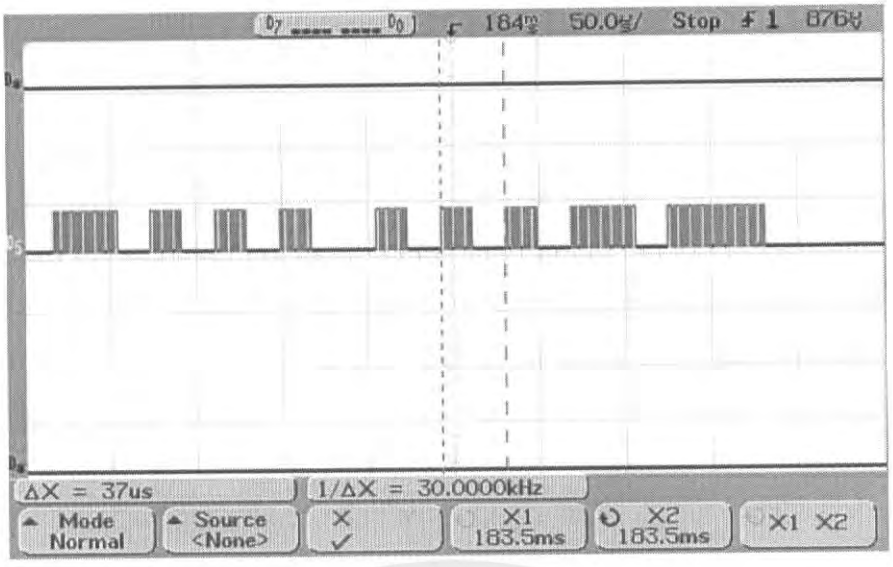
รูปที่ 4.10 รูปสัญญาณ SOF



รูปที่ 4.11 รูปสัญญาณ EOF

เมื่อเราดูสัญญาณพัลส์ที่เกิดขึ้นจากการตอบสนอง (Response) ของแท็กจะเห็นว่าข้อมูล 1 บิตที่แท็กส่งมาจะมีช่วง Time Parried เท่ากับ 37 Microseconds เป็นไปตามมาตรฐานของ ISO15693 และจากรูปที่ 4.12 เป็นสัญญาณข้อมูลที่แท็กส่งมาให้ตัวเครื่องอ่าน จะเห็นว่าสัญญาณที่เราทำการวัดได้นั้นเป็นบิตศูนย์ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ISO15693 และ Time Parried ที่วัดได้ก็ประมาณ 37 Microseconds

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

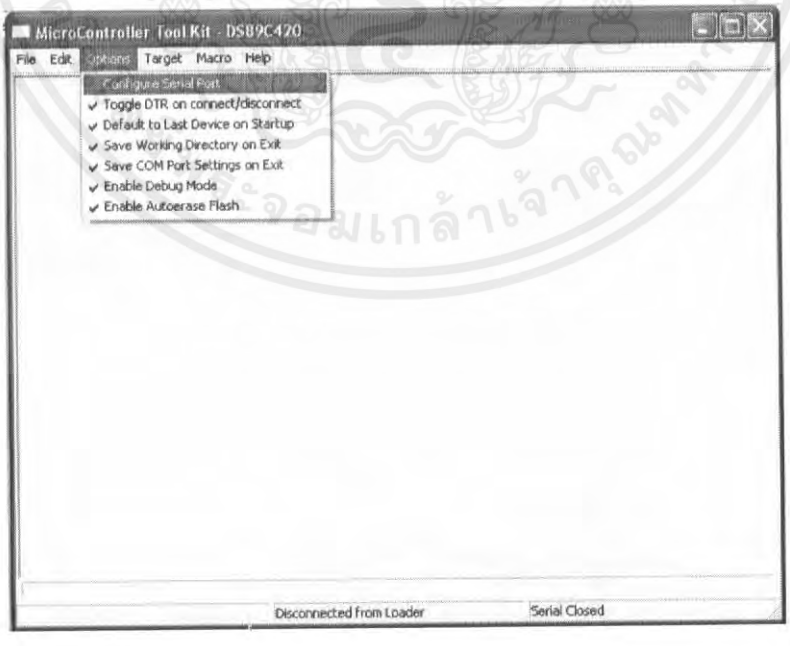


รูปที่ 4.12 สัญญาณ 1 บิต ตามมาตรฐาน ISO15693

4.2 การทดลองที่ 2 : การทดลองของเครื่องอ่าน (Reader) เพื่อที่จะวัดสัญญาณ Field ON และ Field OFF ของเครื่องอ่าน

4.2.1 ขั้นตอนการทดลองที่ 4.2

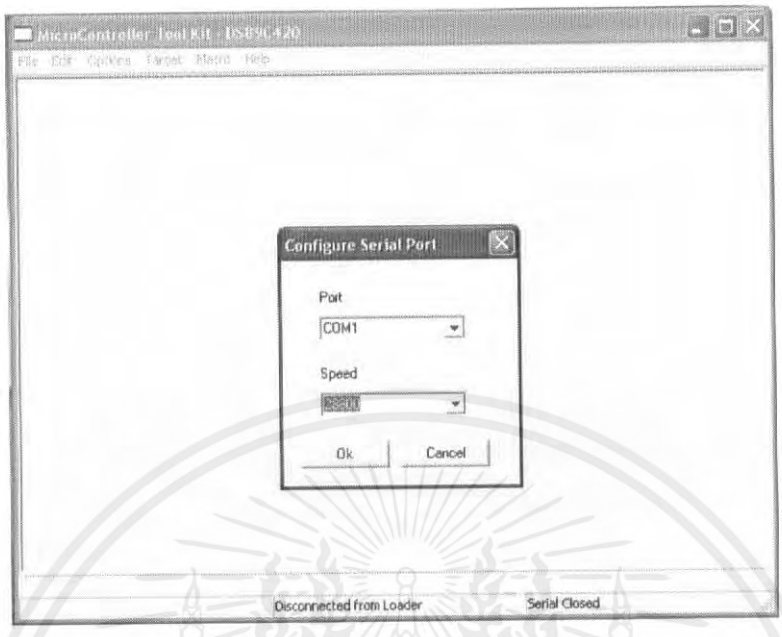
การทดลองที่ 2 จะเป็นการแสดงขั้นตอนของการ Burn โปรแกรมเข้าไปในตัวชิพซึ่งเป็นของบริษัท Dallas เบอร์ DS89C420 ที่อยู่ในตัวเครื่องอ่านโดยที่เราจะทำการ Burn ข้อมูลในส่วนของ Field ON และ Field OFF เพื่อที่จะให้เครื่องอ่านทำการเปิดและปิดการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ โดยทำการเปิดโปรแกรม MTK ขึ้นมา หลังจากนั้นเลือก Option แล้วก็เลือก Configure Serial Port ตามรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 Configure Serial Port

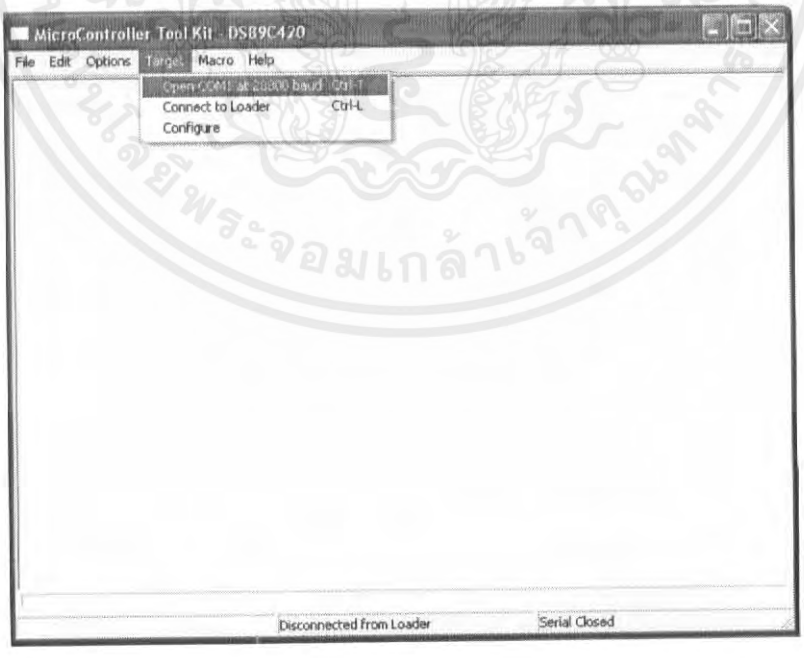
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในรูปที่ 4.14 จะเป็นการเลือก Port และ Speed โดยที่เราเลือก Port เป็น COM1 และ Speed เลือกเป็น 28800 คือ Speed ในการส่งผ่านข้อมูลที่เราจะทำการ Burn ข้อมูลลงไปในตัวชิพ



รูปที่ 4.14 Select Port and Speed

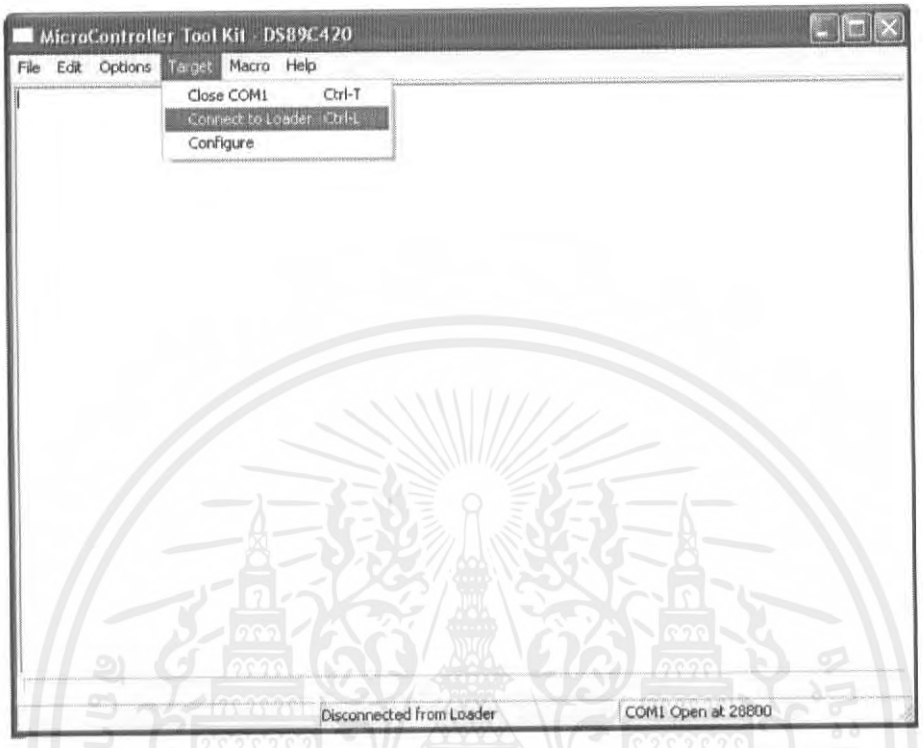
ขั้นตอนในรูปที่ 4.15 ทำการเลือกเมนู Target แล้วทำการเลือก Open Com1 at 28800 baud เพื่อที่เราจะทำการเปิด Port Com1 ที่ baud rate 28800



รูปที่ 4.15 Open Port COM1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

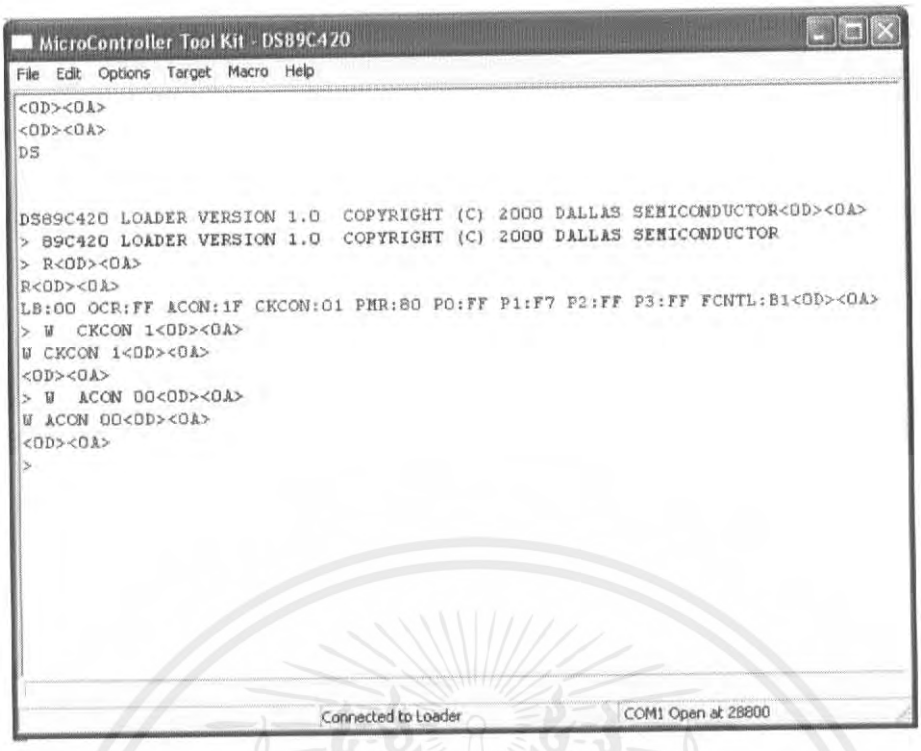
จากรูปที่ 4.15 หลังจากที่ทำการเปิด Port COM1 แล้วหลังจากนั้นเราก็ทำการเลือกเมนูTarget เหมือนเดิมและทำการเลือก Connect to Loader เพื่อที่จะให้โปรแกรมทำการติดต่อกับตัวฮาร์ดแวร์และโหลดโปรมแกรมดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 Connect to Loader

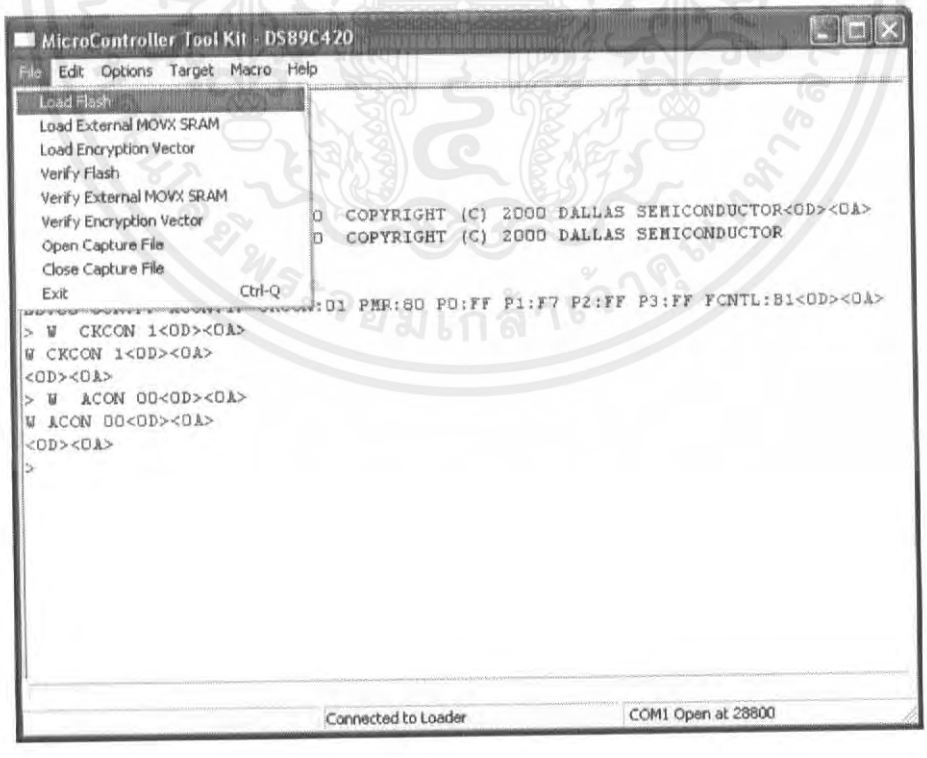
จากรูปที่ 4.16 หลังจากที่ทำการเลือกเมนู Connect to Loader จะปรากฏหน้าต่าง Window ขึ้นมาโดยหน้าต่างนี้จะเป็นการแสดงการติดต่อระหว่างตัวโปรแกรม Microcontroller Tool Kit กับตัวชิพ Microcontroller ในที่นี้เราใช้เบอร์ DS89C420 ของบริษัท Dallas เพื่อที่จะ Connect ตัวโปรแกรมดังกล่าวกับตัวชิพที่อยู่ในวงจรเครื่องอ่านของตัวเครื่องอ่าน Reader ดังแสดงในรูปที่ 4.17 จะเห็นว่าเป็นการแสดงการ Connect to Loader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 หลังจาก Connect to Loader

จากรูปที่ 4.17 หลังจากที่เลือกเมนู Connect to Loader จากนั้นก็ทำการเลือกเมนู File และไปที่ Load Flash เพื่อที่จะทำการโหลดโปรแกรมเข้าไปในตัว Microcontroller ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 Load flash

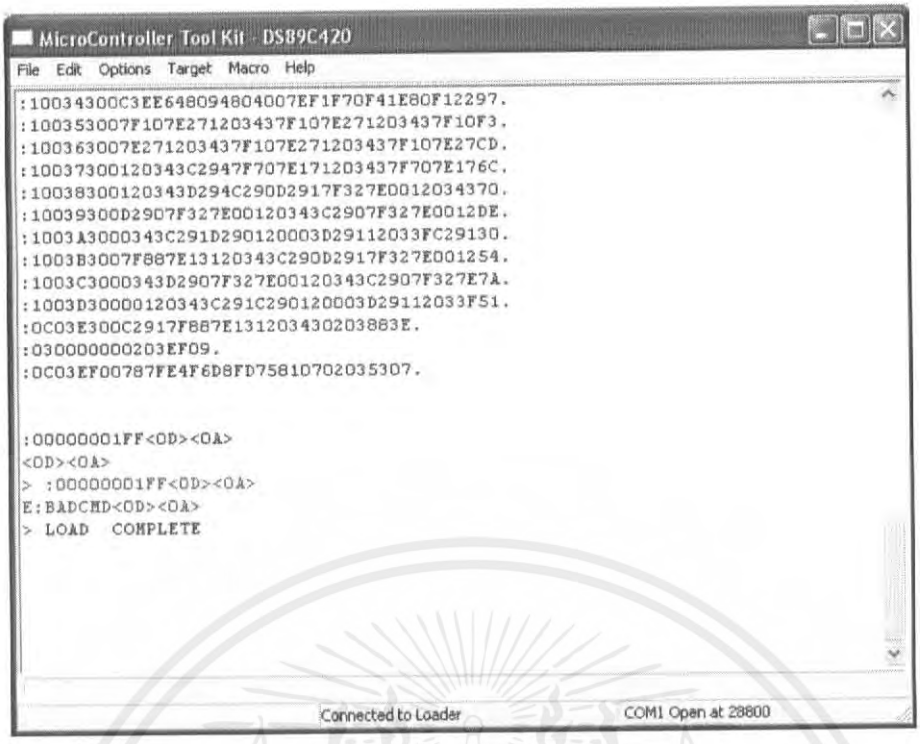
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.18 เมื่อทำการเลือกเมนู Load flash แล้วขั้นตอนต่อไปก็จะทำกาโหลด File ที่เป็น Hex File ลงไปในตัวชิพของเราดังแสดงในรูปที่ 4.19 จะเห็นว่าเป็นหน้าต่างที่แสดงรูปที่เป็น Hex File ซึ่ง ซึ่งจากรูปนั้นโปรแกรมกำลังทำการโหลด Hex File อยู่

รูปที่ 4.19 Loading HEX

จากรูปที่ 4.19 เป็นขั้นตอนที่กำลังโหลดไฟล์ที่เป็น Hex File ลงไปในตัวชิพ Microcontroller และในรูปที่ 4.20 เป็นหน้าต่างที่แสดงว่าทำการโหลด Hex Fileเสร็จแล้ว จะเห็นว่าในรูปเมื่อโปรแกรมทำการโหลดข้อมูลเสร็จก็จะแสดงข้อความบอกว่า “Load Complete” แสดงว่าเป็นการโหลดโปรแกรม Field ON Field OFF ลงในตัวชิพ Microcontroller เรียบร้อยแล้ว

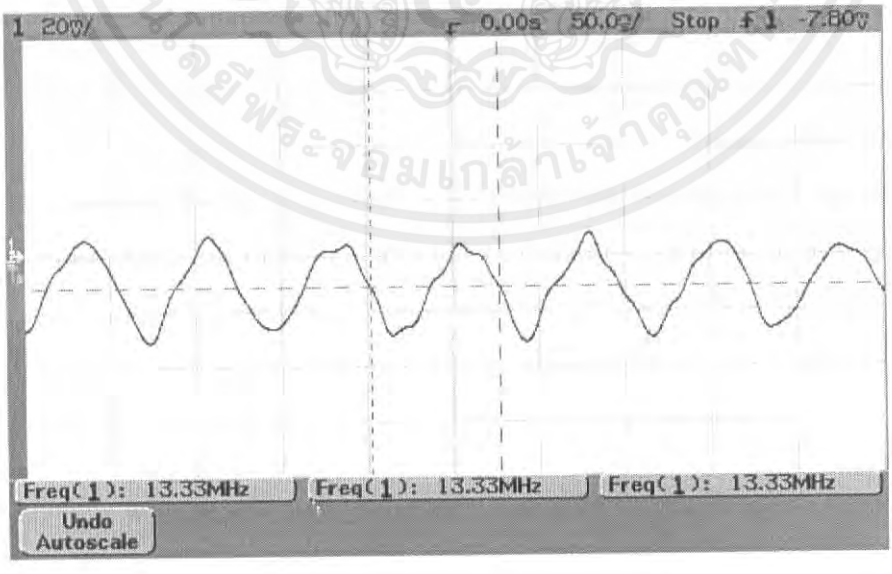
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 Load Complete

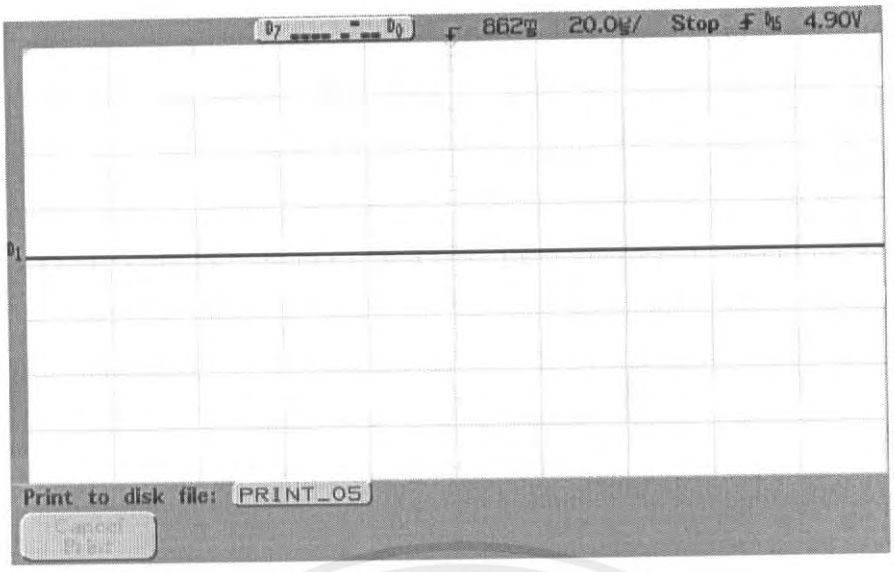
4.2.2 ผลการทดลองที่ 4.2

เมื่อทำการโหลดโปรแกรมลงไปในตัว Microcontroller เสร็จเรียบร้อยนั้น ก็จะต้องทำการวัดสัญญาณดูว่าตัว RFID Reader ทำงานได้จริงหรือไม่โดยในการทดลองนี้เป็นการการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ตัว RFID Reader ทำงานโหมด Field ON และ Field OFF ดังนั้นจึงต้องทำการวัดสัญญาณที่ขั้วของสายอากาศ ซึ่งได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 สัญญาณในช่วง Field ON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 สัญญาณในช่วง Field OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

สรุปผลการทำงาน

จากการศึกษาทฤษฎีและการทดลองวัดสัญญาณจากตัวเครื่องอ่าน RFID Reader ทำให้ทราบถึงรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ติดต่อสื่อสารกันระหว่างตัวไมโครคอนโทลเลอร์กับตัวชิพ EM4094 และตำแหน่งของสัญญาณที่เป็นส่วนของข้อมูลหมายเลข UID และส่วนของสัญญาณต่างๆ ตามมาตรฐานโปรโตคอล ISO15693

ปัญหา

ในการสร้างเครื่องอ่าน (READER) RFID ความถี่ 13.56MHz ได้พบปัญหาต่างๆดังนี้

1. ปัญหาในการศึกษาโปรโตคอล ISO15693 ที่จะใช้ในการเขียนโปรแกรมลงในตัวชิพไมโครคอนโทลเลอร์เพื่อทำการควบคุมตัวชิพ EM4094 ให้ทำงานได้
2. ปัญหาในการเขียนโปรแกรมกำเนิดความถี่ต่างๆ ตามมาตรฐาน ISO15693 เนื่องจากมีความรู้และความเข้าใจในตัวไมโครคอนโทลเลอร์เบอร์ DS89C420 ไม่เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

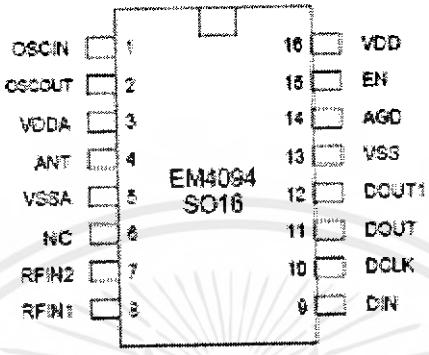
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ก)

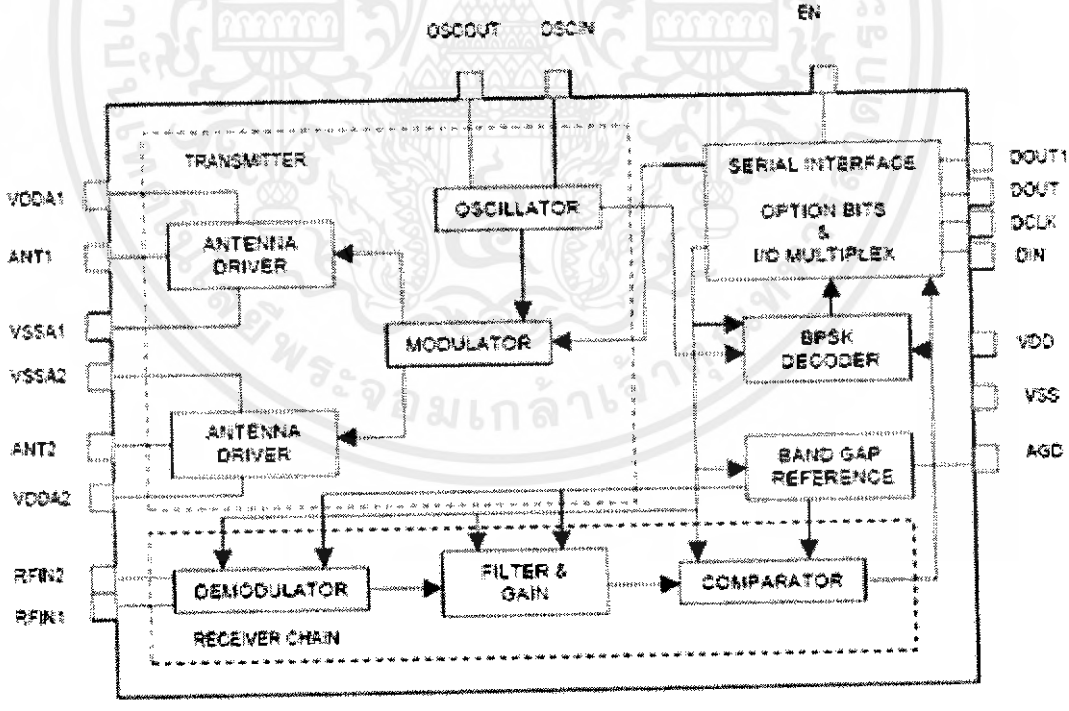
โครงสร้างและขาของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการสร้าง Reader

- EM 4094



รูปที่ ก-1 แสดงตำแหน่งขาของไอซีเบอร์ EM4094

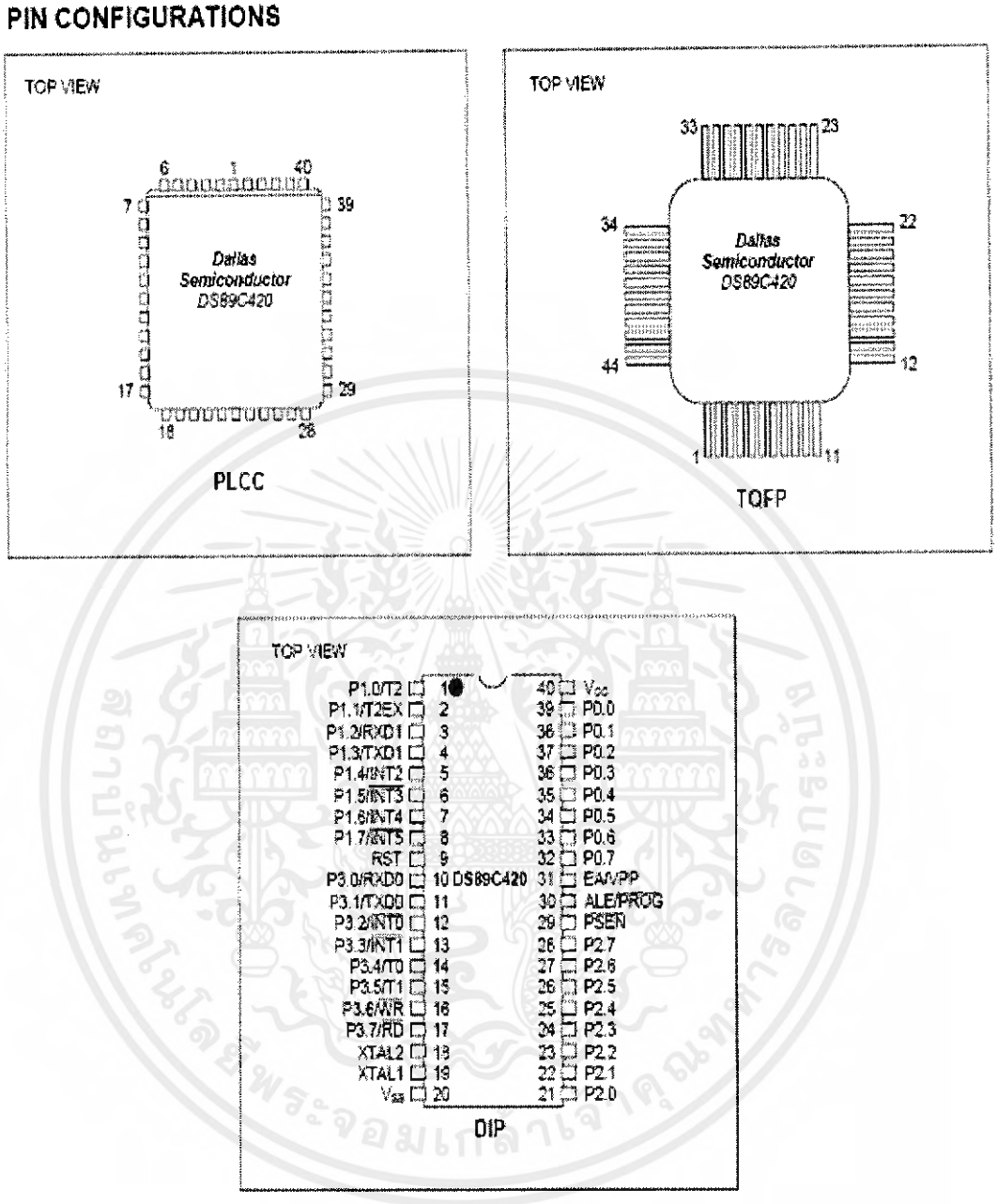
Block Diagram



รูปที่ ก-2 แสดง block diagram การทำงานภายในของไอซีเบอร์ EM4094

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

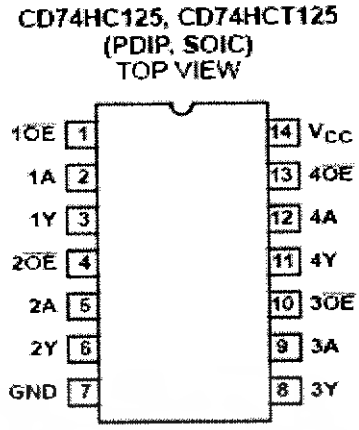
- **DS89C420CD74HC125**



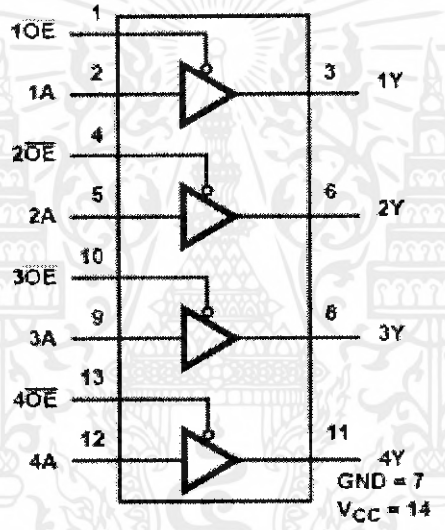
รูปที่ ก-3 แสดงตำแหน่งขาของไอซีเบอร์ DS89C420

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **CD74HC125**



รูปที่ ก-3 แสดงตำแหน่งขาของไอซีเบอร์ CD74HC125



TRUTH TABLE

INPUTS		OUTPUTS
nA	nOE	nY
H	L	H
L	L	L
X	H	Z

NOTE:
H = High Voltage Level
L = Low Voltage Level
X = Don't Care
Z = High Impedance, OFF State

รูปที่ ก-4 แสดงโครงสร้างภายในและตารางการทำงานของไอซีเบอร์ CD74HC125

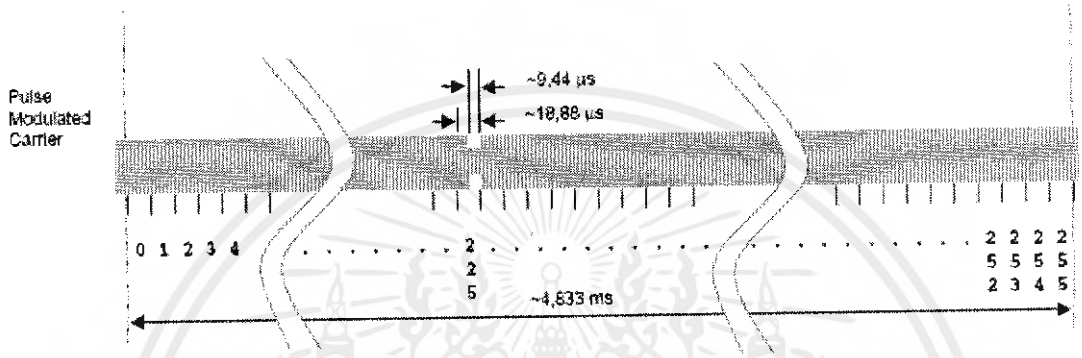
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ข)

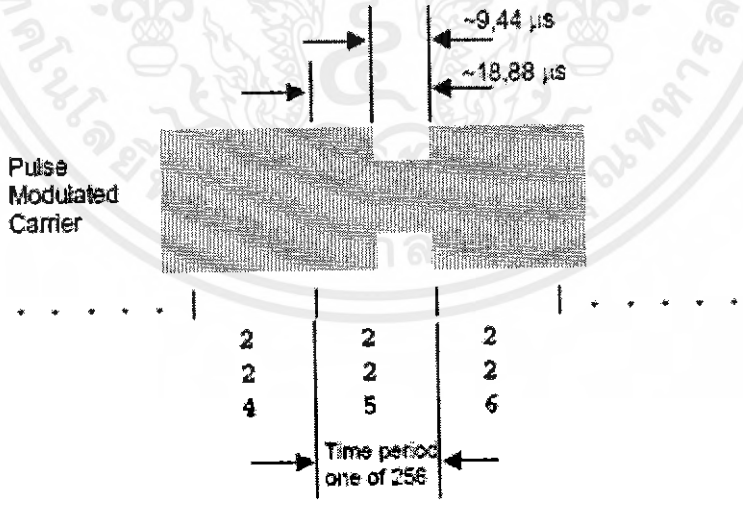
RFID STANDARD ISO/IEC 15693

Data rate and data coding

Data coding mode: 1 out of 256



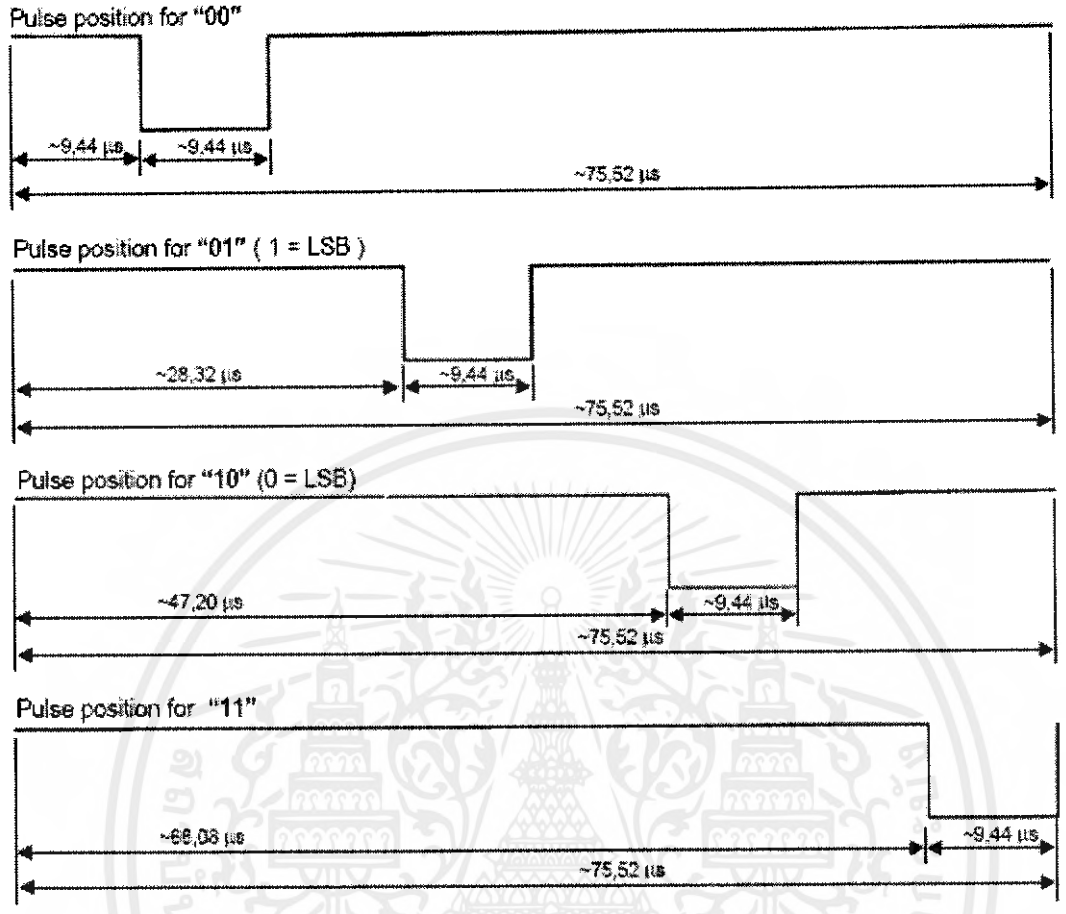
รูปที่ ข-1 1 out of 256 coding mode



รูปที่ ข-2 Detail of one time period

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

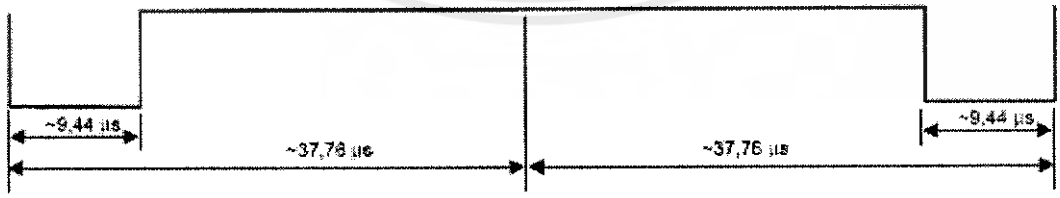
Data coding mode: 1 out of 4



รูปที่ ข-3 1 out of 4 coding mode

Frame from Reader to Tag

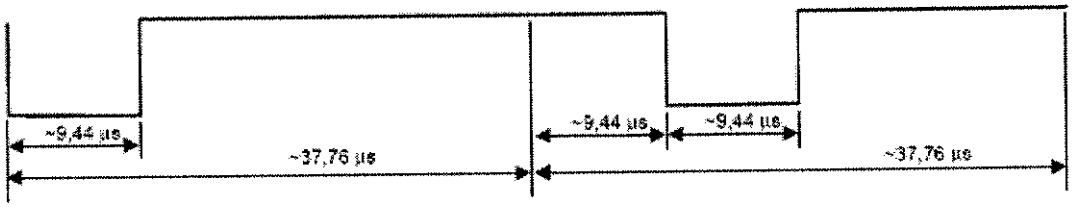
SOF to select 1 out of 256 codes



รูปที่ ข-4 Start of frame of the 1 out of 256 mode

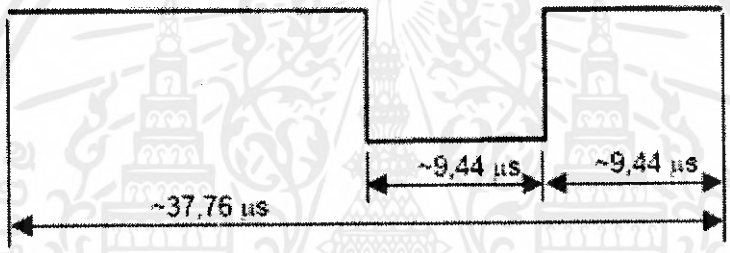
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOF to select 1 out of 4 codes



รูปที่ ข-5 Start of frame of the 1 out of 4 mode

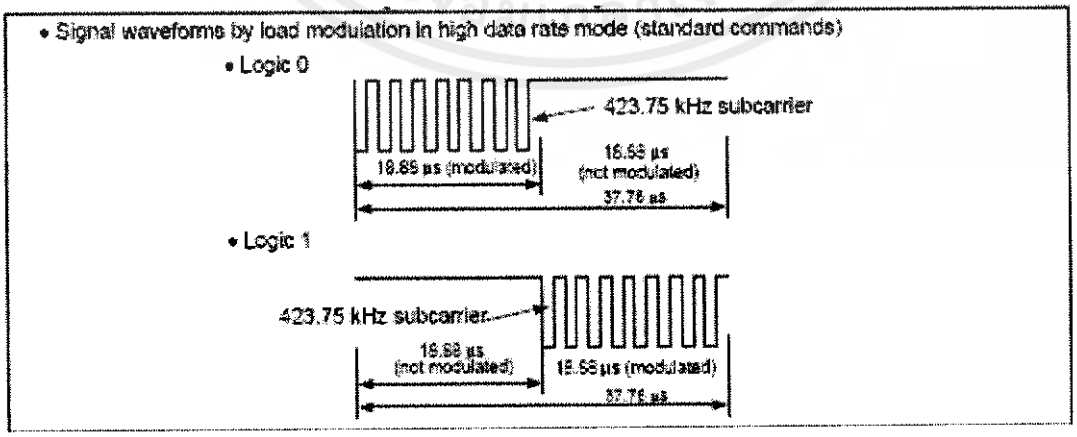
EOF for either data coding mode



รูปที่ ข-6 End of frame for either mode

Communications signal interface Tag to Reader

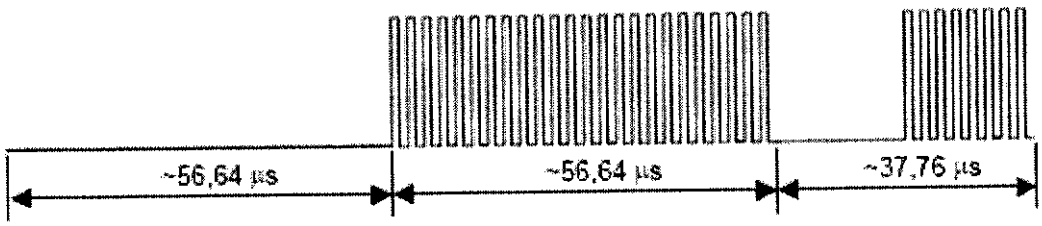
Bit representation and coding



รูปที่ ข-7 Coding Logic 1 and Logic 0

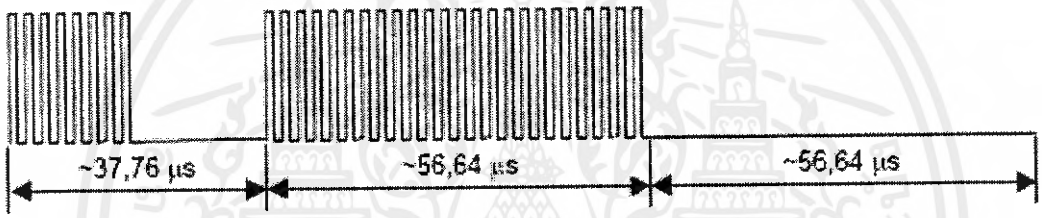
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOF when using one sub carrier



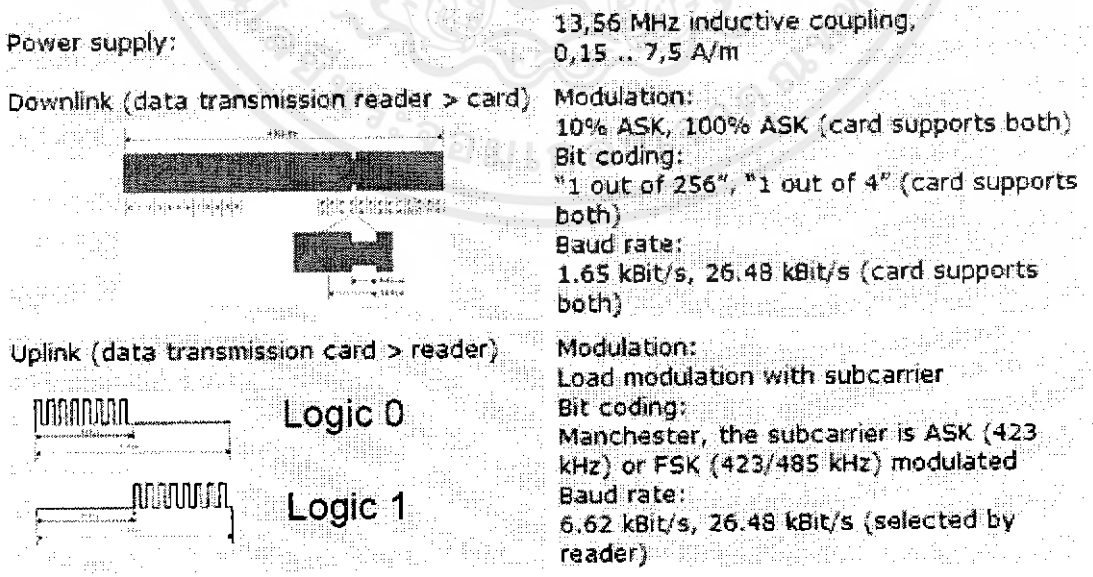
รูปที่ ข-8 Start of frame when using one sub carrier

EOF when using one sub carrier



รูปที่ ข-9 End of frame when using one sub carrier

ISO 15693(ISO SC17/WG8) -vicinity cards



รูปที่ ข-10 Data Coding Reader to Tag and Tag to Reader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ค)

โปรแกรม Field ON Field OFF

```
/*************** Power up And Power Down **************/

#include<stdio.h>
#include<reg52.h>

sbit Dclk = P1^1;
sbit Din = P1^0;
sbit EN = P1^4;

void delay(int x)
{
                                    for(x=x;x>=0;x--)
                                        {
                                            x=x;
                                            x=x;
                                            x=x;
                                        }
}

void main(void)
{
//                          TMOD = 0x01;
//                          TH0 = 0xFF;
//                          TL0 = 0xEC;
//                          TF0 = 0;
//                          TR0 = 1;
                            delay(10000);
                            delay(10000);
                            delay(10000);
                            delay(10000);
                            delay(10000);



                            EN =0;
                            delay(6000);
                            delay(6000);
                            EN=1;


while(1)
{

                            Din = 0;
                            Dclk = 1;
                            delay(50);
                            Din =1;
                            delay(50);
                            Din =0 ;
                            delay(50);
                            Dclk = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/********************** Power Up*********************************/

                        Din =1;     // Data of bit 1 of 31
                        delay(15);
                        Dclk = 1;    // clock of bit 1 of 31 (1)
                        delay(25);
                        Dclk = 0;   // clock of bit 1 of 31 (0)
                        delay(25);

                        Din = 1;    // Data of bit 2 of 31
                        delay(15);
                        Dclk = 1;   // clock of bit 2 of 31 (1)
                        delay(25);
                        Dclk = 0;   // clock of bit 2 of 31 (0)
                        delay(25);

                        Din = 0;    // Data of bit 3 of 31
                        delay(15);
                        Dclk = 1;   // clock of bit 2 of 31 (1)
                        delay(25);
                        Dclk = 0;   // clock of bit 2 of 31 (0)
                        delay(25);

                        Din = 0;    // Data of bit 4 of 31
                        delay(15);
                        Dclk =1;    // clock of bit 4 of 31 (1)
                        delay(25);
                        Dclk = 0;   // clock of bit 4 of 31 (0)
                        delay(25);

                        Din = 1;    // Data of bit 5 of 31
                        delay(15);
                        Dclk = 1;   // clock of bit 5 of 31 (1)
                        delay(25);
                        Dclk = 0;   // clock of bit 5 of 31 (0)
                        delay(25);

                        Din = 0;    // Data of bit 6 of 31
                        delay(15);
                        Dclk = 1;  // clock of bit 6 of 31 (1)
                        delay(25);
                        Dclk = 0;   // clock of bit 6 of 31 (0)
                        delay(25);

                        Din = 0;    // Data of bit 7 of 31
                        delay(15);
                        Dclk= 1;    // clock of bit 7 of 31 (1)
                        delay(25);
                        Dclk = 0;   // clock of bit 7 of 31 (0)
                        delay(25);

                        Din = 0;    // Data of bit 8 of 31
                        delay(15);
                        Dclk = 1;   // clock of bit 8 of 31 (1)
                        delay(25);
                        Dclk = 0;   // clck of bit 8 of 31 (0)
                        delay(25);

                        Din = 1;    // Data of bit 9 of 31
                        delay(15);
                        Dclk = 1;   // clock of bit 9 of 31 (1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
delay(25);
Dclk = 0;   // clock of bit 9 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 10 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 10 of 31 (1)
delay(25);
Dclk = 0;   // clock of bit 10 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 11 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 11 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 11 of 31 (0)
delay(25);

Din = 1;    // Data of bit 12 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 12 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 12 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 13 of 31
delay(15);
Dclk = 1;   // clock of bit 13 of 31 (1)
delay(25);
Dclk = 0;   // clock of bit 13 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 14 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 14 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 14 of 31 (0)
delay(25);

Din = 1;    // Data of bit 15 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 15 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 15 of 31 (0)
delay(25);

Din = 1;    // Data of bit 16 of 31
delay(15);
Dclk = 1;   // clock of bit 16 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 16 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 17 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 17 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 17 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 18 of 31
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 18 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 18 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 19 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 19 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 19 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 20 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 20 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 20 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 21 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 21 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 21 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 22 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 22 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 22 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 23 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 23 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 23 of 31 (0)
delay(25);

Din = 1;    // Data of bit 24 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 24 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 24 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 25 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 25 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 25 of 31 (0)
delay(25);

Din = 1;    // Data of bit 26 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 20 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 26 of 31 (0)
delay(25);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Din = 0;    // Data of bit 27 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 27 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 27 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 28 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 28 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 28 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;   // Data of bit 29 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 29 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 29 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 30 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 30 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 30 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 31 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 31 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 31 of 31 (0)
delay(25);

            // End
Dclk =1;    // clock of bit 20 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 20 of 31 (0)


delay(5000);



Din = 0;
Dclk = 1;
delay(50);
Din =1;
delay(50);
Din =0 ;
delay(50);
Dclk = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/********************** Power Down *********************************/

                    Din =0;      // Data of bit 1 of 31
                    delay(15);
                    Dclk = 1;    // clock of bit 1 of 31 (1)
                    delay(25);
                    Dclk = 0;   // clock of bit 1 of 31 (0)
                    delay(25);

                    Din = 1;    // Data of bit 2 of 31
                    delay(15);
                    Dclk = 1;   // clock of bit 2 of 31 (1)
                    delay(25);
                    Dclk = 0;   // clock of bit 2 of 31 (0)
                    delay(25);

                    Din = 0;    // Data of bit 3 of 31
                    delay(15);
                    Dclk = 1;   // clock of bit 2 of 31 (1)
                    delay(25);
                    Dclk = 0;   // clock of bit 2 of 31 (0)
                    delay(25);

                    Din = 0;    // Data of bit 4 of 31
                    delay(15);
                    Dclk =1;    // clock of bit 4 of 31 (1)
                    delay(25);
                    Dclk = 0;   // clock of bit 4 of 31 (0)
                    delay(25);

                    Din = 1;    // Data of bit 5 of 31
                    delay(15);
                    Dclk = 1;   // clock of bit 5 of 31 (1)
                    delay(25);
                    Dclk = 0;   // clock of bit 5 of 31 (0)
                    delay(25);

                    Din = 0;    // Data of bit 6 of 31
                    delay(15);
                    Dclk = 1;   // clock of bit 6 of 31 (1)
                    delay(25);
                    Dclk = 0;   // clock of bit 6 of 31 (0)
                    delay(25);

                    Din = 0;    // Data of bit 7 of 31
                    delay(15);
                    Dclk= 1;    // clock of bit 7 of 31 (1)
                    delay(25);
                    Dclk = 0;   // clock of bit 7 of 31 (0)
                    delay(25);

                    Din = 0;    // Data of bit 8 of 31
                    delay(15);
                    Dclk = 1;   // clock of bit 8 of 31 (1)
                    delay(25);
                    Dclk = 0;   // clck of bit 8 of 31 (0)
                    delay(25);

                    Din = 1;          // Data of bit 9 of 31
                    delay(15);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Dclk = 1;   // clock of bit 9 of 31 (1)
delay(25);
Dclk = 0;   // clock of bit 9 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 10 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 10 of 31 (1)
delay(25);
Dclk = 0;   // clock of bit 10 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 11 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 11 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 11 of 31 (0)
delay(25);

Din = 1;    // Data of bit 12 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 12 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 12 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 13 of 31
delay(15);
Dclk = 1;   // clock of bit 13 of 31 (1)
delay(25);
Dclk = 0;   // clock of bit 13 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 14 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 14 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 14 of 31 (0)
delay(25);

Din = 1;    // Data of bit 15 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 15 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 15 of 31 (0)
delay(25);

Din = 1;    // Data of bit 16 of 31
delay(15);
Dclk = 1;   // clock of bit 16 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 16 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 17 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 17 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 17 of 31 (0)
delay(25);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Din = 0;    // Data of bit 18 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 18 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 18 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 19 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 19 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 19 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 20 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 20 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 20 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 21 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 21 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 21 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 22 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 22 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 22 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 23 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 23 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 23 of 31 (0)
delay(25);

Din = 1;    // Data of bit 24 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 24 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 24 of 31 (0)
delay(25);

Din = 0;    // Data of bit 25 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 25 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 25 of 31 (0)
delay(25);

Din = 1;    // Data of bit 26 of 31
delay(15);
Dclk =1;    // clock of bit 20 of 31 (1)
delay(25);
Dclk =0;    // clock of bit 26 of 31 (0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                delay(25);

                Din = 0;    // Data of bit 27 of 31
                delay(15);
                Dclk =1;    // clock of bit 27 of 31 (1)
                delay(25);
                Dclk =0;    // clock of bit 27 of 31 (0)
                delay(25);

                Din = 0;    // Data of bit 28 of 31
                delay(15);
                Dclk =1;    // clock of bit 28 of 31 (1)
                delay(25);
                Dclk =0;    // clock of bit 28 of 31 (0)
                delay(25);

                Din = 0;    // Data of bit 29 of 31
                delay(15);
                Dclk =1;    // clock of bit 29 of 31 (1)
                delay(25);
                Dclk =0;    // clock of bit 29 of 31 (0)
                delay(25);

                Din = 0;    // Data of bit 30 of 31
                delay(15);
                Dclk =1;    // clock of bit 30 of 31 (1)
                delay(25);
                Dclk =0;    // clock of bit 30 of 31 (0)
                delay(25);

                Din = 0;    // Data of bit 31 of 31
                delay(15);
                Dclk =1;    // clock of bit 31 of 31 (1)
                delay(25);
                Dclk =0;    // clock of bit 31 of 31 (0)
                delay(25);

                            // End
                Dclk =1;    // clock of bit 20 of 31 (1)
                delay(25);
                Dclk =0;    // clock of bit 20 of 31 (0)

                delay(5000);

}

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] RFID HAND BOOK Radio Frequency Identification Fundamentals and application Klaus finkenzeller Gieseeke & Devrient Gmbh, Monich, Germany 2000

[2] RFID HAND BOOK (second edition) Fundamentals and application *in contact less smart cards and* Identification Klaus finkenzeller Gieseeke & Devrient Gmbh, Munich, Germany 2003

[3] Auto ID, "Stand Dard", Slide Presentation, Jan 2001

[5] Michael L. David, RFID: Identification ", Slide Presentation .Oct 1997

[6] http://www.digchip.com/datasheets/parts/lr/parts_lr02.php

[7] http://www.rfid-handbook.de/forum/read.php?f=5&i=51&t=51

[8] http://www.autoid.org/presentations/standards.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้