

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบยืมคืนหนังสืออัตโนมัติในห้องสมุดโดยใช้ RFID

Automatic Borrowing and Returning Books System for Library Using RFID



โดย

นายธนวิษฐ์ เสาวพุทธสุขเวช

นางสาวรัชชนันท์ ชาญชัยวรวิทย์

นางสาวธิดา สิทธิ

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 62679

วัน,เดือน,ปี..... 2.1.ค.ศ. 2549

b. 14 k 28 322
i.

ปฏิญานិพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบยืมคืนหนังสืออัตโนมัติในห้องสมุดโดยใช้ RFID

Automatic Borrowing and Returning Books System for Library Using RFID

โดย

นายธนวัชร เสาวพุทธสุขเวช 45010321

นางสาวชัชชนันท์ ชาญชัยวรวิทย์ 45010341

นางสาวธิดา สิทธิ 45010347

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ

อาจารย์ ศรวัฒน์ ชิวปรีชา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของ (ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

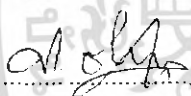
เรื่อง ระบบยืมคืนหนังสืออัตโนมัติในห้องสมุดโดยใช้ RFID

Automatic Borrowing and Returning Books System for Library Using RFID

ผู้จัดทำ

1. นาย ธนวัชร เสาวพุทธสุขเวช 45010321
2. นางสาวรัชชัญญา ชาญชัยวรวิทย์ 45010341
3. นางสาวธิดา สิทธิ 45010347


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.ดร. กอมชัย เดชหาญ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อ. ศรวัดน์ ชิวปรีชา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบยืมคืนหนังสืออัตโนมัติในห้องสมุดโดยใช้ RFID

Automatic Borrowing and Returning Books System for Library Using RFID

โดย นายธนวัชร เสาวพุทธสุขเวช 45010321
นางสาวรัชชัญญ์ ชาญชัยวรวิทย์ 45010341
นางสาวธิดา สิทธี 45010347

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ. ศรีวัฒน์ ชิวปรีชา

บทคัดย่อ

ระบบยืมคืนหนังสืออัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) เข้ามาช่วยในการแสดงรหัสหนังสือและรหัสของนักศึกษาเพื่อเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้นักศึกษาสามารถทำการยืมคืนหนังสือได้เองโดยไม่ต้องมีเจ้าหน้าที่ห้องสมุด ทำให้การยืมคืนหนังสือสะดวกและรวดเร็ว ยั่งยืนและยังมีการแจ้งเตือนการคืนหนังสือที่ล่าช้ารวมทั้งแจ้งค่าปรับที่ค้างชำระผ่านทางอีเมลล์ของนักศึกษา

ABSTRACT

The automatic borrowing and returning system by RFID technology let the students borrow and return books by themselves without librarians. So, returning and borrowing will be more comfortable and faster. Moreover, the system will also alert by e-mail of the student who return books late including the fine too.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ประกอบขึ้นจากความพยายามและความตั้งใจของตัวคณะผู้จัดทำ รวมถึงการช่วยเหลือทางด้านความรู้และคำชี้แนะจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. กอบชัย เศรษฐาญู และอาจารย์ศรวิวัฒน์ จิวปรีชา รวมทั้งอาจารย์ท่านอื่นๆ การให้กำลังใจจากบุพการีตลอดจนเพื่อนๆและผู้เกี่ยวข้องทุกคน การให้ความร่วมมือของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ที่ให้ความช่วยเหลือในส่วนของข้อมูลและอุปกรณ์ ที่มีส่วนก่อให้เกิดผลสำเร็จในปริญญานิพนธ์นี้ ทางคณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์	2
1.2 ขอบเขตการทำงาน	2
1.3 วิธีดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	3
2.1 RFID (Radio Frequency Identification)	3
2.2 ส่วนประกอบและโครงสร้างของระบบ RFID	3
2.2.1 เครื่องอ่าน (เครื่องอ่านสัญญาณ)	3
2.2.2 ฉลากอิเล็กทรอนิกส์ หรือแท็กส์	3
2.2.2.1 ชนิดของแท็กส์	3
2.2.2.2 เทคโนโลยีของหน่วยความจำ	4
2.2.2.3 ตัวอย่างแท็กส์ที่ใช้งานจริง	5
2.3 ความถี่ของคลื่นพาหะ	5
2.4 RFID ทำงานอย่างไร	6
2.5 ประเภทของ ระบบ RFID	7
2.5.1 RFID ที่จำแนกโดยขนาดของหน่วยความจำ	7
2.5.2 RFID ที่จำแนกโดยลักษณะการเคลื่อนของสัญญาณ	9
2.5.3 RFID ที่จำแนกตามความสามารถของระบบ	11
2.6 แท็กส์ที่มีฟังก์ชัน Cryptological	12
2.7 แนวความคิดของ Hierarchy key	13
2.7.1 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Hierarchy key	13
2.8 การแบ่งหน่วยความจำ	14
2.9 เทคโนโลยีหน่วยความจำ	15
2.10 เทคโนโลยีการเข้ารหัสและถอดรหัส	16
2.11 Full and Half Duplex Procedure	16
2.12 การเคลื่อนสัญญาณ โดยการเหนี่ยวนำ (Inductive coupling)	17
2.12.1 พลังงานที่จ่ายให้แท็กส์	17
2.13 การเข้ารหัสข้อมูล (Signal Coding)	19
2.13.1 การผสมรหัสข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะ (Modulation)	23
2.13.2 การส่งคลื่นสัญญาณออกไป (Transmission)	25
2.13.3 การถอดรหัสข้อมูลออกจากคลื่นพาหะ (Demodulation)	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.13.4 การแปลงรหัสสัญญาณข้อมูล (Signal decoding)	25
2.14 แอนตี้คอลลิสชัน (Anticollision)	26
2.14.1 การป้องกันการเกิดการชนกันของข้อมูล	26
2.14.2 วิธีการป้องกันข้อมูลชนกัน โดยมุ่งเน้นไปในวงกว้าง	27
2.15 หลักการของฟิสิกส์ของระบบ RFID	28
2.15.1 สนามแม่เหล็ก	28
2.15.1.1 กำลังสนามแม่เหล็ก	28
2.15.1.2 เส้นทางของกำลังสนาม $H(x)$ ในวงตัวนำ	29
2.15.2 เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของสายอากาศที่ดีที่สุด	31
2.15.3 ฟลักซ์แม่เหล็กและความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก	32
2.15.4 ความเหนี่ยวนำ L	33
2.15.4.1 ความเหนี่ยวนำของลูปตัวนำ	33
2.15.4.2 ความเหนี่ยวนำเสมือน M	34
2.15.5 สัมประสิทธิ์การคับปลิง k	35
2.15.6 กฎของฟาราเดย์	37
2.15.7 รีโซแนนซ์	39
2.16 ฐานข้อมูล MySQL	40
2.17 PHP	41
2.17.1 รูปแบบภาษา	41
2.17.2 สิ่งที่ต้องมีในการใช้ PHP	42
2.18 phpMyAdmin	42
2.19 มาตรฐาน RS-485	43
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	45
3.1 การออกแบบส่วนของ RFID	45
3.2 หลักการทำงานของ IC ที่ใช้งาน	45
3.2.1 EM4095 : Read/Write analog front end for 125 kHz RFID Basestation	45
3.2.1.1 Pin Description	46
3.2.1.2 การกำหนดการทำงาน	46
3.2.2 Tag : Multifunctional 330 bit Read/Write RF-Identification IC	47
3.2.2.1 บล็อกไดอะแกรมของ T5557	47
3.2.2.2 คุณสมบัติของ T5557	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2.2.3 Initialization and POR Delay	48
3.2.2.4 Tag to Reader Communication	48
3.2.2.5 Regular-read Mode	48
3.2.2.6 Block-read Mode	49
3.2.2.7 e5550 Sequence Terminator (ST)	49
3.2.2.8 Reader to Tag Communication	50
3.2.3 หลักในการเขียนข้อมูล	51
3.2.4 Password	52
3.3 ภาพรวมของระบบยืมคืนหนังสืออัตโนมัติ	52
3.4 โพลีชาร์ดแสดงการทำงานของแอปพลิเคชัน	55
3.4.1 โพลีชาร์ดการทำงานในด้านของ serial port	55
3.4.2 โพลีชาร์ดการทำงานในด้านของการอ่านและตรวจสอบแท็กส์	56
3.4.3 โพลีชาร์ดการทำงานในด้านของระบบยืมคืนหนังสือห้องสมุด	57
3.4.4 โพลีชาร์ดการทำงานในการเริ่มต้นเข้าสู่ข้อมูลของผู้ใช้งาน ผ่านทางเว็บไซต์	58
3.4.5 โพลีชาร์ดการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของนักศึกษา	58
3.4.6 โพลีชาร์ดการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของอาจารย์	59
3.4.7 โพลีชาร์ดการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของผู้ดูแลระบบ	60
3.4.8 โพลีชาร์ดการทำงานในการส่งอีเมลแจ้งเตือนค่าปรับหนังสือ ที่ยืมเกินกำหนด	61
3.5 วงจรที่ใช้อินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องอ่านสัญญาณกับคอมพิวเตอร์	62
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	63
4.1 ไอซี EM4095	63
4.1.1 ผลการวัดความถี่และขนาดของสัญญาณที่วัดจากสายอากาศ จากวงจร ไอซี EM4095 เมื่อไม่มีแท็กส์อยู่ในระยะที่สามารถอ่านได้	63
4.1.2 ผลการวัดความถี่และขนาดของสัญญาณที่วัดจากสายอากาศขาที่ 1 จากวงจร ไอซี EM4095 เมื่อมีแท็กส์	65
4.1.3 การวัดสัญญาณส่วนหัวของข้อมูล	66
4.2 การทดลองรับข้อมูลของแท็กส์จากเครื่องอ่านสัญญาณเพื่อเข้า สู่ระบบยืมคืนหนังสือ	67
4.3 การทดลองเข้าสู่ข้อมูลของผู้ใช้งานผ่านทางเครือข่าย	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.4 การทดลองส่งอีเมลล์แจ้งเตือนค่าปรับหนังสือที่ผู้ยืมหนังสือขี้นเกินกำหนด	94
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	95
ภาคผนวก	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 รูปสัญญาณ sequence terminator ของรหัส Manchester	5
รูปที่ 2.2 การสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านสัญญาณกับแท็กส์	7
รูปที่ 2.3 วงจรเทียบเคียงของระบบ RFID	7
รูปที่ 2.4 แท็กส์ของระบบ EAS จะมีเฉพาะเสาอากาศอย่างเดียว	8
รูปที่ 2.5 เสาอากาศของระบบ EAS	8
รูปที่ 2.6 วงจรเทียบเคียงของ Close – Coupling	9
รูปที่ 2.7 วงจรเทียบเคียงของ Remote Coupling หรือ Inductive Coupling	10
รูปที่ 2.8 วงจรเทียบเคียง Long Range	10
รูปที่ 2.9 ระบบ RFID ที่แบ่งตามฟังก์ชันของระบบ	11
รูปที่ 2.10 บล็อกไดอะแกรมของแท็กส์ที่เขียนได้ที่มีฟังก์ชัน cryptological ระหว่างแท็กส์กับเครื่องอ่านสัญญาณ	12
รูปที่ 2.11 แท็กส์ที่มี 2 หน่วยความจำ	13
รูปที่ 2.12 การประยุกต์ใช้หลายประเภทใน 1 แท็กส์ซึ่งแต่ละอัน มีการป้องกันโดย key ของมันเอง	14
รูปที่ 2.13 ความแตกต่างระหว่างเซกเมนต์ที่แน่นอนกับพรีเซกเมนต์	15
รูปที่ 2.14 การไหลของสัญญาณและข้อมูลในระบบการสื่อสารแบบดิจิทัล	16
รูปที่ 2.15 แสดง Full Duplex , Half Duplex และ Sequential System บนเวลา ข้อมูลจะส่งจากตัวเครื่องรูปที่ 2.16 แสดงรหัสสัญญาณ Biphase	16
รูปที่ 2.16 พลังงานการเหนี่ยวนำที่เกิดจากการคล้องสัญญาณของแท็กส์ จากพลังงานของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงและสร้าง โดยตัวเครื่องอ่านสัญญาณ	17
รูปที่ 2.17 การออกแบบแท็กส์	18
รูปที่ 2.18 รหัสสัญญาณ NRZ	20
รูปที่ 2.19 รหัสสัญญาณ Biphase	20
รูปที่ 2.20 รหัสสัญญาณ FSK	21
รูปที่ 2.21 รหัสสัญญาณ PSK1	22
รูปที่ 2.22 รหัสสัญญาณ PSK2	22
รูปที่ 2.23 รหัสสัญญาณ PSK3	23
รูปที่ 2.24 ใน ASK ความสูงของขดคลื่นจะเปลี่ยนสถานะอยู่ 2 สถานะ ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ผสมเข้ามา	24
รูปที่ 2.25 FSK จะเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นตามข้อมูลที่ผสมเข้ามา	24
รูปที่ 2.26 PSK จะกลับเฟสทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของข้อมูล	25

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.27 แทกส์หลายๆตัวในบริเวณทำงานของเครื่องอ่านสัญญาณตัวเดียว เป็นสาเหตุของการชนกันของข้อมูล	26
รูปที่ 2.28 ประเภทของวิธีการป้องกันการชนกันทั้งสามแบบ	27
รูปที่ 2.29 เส้นของฟลักซ์แม่เหล็กถูกสร้างรอบๆ ตัวนำที่มีกระแส	28
รูปที่ 2.30 เส้นของฟลักซ์แม่เหล็กรอบตัวนำกระแสและกระแสรอบขดลวดทรงกระบอก	29
รูปที่ 2.31 เส้นของฟลักซ์แม่เหล็กรอบขดลวดทรงกระบอกสั้น หรือลูปตัวนำ ซึ่งคล้ายกับในสายอากาศส่งของระบบ RFID	30
รูปที่ 2.32 เส้นทางกำลังสนามแม่เหล็ก H ในสนามระยะใกล้ของขดลวดทรงกระบอกสั้น หรือขดลวดตัวนำที่ระยะทางในทิศ x เพิ่มขึ้น	31
รูปที่ 2.33 เส้นทางของกำลังสนาม H ที่ระยะ $x = 20mm$ ซึ่งรัศมีของขดลวด $R = 5 - 55mm$	32
รูปที่ 2.34 ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์แม่เหล็ก Φ และความหนาแน่นฟลักซ์ B	32
รูปที่ 2.35 คำจำกัดความของความเหนี่ยวนำ L	33
รูปที่ 2.36 การกำหนดความเหนี่ยวนำเสมือน M_{21} โดยการคับปลิงของขดลวด สองอันผ่านการไหลของแม่เหล็กส่วนหนึ่ง	34
รูปที่ 2.37 เส้นทางของความเหนี่ยวนำเสมือนระหว่างสายอากาศของเครื่องอ่านสัญญาณ และแทกส์ในระยะทางทิศทาง x ที่เพิ่มขึ้น	35
รูปที่ 2.38 สัมประสิทธิ์การคับปลิงสำหรับลูปตัวนำที่มีขนาดแตกต่างกัน สายอากาศแทกส์ $r_{Transp} = 2cm$ สายอากาศของเครื่องอ่าน: $r_1 = 10cm, r_2 = 7.5cm, r_3 = 1cm$	36
รูปที่ 2.39 ความเข้มสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำ E ในวัสดุที่แตกต่างกัน จากด้านบน ผิวโลหะ ลูปตัวนำ และสุญญากาศ	37
รูปที่ 2.40 ด้านซ้ายแสดงสนามแม่เหล็กคับเปลี่ลูปตัวนำ ขวามือแสดงวงจรสมมูล สำหรับสนามแม่เหล็กคับเปลี่ลูปตัวนำ	38
รูปที่ 2.41 แสดงโคอะแกรมวงจรสมมูลของแทกส์จริง R_2 คือตัวต้านทาน โดยธรรมชาติของขดลวดของแทกส์ L_2 ขณะที่การใช้กระแสของชีพ ถูกแทนโดยตัวต้านทานโหลด R_L	39
รูปที่ 2.42 รูปแบบในการจัดเก็บฐานข้อมูล	41
รูปที่ 3.1 ขาของไอซี EM4095	45
รูปที่ 3.2 วงจรที่ใช้ต่อ EM4095 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์	46
รูปที่ 3.3 ระบบ RFID ที่ใช้ TS5557	47
รูปที่ 3.4 บล็อกโคอะแกรมของ TS5557	47
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างค่า MAXBLK ต่างๆ	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.6 Read Data Stream with Sequence Terminator	49
รูปที่ 3.7 e5550-compatible Sequence Terminator Waveforms	50
รูปที่ 3.8 แสดงการเริ่มต้นการสื่อสารของเครื่องอ่านสัญญาณต่อแทกส์	50
รูปที่ 3.9 รูปร่างสัญญาณขณะเขียนข้อมูล	51
รูปที่ 3.10 รูปแบบในการเขียนข้อมูล	51
รูปที่ 3.11 แสดงโพล์ซาร์คการทำงานในด้านของ serial port	55
รูปที่ 3.12 แสดงโพล์ซาร์คการทำงานในด้านของการอ่านและตรวจสอบแทกส์	56
รูปที่ 3.13 แสดงโพล์ซาร์คการทำงานในด้านของระบบยืมคินหนังสือห้องสมุด	57
รูปที่ 3.14 แสดงโพล์ซาร์คการทำงานในการเริ่มต้นเข้าสู่ข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์	58
รูปที่ 3.15 แสดงโพล์ซาร์คการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของนักศึกษา	58
รูปที่ 3.16 แสดงโพล์ซาร์คการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของอาจารย์	59
รูปที่ 3.17 แสดงโพล์ซาร์คการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของผู้ดูแลระบบ	60
รูปที่ 3.18 แสดงโพล์ซาร์คการทำงานในการส่งอีเมลแจ้งเตือนค่าปรับหนังสือที่ยืมเกินกำหนด	61
รูปที่ 3.19 แสดงรูปวงจรที่ใช้อินเทอร์เฟสระหว่างเครื่องอ่านสัญญาณกับคอมพิวเตอร์	62
รูปที่ 4.1 วงจรไอซี EM4095	63
รูปที่ 4.2 แสดงความถี่และขนาดของสัญญาณที่ออกจากสายอากาศเมื่อไม่มีแทกส์	63
รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบความถี่ของสัญญาณที่เสาอากาศที่ 1 และเสาอากาศที่ 2 ของวงจร ไอซี EM4095	64
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณที่ออกจากสายอากาศที่ 1 เมื่อมีแทกส์อยู่ในระยะที่อ่านได้	65
รูปที่ 4.5 แสดงรูปการขยายสัญญาณที่ออกจากสายอากาศ	65
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณส่วนหัวของข้อมูลที่วัดจากสายอากาศขาที่ 1	66
รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณส่วนหัวของข้อมูลที่วัดจากสายอากาศขาที่ 1 กับสัญญาณที่ออกมาจาก ไอซี EM 4095	66
รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่างโปรแกรมยืมคินหนังสือ	67
รูปที่ 4.9 แสดงหน้าต่างโปรแกรมรับข้อมูลทางซีเรียลพอร์ตเมื่อการเชื่อมต่อกับพอร์ตสำเร็จ	68
รูปที่ 4.10 แสดงการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานเพื่อทำการยืมคินหนังสือ	69
รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างที่ทำการยืมหนังสือ	70
รูปที่ 4.12 แสดงหน้าต่างที่ทำการคืนหนังสือ	71
รูปที่ 4.13 แสดงหน้าต่าง HOME ที่เริ่มต้นเลือกประเภทผู้ใช้งานเพื่อเข้าสู่ข้อมูล	72
รูปที่ 4.14 แสดงหน้าต่างที่จะทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบ	72
รูปที่ 4.15 แสดงหน้าต่างที่ทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบ	73
รูปที่ 4.16 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้ผู้ดูแลระบบกรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้อง	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.17 แสดงหน้าต่างที่เกิดขึ้นเมื่อผู้ดูแลระบบกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องแล้วเข้าไปดูข้อมูล	74
รูปที่ 4.18 แสดงหน้าต่างการเพิ่มหนังสือของผู้ดูแลระบบ	75
รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างการเตือนให้กรอกรายละเอียดของหนังสือก่อนกดปุ่มเพิ่มหนังสือใหม่	76
รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่างการเตือนให้กรอกรายละเอียดของหนังสือให้ครบก่อนกดปุ่มเพิ่มหนังสือใหม่	77
รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างรายการหนังสือเพื่อที่จะแก้ไขรายละเอียดของหนังสือ	77
รูปที่ 4.22 แสดงหน้าต่างเลือกหนังสือที่จะลบของหนังสือ	78
รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างหนังสือที่เหลือเมื่อลบหนังสือที่เลือกลบออกไปแล้ว	78
รูปที่ 4.24 แสดงหน้าต่างการเลือกหนังสือที่จะลบที่ละหลายเล่ม	78
รูปที่ 4.25 แสดงหน้าต่างการไม่เลือกหนังสือที่จะลบที่ละหลายเล่ม	78
รูปที่ 4.26 แสดงหน้าต่างเพิ่มรายชื่อผู้ใช้งาน (นักศึกษา)	79
รูปที่ 4.27 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดใดๆของรายชื่อผู้ใช้งาน (นักศึกษา)	79
รูปที่ 4.28 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดของรายชื่อผู้ใช้งาน (นักศึกษา) ให้สมบูรณ์	80
รูปที่ 4.29 แสดงหน้าต่างรายชื่อนักศึกษาเพื่อที่จะแก้ไขรายละเอียดของรายชื่อนักศึกษา	80
รูปที่ 4.30 แสดงหน้าต่างเลือกรายชื่อนักศึกษาเพื่อที่จะลบรายชื่อนักศึกษา	80
รูปที่ 4.31 แสดงหน้าต่างรายชื่อนักศึกษาที่เหลือเมื่อลบรายชื่อนักศึกษาที่เลือกลบออกไปแล้ว	81
รูปที่ 4.32 แสดงหน้าต่างการเลือกรายชื่อนักศึกษาที่จะลบที่หลายรายชื่อ	81
รูปที่ 4.33 แสดงหน้าต่างการไม่เลือกรายชื่อนักศึกษาที่จะลบที่หลายรายชื่อ	81
รูปที่ 4.34 แสดงหน้าต่างเพิ่มรายชื่อผู้ใช้งาน (อาจารย์)	82
รูปที่ 4.35 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดใดๆของรายชื่อผู้ใช้งาน (อาจารย์)	82
รูปที่ 4.36 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดของรายชื่อผู้ใช้งาน (อาจารย์) ให้สมบูรณ์	83
รูปที่ 4.37 แสดงหน้าต่างรายชื่ออาจารย์เพื่อที่จะแก้ไขรายละเอียดของรายชื่ออาจารย์	83
รูปที่ 4.38 แสดงหน้าต่างเลือกรายชื่ออาจารย์เพื่อที่จะลบรายชื่ออาจารย์	83
รูปที่ 4.39 แสดงหน้าต่างรายชื่ออาจารย์ที่เหลือเมื่อลบรายชื่ออาจารย์ที่เลือกลบออกไปแล้ว	84
รูปที่ 4.40 แสดงหน้าต่างการเลือกรายชื่ออาจารย์ที่จะลบที่หลายรายชื่อ	84
รูปที่ 4.41 แสดงหน้าต่างการไม่เลือกรายชื่ออาจารย์ที่จะลบที่หลายรายชื่อ	84
รูปที่ 4.42 แสดงหน้าต่าง HOME ที่เริ่มต้นเลือกประเภทผู้ใช้งานเพื่อเข้าสู่ข้อมูลอาจารย์	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปลูกภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.43 แสดงหน้าต่างที่จะทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของอาจารย์	85
รูปที่ 4.44 แสดงหน้าต่างที่จะทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของอาจารย์	86
รูปที่ 4.45 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้อาจารย์กรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้อง	86
รูปที่ 4.46 แสดงหน้าต่างที่เกิดขึ้นเมื่ออาจารย์กรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องแล้วเข้าไปดูข้อมูล	87
รูปที่ 4.47 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการแสดงรายละเอียดหนังสือที่ยืมไป	87
รูปที่ 4.48 แสดงหน้าต่างของระบบที่อาจารย์จะทำการเปลี่ยนรหัสผ่าน	87
รูปที่ 4.49 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งเตือนความผิดพลาดเมื่อการกรอกข้อมูลยังไม่สมบูรณ์	88
รูปที่ 4.50 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งเตือนความผิดพลาดเมื่อการใส่รหัสผ่านใหม่กับการ ยืนยันรหัสผ่านไม่ตรงกัน	88
รูปที่ 4.51 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งเตือนความผิดพลาดเมื่อการใส่รหัสผ่านเก่าไม่ถูกต้อง	88
รูปที่ 4.52 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งว่าการเปลี่ยนรหัสผ่านเรียบร้อย	88
รูปที่ 4.53 แสดงหน้าต่างของระบบผู้ใช้ประเภทอาจารย์ที่จะทำการ Log Out	89
รูปที่ 4.54 แสดงหน้าต่าง HOME ที่เริ่มต้นเลือกประเภทผู้ใช้งานเพื่อเข้าสู่ข้อมูลนักศึกษา	89
รูปที่ 4.55 แสดงหน้าต่างที่จะทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของนักศึกษา	90
รูปที่ 4.56 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้นักศึกษากรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้อง	90
รูปที่ 4.57 แสดงหน้าต่างที่นักศึกษากรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องเพื่อเข้าระบบ	91
รูปที่ 4.58 แสดงหน้าต่างที่เกิดขึ้นเมื่อนักศึกษากรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องแล้ว เข้าไปดูข้อมูล	91
รูปที่ 4.59 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการแสดงรายละเอียดหนังสือที่ยืมไป	92
รูปที่ 4.60 แสดงหน้าต่างของระบบที่นักศึกษาจะทำการเปลี่ยนรหัสผ่าน	92
รูปที่ 4.61 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้อาจารย์กรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้อง	92
รูปที่ 4.62 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งเตือนความผิดพลาดเมื่อการใส่รหัสผ่านใหม่กับการยืนยัน	93
รูปที่ 4.63 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งเตือนความผิดพลาดเมื่อการใส่รหัสผ่านเก่าไม่ถูกต้อง	93
รูปที่ 4.64 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งว่าการเปลี่ยนรหัสผ่านเรียบร้อย	93
รูปที่ 4.65 แสดงหน้าต่างของระบบผู้ใช้ประเภทอาจารย์ที่จะทำการ Log Out	93
รูปที่ 4.66 แสดงหน้าต่างอีเมลแจ้งเตือนค่าปรับหนังสือที่ยืมหนังสือเกินกำหนด	94

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงย่านความถี่ต่างๆ ของระบบ RFID และการใช้งาน	6
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงการใช้พลังงานของหลายๆ RFID-ASIC พลังงานโวลต์ที่น้อยที่สุดที่ไมโครชิพสามารถทำงานได้ คือ 1.8 V และมากที่สุดที่ 10 V	19
ตารางที่ 3.1 แสดง Pin Description	46
ตารางที่ 3.2 แสดง Write Data Decoding Scheme	50



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ระบบบ่งชี้อัตโนมัตินี้ (Automatic Identification หรือ Auto ID) ถูกนำมาใช้งานและพัฒนาไปอย่างมากทั้งในภาคอุตสาหกรรม โลจิสติกส์ กระบวนการผลิตการขนถ่ายวัตถุดิบ ฯลฯ ระบบ Auto ID จะนำมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูล ระบุสถานะของ คน สัตว์ สิ่งของ เช่น สินค้า ที่เราให้ความสนใจ

ระบบ Auto ID ที่เป็นที่รู้จักและใช้งานกันแพร่หลายที่สุด คือ ระบบบาร์โค้ด (Barcode System) ซึ่งสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น บัตรคูปองสินค้า หนังสือ หรือบนตัวสินค้า เนื่องจากมีต้นทุนต่อหน่วยที่ต่ำง่ายต่อการใช้งานจึงเป็นเหตุผลให้บาร์โค้ดถูกนำมาใช้งานมากที่สุด แต่บาร์โค้ดก็มีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ จัดเก็บข้อมูลได้จำกัด เสียหาย หรือมีปัญหาระหว่างการอ่านได้ง่าย ระบบ Auto ID ที่เรารู้จักรองลงมาจากบาร์โค้ดก็คือ ระบบสมาร์ทการ์ด (Smart Card System) เป็นระบบที่กำลังมีบทบาทอย่างรวดเร็ว ในปัจจุบันเราจะพบเห็นระบบสมาร์ทการ์ดในรูปแบบของบัตรต่างๆ เช่น บัตรชมภาพยนตร์ ชิมการ์ดของโทรศัพท์เคลื่อนที่ และบัตรสมาชิกตามคลับต่างๆ โดยใช้แถบแม่เหล็ก หรือ ไมโครชิพในการอ่าน/เขียนข้อมูล มีข้อดีคือสามารถเก็บข้อมูลได้มากปลอดภัย แต่เนื่องจากเป็นแถบแม่เหล็ก วิธีการอ่านข้อมูลจากสมาร์ทการ์ดจะต้องใช้วิธีสัมผัสทำให้เกิดการสึกหรอของเครื่องอ่านเมื่อใช้ไปนานๆ ระบบ Auto ID อีกชนิดหนึ่งที่เราจะกล่าวถึงนี้เป็นระบบที่จัดข้อเสียของทั้งระบบบาร์โค้ดและสมาร์ทการ์ด เราเรียกระบบนี้ว่า RFID (Radio Frequency Identification) เป็นระบบ Auto ID ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นความถี่วิทยุ เป็นพาหะในการสื่อสารข้อมูล

RFID คือ ระบบชี้เฉพาะอัตโนมัตินี้ (Automatic Identification) แบบไร้สัมผัสซึ่งประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ 1.เครื่องอ่านสัญญาณ (reader) 2.ตัวบัตร (tag) ซึ่งระบบชี้เฉพาะอัตโนมัตินี้จะใช้ความถี่คลื่นวิทยุเป็นคลื่นพาหะในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ซึ่งเทคโนโลยีนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกในการที่จะบ่งบอกความแตกต่างของข้อมูล เทคโนโลยี RFID มีข้อดีเช่น

- มีขนาดเล็ก สะดวกต่อการพกพา
- สามารถอ่าน หรือ เขียนข้อมูล ได้โดยไม่ต้องสัมผัส
- ทนต่อการใช้งาน

และมีการประยุกต์ใช้งานต่างๆเช่น

- Hand Held reader
- บัตรเข้าออกสำนักงาน
- บัตรจอดรถ
- บัตรสหกรณ์
- บัตรรับประทานอาหาร
- ระบบเช็คสต็อกสินค้า
- ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาหลักการสร้างและการออกแบบเทกซ์และเครื่องอ่านสัญญาณ
2. ศึกษาการส่งผ่านข้อมูลระหว่างเทกซ์กับเครื่องอ่านสัญญาณ
3. ศึกษาการส่งผ่านข้อมูลจากเครื่องอ่านสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ตอนุกรม แล้วนำข้อมูลที่ได้อ่านเก็บไว้ในฐานข้อมูล
4. ศึกษาการสร้างระบบฐานข้อมูลและการเชื่อมต่อฐานข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

1.2 ขอบเขตการทำงาน

1. ในส่วนการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องอ่านสัญญาณกับคอมพิวเตอร์นั้นจะใช้โปรแกรม C, Visual C++ และพอร์ตอนุกรมมาเป็นตัวเชื่อมต่อเพื่อรับข้อมูลที่เทกซ์ส่งไปยังเครื่องอ่านสัญญาณแล้วไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์

2. ในส่วนของระบบฐานข้อมูลจะนำข้อมูลทั้งหมดของระบบเก็บไว้เพื่อที่จะสามารถเรียกนำมาตรวจสอบได้ทั้งทางเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในเครือข่ายที่สร้างขึ้น ซึ่งโปรแกรมที่ใช้สร้างระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยโปรแกรม MySQL ใช้บริหารจัดการด้านฐานข้อมูลเพื่อให้ระบบสามารถเรียกใช้ข้อมูลได้อย่างสะดวกขึ้นและโปรแกรม PHP ใช้เชื่อมต่อข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลและนำมาแสดงผลผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์

3. ในส่วนการแจ้งเตือนค่าปรับผ่านทางอีเมลล์ของผู้มีหนังสือนั้นมีโปรแกรมที่ใช้คือโปรแกรม C, Visual C++ เพื่อนำข้อมูลค่าปรับหนังสือแต่ละเล่มของผู้มีหนังสือแต่ละคนที่ค้างชำระค่าปรับขึ้นหนังสือเกินกำหนดในระบบฐานข้อมูลออกมาแล้วทำการส่งอีเมลล์เพื่อใช้แจ้งเตือนค่าปรับ

1.3 วิธีดำเนินงาน

ในโครงการนี้เริ่มต้นโดยการศึกษาทฤษฎีต่างๆของเทคโนโลยี RFID ต่อมาจึงศึกษาทฤษฎีการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกันระหว่างเครื่องอ่านสัญญาณกับคอมพิวเตอร์ เมื่อสามารถติดต่อกันได้แล้วจะทำการทดสอบการส่งและอ่านข้อมูลของเครื่องอ่านสัญญาณกับแผ่นป้ายระบุข้อมูล แล้วจึงศึกษาการติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ให้สามารถเชื่อมต่อและประมวลผลผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้

หลังจากนั้นจะนำข้อมูลที่ส่งและอ่านได้จากแผ่นป้ายระบุข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลแล้วข้อมูลต่างๆจะสามารถเรียกดูได้โดยผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 RFID (Radio Frequency Identification)

RFID จะมีลักษณะใกล้เคียงกับบัตรเครดิตที่สุด คือข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในการ์ดหรือแท็กส์ เหมือนกันแต่มีข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือ การอ่านหรือเขียนข้อมูลสามารถทำได้โดยไม่ต้องสัมผัส เหมือนกับบัตรเครดิต ซึ่งจะอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่วิทยุ (Radio Frequency) ในการติดต่อสื่อสารจึงเป็นสาเหตุให้ RFID ได้เปรียบระบบ Auto ID ชนิดอื่นๆ และมีแนวโน้มที่จะถูกใช้งาน มากขึ้นเรื่อยๆ

2.2 ส่วนประกอบและโครงสร้างของระบบ RFID

โดยทั่วไประบบ RFID จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ

2.2.1 เครื่องอ่านสัญญาณ (เครื่องอ่านสัญญาณ)

จะประกอบไปด้วยภาครับ/ส่งสัญญาณวิทยุ ส่วนควบคุมและเสาอากาศ (Antenna) ทำหน้าที่ คล้องสัญญาณกับแท็กส์ และส่วนของการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ควบคุมภายนอก (RS232C) ขึ้นอยู่กับ ลักษณะการสื่อสารที่เราต้องการ เครื่องอ่านสัญญาณนั้นนอกจากจะสามารถจะอ่านข้อมูลได้แล้วยังสามารถ เขียนข้อมูลได้ด้วย

2.2.2 ฉลากอิเล็กทรอนิกส์ หรือแท็กส์

จะเป็นส่วนของการเก็บข้อมูลและถูกติดตั้งอยู่กับวัตถุที่เราต้องการชี้บ่ง (Identify) แท็กส์จะ ประกอบไปด้วยเสาอากาศทำหน้าที่คล้องสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องอ่านสัญญาณและส่วนของไมโครชิพ

2.2.2.1 ชนิดของแท็กส์

แท็กส์ที่มีการใช้งานอยู่นั้นจะมีอยู่ 2 ชนิดใหญ่ๆ โดยแต่ละชนิดก็จะมี ความแตกต่างกันในแง่ของ การใช้งาน ราคา โครงสร้างและหลักการทำงานอยู่ ซึ่งจะขอก้าวและอธิบายแยกเป็นหัวข้อดังนี้

1) แท็กส์ของ RFID แบบพาสซีฟ (Passive RFID Tags)

แท็กส์แบบนี้ไม่จำเป็นต้องรับแหล่งจ่ายไฟใดๆ เพราะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็น แหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่แล้ว ระยะการสื่อสารข้อมูลที่ทำได้สูงสุด 1.5 เมตร มีหน่วยความจำขนาดเล็ก (โดยทั่วไปจะมีขนาดของหน่วยความจำประมาณ 32 – 128 บิต) มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วย ค่ำ ไอซีของแท็กส์แบบพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็น ได้ตั้งแต่แท่งหรือแผ่น ขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้จนเป็นถึงขนาดใหญ่ที่สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิด งานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็น ไอซีของแท็กส์นั้นก็ประกอบไปด้วย 3 ส่วน

หลักๆ ได้แก่ ส่วนหน่วยความจำ ส่วนควบคุมภาคลอจิก และส่วนควบคุมการทำงานของภาครับส่งสัญญาณวิทยุ⁴

2) แท็กของ RFID แบบแอคทีฟ (Active RFID Tags)

แท็กแบบนี้จะใช้แหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ขนาดเล็ก มีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ซึ่งเก็บข้อมูลได้ถึง 1 เมกะไบต์ มีระยะเวลาสื่อสารข้อมูลที่ทำได้สูงสุดถึง 6 เมตร แม้ว่าแท็กชนิดนี้จะมีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มีข้อเสียอยู่ด้วยเหมือนกันเช่น มีราคาต่อหน่วยแพง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัด นอกจากการแบ่งตามที่ว่ามาแล้ว แท็กก็ยังคงถูกแบ่งประเภทจากรูปแบบในการใช้งานได้ 3 แบบคือ แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read – write) แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write- Once, Read – Many หรือ WORM) และแบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read – only) ด้วย

2.2.2.2 เทคโนโลยีของหน่วยความจำ

1) RAM (Random Access Memory)

เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราว ข้อมูลจะสูญหายเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง ดังนั้นหน่วยความจำชนิดนี้จึงจำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองอยู่ในแท็กด้วย ข้อดีของหน่วยความจำชนิดนี้คือ สามารถเก็บข้อมูลได้มาก เวลาในการอ่านหรือเขียนข้อมูลนั้นสั้น

2) EEPROM (Electric Erasable PROM)

เป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ในการสำรองไฟเพื่อรักษาข้อมูล เพราะภายในวงจรจะมีตัวเก็บประจุ (capacitor) ทำหน้าที่ชาร์ตประจุไฟฟ้าให้กับวงจรของหน่วยความจำซึ่งมีอายุยาวนานถึง 10 ปี จำนวนครั้งในการเขียนข้อมูลมากกว่า 100,000 ครั้ง แต่เวลาในการอ่านหรือเขียนข้อมูลนานกว่า RAM และความจุก็น้อยกว่า RAM ด้วย

3) FRAM (Ferroelectric RAM)

EEPROM มีข้อเด่นคือเป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องมีแบตเตอรี่ แต่ข้อเสียคือใช้เวลาในการเขียนข้อมูลมากและใช้พลังงานในการเขียนข้อมูล FRAM จึงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาข้อบกพร่องของ EEPROM คือสามารถเขียนข้อมูลได้เร็วกว่า ใช้พลังงานน้อยกว่า การเขียนข้อมูลซ้ำได้มากกว่า 1,000,000,000 ครั้ง และไม่ต้องมีแบตเตอรี่เหมือนกัน แต่เทคโนโลยีของ FRAM นั้นจะมีความซับซ้อนมากกว่า และเนื่องจากการพัฒนา FRAM ยังมีปัญหาอยู่บางประการทำให้หน่วยความจำชนิดนี้ยังไม่ถูกนำมาใช้งานแพร่หลายมากนัก

2.2.2.3 ตัวอย่างแท่งที่ใช้งานจริง

แท่ง : Multifunctional 330 bit Read/Write RF-Identification IC มีรายละเอียดคร่าวๆดังนี้

- 1) แท่งจะทำการเก็บข้อมูลเป็นบล็อก บล็อกละ 32 บิต จำนวน 8 บล็อก
- 2) แท่งจะทำการส่งข้อมูลทั้ง 8 บล็อกออกมาอย่างต่อเนื่องเรื่อยๆ โดยเมื่อวนมาครบ 1 รอบแล้วกำลังจะทำการส่งข้อมูลในบล็อกที่ 1 จะมีสัญญาณ sequence terminator เพื่อบอกจุดเริ่มต้นของชุดข้อมูล
- 3) สัญญาณ sequence terminator นี้ จะกำหนดรูปแบบของแท่งดังนี้

บิตที่ 1 เป็นสัญญาณ "1"

บิตที่ 2 เป็นสัญญาณที่ไม่ถูกมอดูเลต เพราะฉะนั้นจะเป็นการส่งคลื่นพาห์ออกไป

บิตที่ 3 เป็นสัญญาณ "1"

บิตที่ 4 มีค่าเหมือนบิตที่ 2

รูปสัญญาณ sequence terminator ของรหัส Manchester แสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 รูปสัญญาณ sequence terminator ของรหัส Manchester

- 4) สามารถมอดูเลตสัญญาณส่งออกไปได้หลายแบบและกำหนดบิตเรตในการส่งข้อมูลได้

2.3 ความถี่ของคลื่นพาห์

ในปัจจุบันได้มีการรวมกลุ่มระหว่างแต่ละประเทศ เพื่อทำการกำหนดมาตรฐานความถี่คลื่นพาห์ของระบบ RFID โดยมี 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มประเทศในยุโรปและแอฟริกา (Region 1) กลุ่มประเทศอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ (Region 2) และสุดท้ายคือ กลุ่มประเทศตะวันออกไกลและออสเตรเลีย (Region 3) ซึ่งแต่ละกลุ่มประเทศนั้นจะกำหนดแนวทางในการเลือกใช้ความถี่ต่างๆ ให้แก่บรรดาประเทศสมาชิก อย่างไรก็ตามความถี่ของคลื่นพาห์ที่นิยมใช้งานก็คือ ย่านความถี่ต่ำ (125 kHz) ย่านความถี่ปานกลาง (13.56 MHz) และย่านความถี่สูง (2.45 GHz) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 นอกจากนี้รัฐบาลของแต่ละประเทศ โดยทั่วไปจะมีการออกกฎหมายเกี่ยวกับระเบียบการใช้งานย่านความถี่ต่างๆ รวมถึงกำลังส่งของระบบ RFID ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

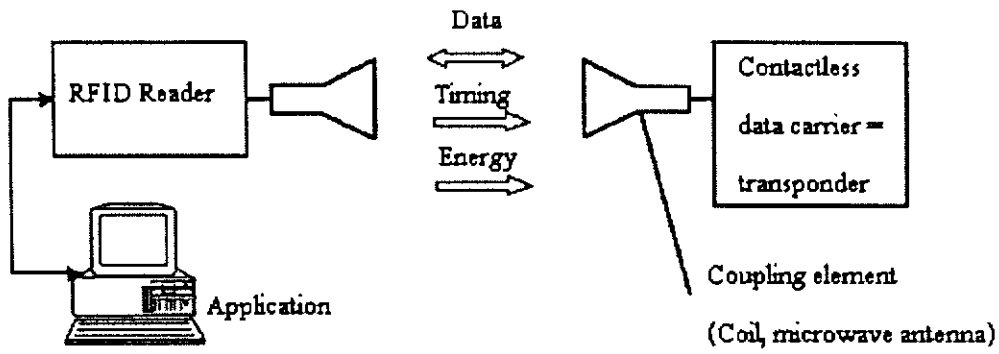
ย่านความถี่	คุณลักษณะ	การใช้งาน
ย่านความถี่ต่ำ 100 - 500 kHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไป คือ 125 kHz	-ระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ -ต้นทุนไม่สูง -ความเร็วในการอ่านข้อมูลต่ำ -ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก	-Access Control -ประตูอัตโนมัติ -ระบบคลัง -รถยนต์
ย่านความถี่กลาง 10 - 15 MHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไป คือ 13.56 MHz	-ระยะการรับส่งข้อมูลปานกลาง -ราคามีแนวโน้มถูกลงในอนาคต -ความเร็วในการอ่านข้อมูลปานกลาง -ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก	-Access Control -สมาร์ทการ์ด
ย่านความถี่สูง 850-950 MHz , 2.4 - 5.8 GHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไป คือ 2.45 GHz	-ระยะการรับส่งข้อมูลไกล (10 เมตร) -ความเร็วในการอ่านข้อมูลสูง -ราคาแพง	-รถไฟ -ระบบเก็บค่าผ่านทาง

ตารางที่ 2.1 ย่านความถี่ต่างๆ ของระบบ RFID และการใช้งาน

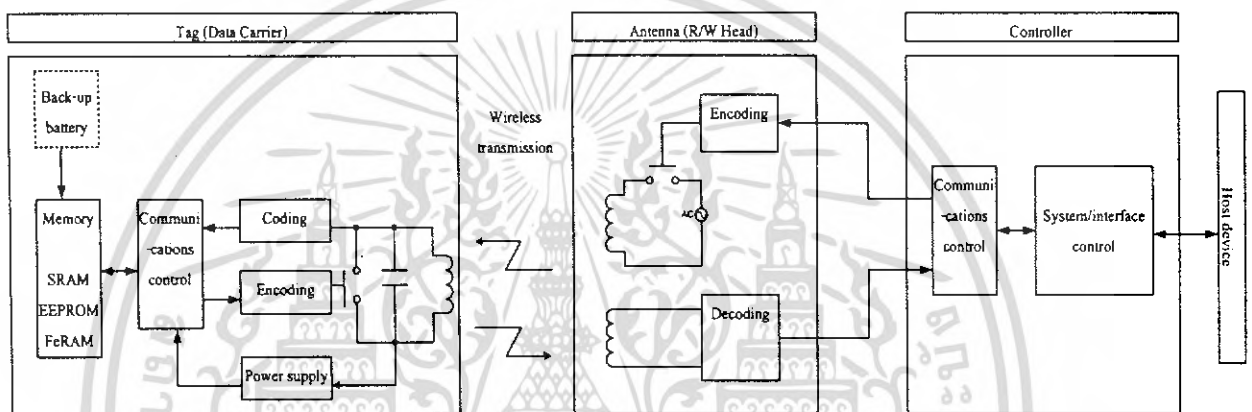
2.4 RFID ทำงานอย่างไร

จากวงจรเทียบเคียงส่วนควบคุมและติดต่อสื่อสาร (Control and Interface) จะได้รับคำสั่ง (Command) จากส่วนควบคุมที่สูงกว่า (Host) เช่น คอมพิวเตอร์ หรือ PLC (Programmable Logic Controller) จากนั้นตัวควบคุมจะทำการประมวลผลคำสั่งว่า Host ต้องการให้ทำอะไร จากนั้นก็จะส่งให้ส่วนของภาครับ/ส่งวิทยุ ที่มีส่วนของวงจรเข้ารหัส (Coding) จากนั้นส่วนของวงจรผสมสัญญาณ (Modulation) ทำการผสมข้อมูลเข้ากับคลื่นพาห์แล้วทำการส่งออกไปทางเสาอากาศ ขนาดของพื้นที่ที่มีสัญญาณอยู่นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของเสาอากาศและพลังงาน (หน่วย Watt) ของเสาอากาศ เมื่อแท็กเข้ามาในพื้นที่ที่มีสัญญาณแล้ว เสาอากาศภายในแท็กจะได้รับการคล้องสัญญาณทำให้แท็กทำงานได้ตามที่กล่าวมา แล้ววงจรถอดรหัส (Demodulation) จะทำการแยกสัญญาณข้อมูลที่ถูกผสมมาจากเครื่องอ่านสัญญาณออกจากคลื่นพาห์แล้วทำการแปลงรหัส (Decoding) จากนั้น CPU ของแท็กจะรับคำสั่งไปประมวลผลถ้าเป็นคำสั่งเขียนแท็กจะบันทึกข้อมูลที่ส่งมาลงในหน่วยความจำของแท็ก แต่ถ้าเป็นคำสั่งอ่านแท็กจะดึงข้อมูลจากหน่วยความจำที่ระบุไว้จากคำสั่ง แล้วทำการผสมข้อมูลที่วงจรผสมข้อมูลภายในแท็กกับคลื่นพาห์ แล้วส่งออกไปทางเสาอากาศเหมือนกัน เมื่อเครื่องอ่านสัญญาณได้รับสัญญาณจากแท็กวงจรถอดรหัสของเครื่องอ่านสัญญาณก็จะถอดเอาข้อมูลออกจากคลื่นพาห์และส่งไปที่ Host Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านสัญญาณกับแท็กส์



รูปที่ 2.3 วงจรเทียบเคียงของระบบ RFID

2.5 ประเภทของ ระบบ RFID

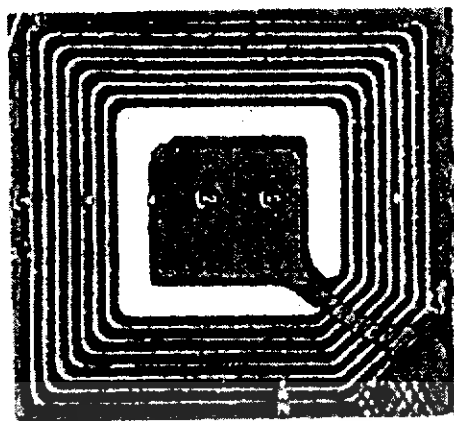
RFID ถูกจำแนกออกได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับว่าจะถูกจำแนกจากคุณสมบัติอะไร เช่น ความถี่ที่ใช้งาน ชนิดของแท็กส์ หรือขนาดของหน่วยความจำของแท็กส์ที่ใช้

2.5.1 RFID ที่จำแนกโดยขนาดของหน่วยความจำ

1) RFID ชนิด 1 บิต (2 Bit Type)

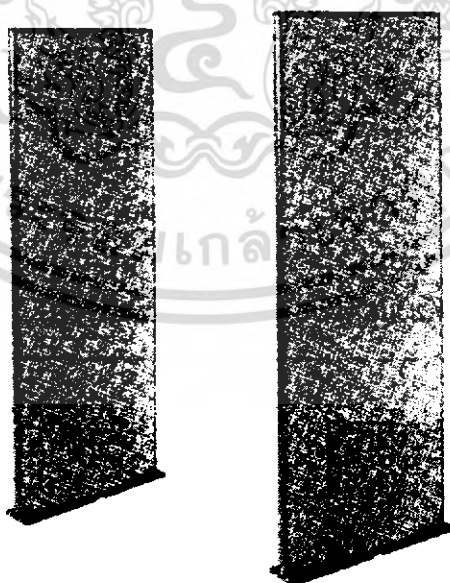
RFID ชนิดนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า EAS (Electronic Article Surveillance) เป็น RFID ที่ใช้แท็กส์ที่ไม่มีไมโครชิพ RFID ระบบนี้จะตรวจสอบเฉพาะว่ามีแท็กส์อยู่ในพื้นที่สัญญาณหรือไม่ ดังนั้นสถานะจึงแสดงเพียงแค่มิหรือไม่มี ซึ่งเป็นรหัสดิจิทัล 0 หรือ 1 นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แท็กของระบบ EAS จะมีเฉพาะเสาอากาศอย่างเดียว

เนื่องจากการทำงานของ RFID ระบบนี้ง่ายไม่ซับซ้อนและแท็กมีราคาถูกมาก ระบบจึงถูกนำมาใช้กับการป้องกันสินค้าถูกขโมยในห้างร้านต่างๆ โดยแท็กจะติดอยู่กับตัวสินค้าหรือซ่อนไว้ข้างหลังบาร์โค้ดอีกที เครื่องอ่านสัญญาณจะถูกออกแบบเป็นโครงเสาอากาศสูงประมาณ 1-12 เมตร อยู่ที่ทางออกของห้างร้านนั้นๆ เมื่อสินค้าที่มีแท็กติดอยู่ผ่านมาในบริเวณเสาอากาศนี้ก็จะถูกตรวจจับได้จากการคล่องสัญญาณจากเสาอากาศและแท็ก จึงสามารถตรวจจับสินค้าที่ถูกนำออกไปได้ แท็กจะถูกดึงออกหรือใช้เครื่องทำลายความเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อสินค้าถูกนำมาชำระที่แคชเชียร์ ซึ่งเราจะพบเห็นแท็กระบบ EAS ได้ในซูเปอร์มาร์เก็ตหรือดิสเคาน์เตอร์ต่างๆ เช่น คาร์ฟูร์ โลตัส บิ๊กซี หรือร้านขายเสื้อผ้า ซิตี ต่างๆ ช่วงเวลาที่ใช้งานจะเป็นช่วงความถี่ไมโครเวฟ เนื่องจากระยะในการสื่อสารค่อนข้างไกล (ระยะระหว่างเสาอากาศ)



รูปที่ 2.5 เสาอากาศของระบบ EAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

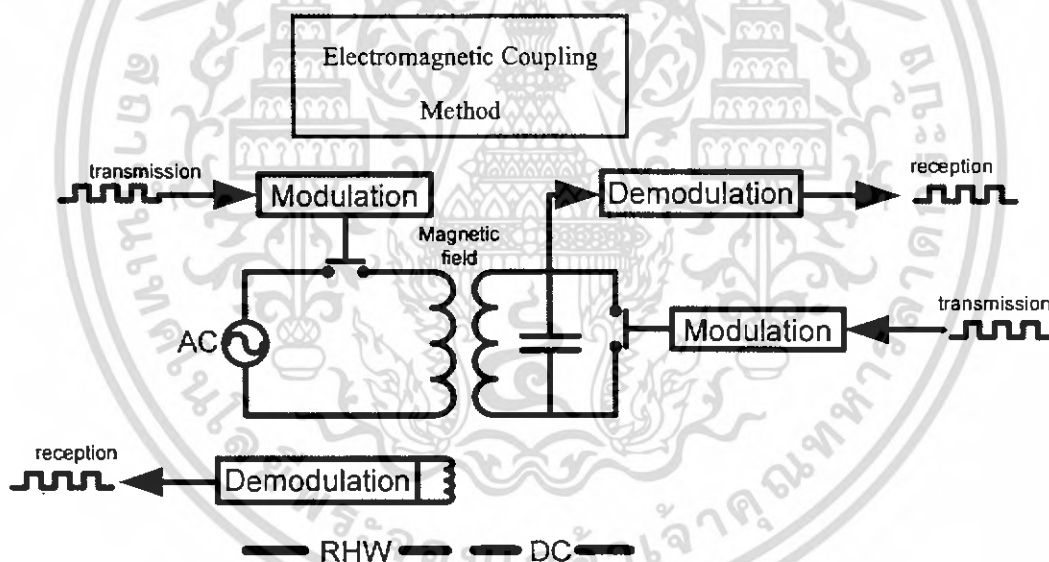
2) RFID ชนิดหน่วยความจำมากกว่า 1 บิต (Data Carrier Type)

RFID ชนิดนี้จะใช้แท็กที่มีไมโครชิพ และหน่วยความจำที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ มีราคาสูงกว่าแท็กชนิด EAS โดย RFID แบบหน่วยความจำมากกว่า 1 บิตบางชนิดนั้นสามารถเก็บข้อมูลได้สูงสุดถึง 64 กิโลไบต์ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้แท็กแบบนี้ในอุตสาหกรรมหรืองานทั่วไปที่ต้องใช้แท็กในการเก็บข้อมูล

2.5.2 RFID ที่จำแนกโดยลักษณะการคล้องของสัญญาณ

1) Close Coupling

เป็น RFID ที่มีระยะในการอ่าน /เขียนข้อมูลสั้นมากประมาณ 0-1 เซนติเมตร ดังนั้นแท็ก จะต้องอยู่ใกล้หรือวางอยู่บนเครื่องอ่านสัญญาณ Close Coupling นี้จะสามารถใช้คลื่นความถี่ได้ตั้งแต่ 0 Hz จนถึง 50 MHz เนื่องจากการทำงานของแท็กในระบบนี้ไม่อาศัยการส่งพลังงานจากการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องอ่านสัญญาณแต่อาศัยการเหนี่ยวนำเหมือนหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้เกิดพลังงานที่ทำให้วงจรภายในแท็กทำงานได้ ระบบ Close-Coupling จะนิยมนำมาใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยค่อนข้างสูง แต่ไม่ต้องการติดต่อได้ไกลเช่นประตูอัตโนมัติหรือสมาร์ทการ์ดไร้สัมผัส (Contactless Smart Cards)



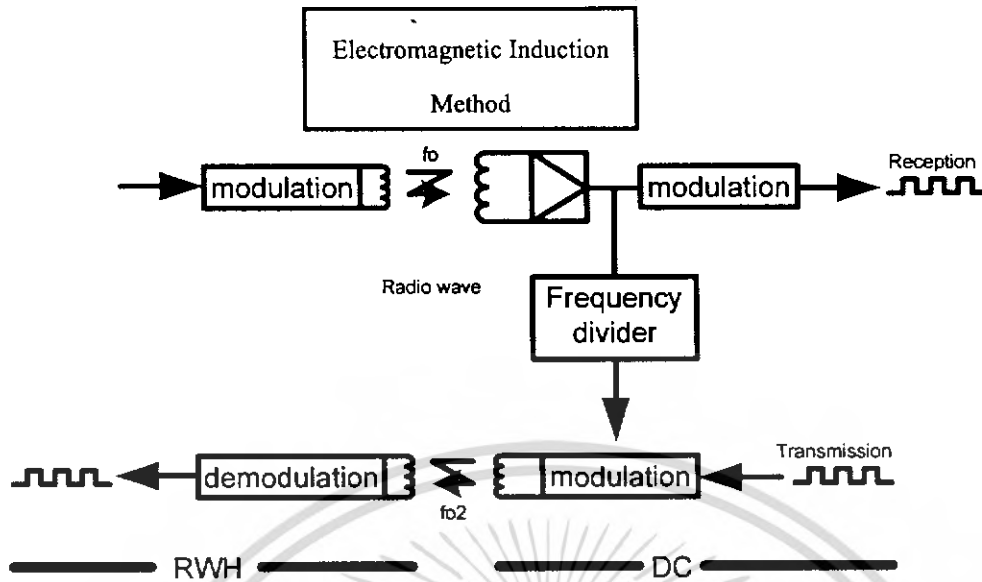
รูปที่ 2.6 วงจรเทียบเคียงของ Close – Coupling

2) Remote Coupling

เป็นระบบที่มีระยะการอ่าน/เขียนสูงถึง 1 เมตร ระบบนี้จะใช้หลักการคล้องสัญญาณแบบ Inductive (Magnetic) Coupling ระหว่างเครื่องอ่านสัญญาณกับแท็ก ระบบ RFID ประมาณ 90 – 95% ในปัจจุบันใช้หลักการ Remote Coupling นี้ โดยความถี่ที่ใช้งานมีหลายความถี่ตั้งแต่ความถี่ที่ต่ำกว่า 135 kHz หรือ 13.56 MHz และ 27.125 MHz พลังงานไฟฟ้าจะถูกส่งโดยหลักการแผ่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปที่แท็ก ทำให้แท็กได้รับพลังงานสามารถทำงานได้ ระบบ Remote Coupling นี้จะพบมากในลักษณะงาน

อุตสาหกรรมเช่น รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์

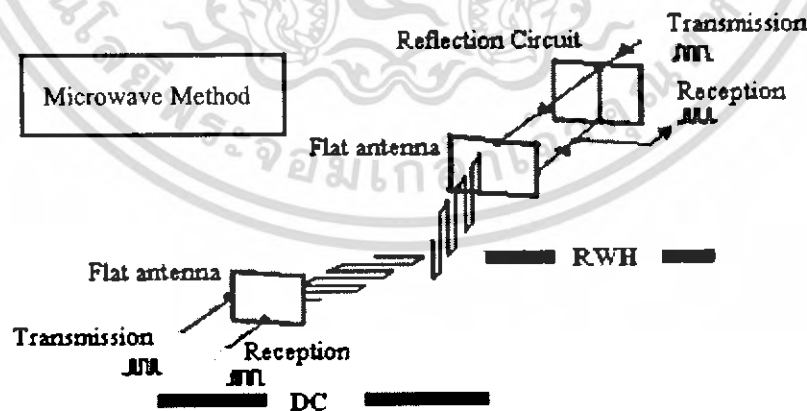
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 วงจรเทียบเคียงของ Remote Coupling หรือ Inductive Coupling

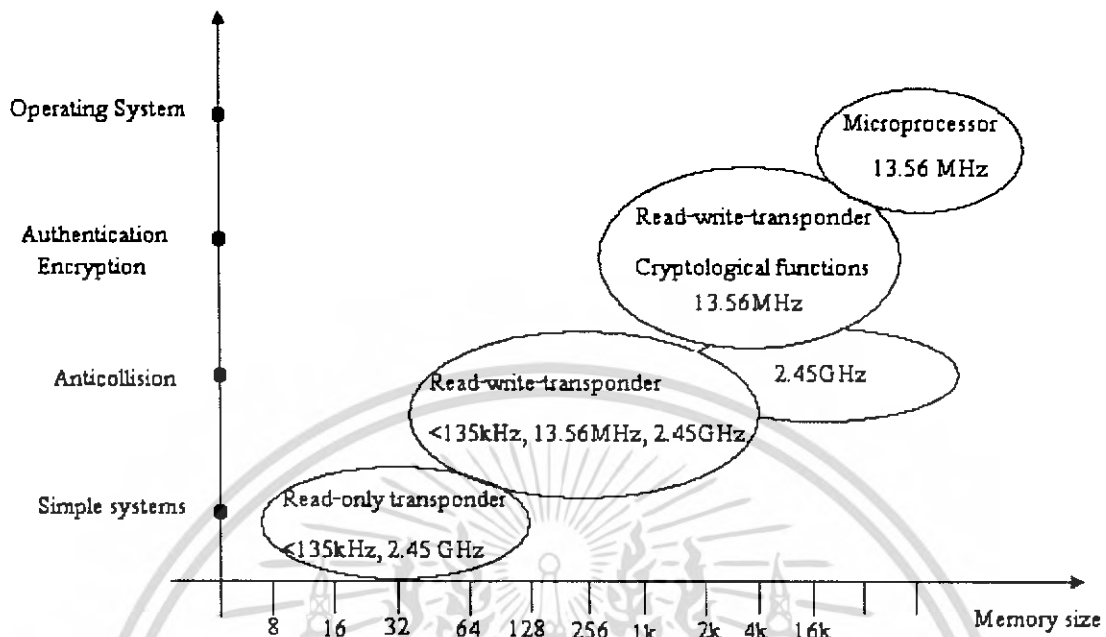
3) Long Range

ระบบนี้จะมีระยะการอ่าน/เขียนอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 เมตรหรือบางระบบอาจสูงกว่านี้ ความถี่ที่ใช้ในระบบนี้จะเป็นย่านที่มีความถี่สูงมากหรือไมโครเวฟ (Microwave range) ซึ่งปกติที่ความถี่ 2.45 GHz หรือบางครั้งจะพบที่ 915 MHz 5.8 GHz และ 24.125 GHz แต่การส่งพลังงานจากตัวเครื่องอ่านสัญญาณไปยังแท็กทำได้ยาก ดังนั้นแท็กที่ใช้งานจะเป็นชนิดที่มีแบตเตอรี่ในตัวซึ่งจะใช้สำหรับเป็น ไฟเลี้ยงที่ทำให้ไมโครชิพทำงานและเก็บรักษาข้อมูล ลักษณะงานที่พบเห็นจะเป็นลักษณะงานที่ต้องการการสื่อสารในระยะไกลเช่น ในกระบวนการผลิตรถยนต์ ระบบชำระเงินอัตโนมัติของทางด่วน



รูปที่ 2.8 วงจรเทียบเคียง Long Range

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ระบบ RFID ที่แบ่งตามฟังก์ชันของระบบ

1) ระบบอ่านอย่างเดียว (Read Only System)

แท็กมีข้อมูลซึ่งจะอยู่ในรูปของ Serial Number และไม่สามารถเขียนข้อมูลใหม่ลงไปได้เหมาะกับงานที่ต้องการอ่านอย่างเดียว เพื่อแยกแยะความแตกต่างของสินค้าหรือบุคคล ระบุชนิดของสินค้า Pallets หรือตู้คอนเทนเนอร์ มีราคาต่ำ ความถี่ที่ใช้งานจะอยู่ที่ต่ำกว่า 135 kHz หรือ 2.45 GHz

2) ระบบอ่านเขียน (Read-Write System)

แท็กสามารถเขียนข้อมูลซ้ำได้ โดยความจุอยู่ที่ 16 ไบต์ จนถึงมากกว่า 16 กิโลไบต์หน่วยความจำที่ใช้จะเป็นชนิด EEPROM หรือ SRAM ความถี่ที่ใช้งานจะเป็น 135 KHz 13.56 MHz 27.125 MHz หรือ 2.45 GHz

3) ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor System)

มีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวประมวลผลในแท็ก สามารถประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายและมีฟังก์ชันการสร้างรหัสลับ (Cryptological Functions) สามารถนำไปใช้งานที่เกี่ยวเนื่องกับการรักษาความปลอดภัย ส่วนมากระบบนี้จะใช้ย่านความถี่ที่ 13.56 MHz หน่วยความจำที่ใช้งานจะมีขนาดตั้งแต่ร้อยละจนถึง 16 กิโลไบต์ และหน่วยความจำเป็นแบบ EEPROM

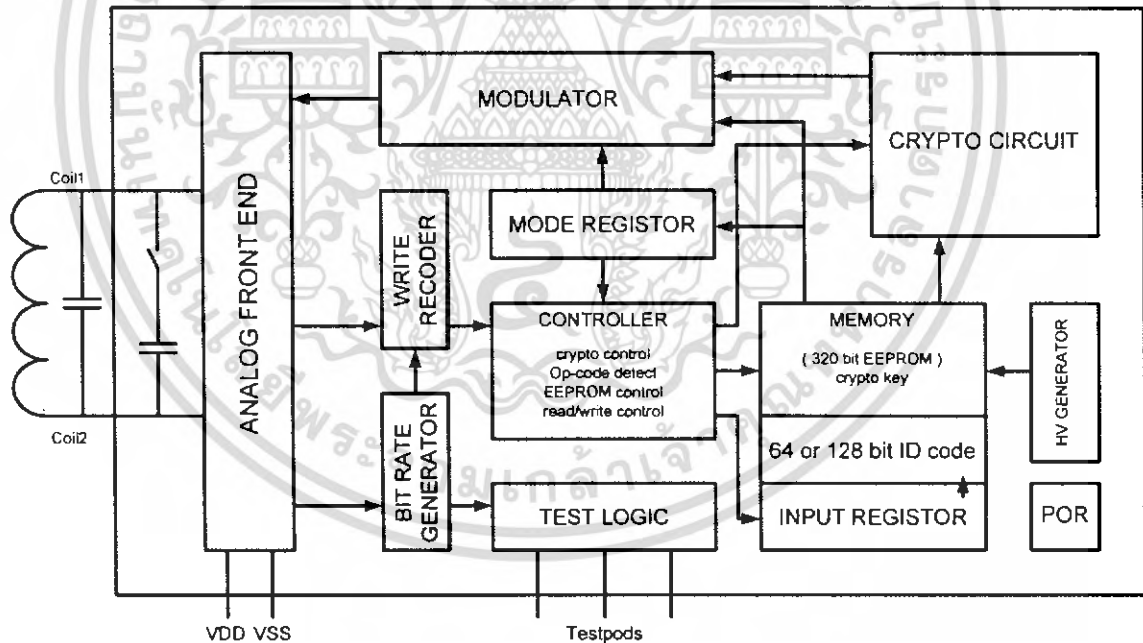
2.6 แทกส์ที่มีฟังก์ชัน Cryptological

ถ้าแทกส์ที่สามารถเขียนได้ไม่ได้ถูกป้องกันเอาไว้ เครื่องอ่านสัญญาณที่เป็นระบบ RFID สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการเพราะอาจจะเกิดความเสียหายได้โดยการอ่านหรือเขียนข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาตลงในแทกส์ ตัวอย่างของแทกส์ชนิดนี้คือ แทกส์ในตัวเดินทางและแทกส์ในกุญแจรถ

มีวิธีการแก้ปัญหาในกรณีที่มีการเข้าถึงแทกส์โดยไม่ได้รับอนุญาต วิธีที่ง่ายที่สุดในการป้องกันการอ่านและเขียนข้อมูลคือการเช็คพาสเวิร์ด วิธีการก็คือการจะเปรียบเทียบพาสเวิร์ดที่ส่งกับพาสเวิร์ดอ้างอิง และจะสามารถเข้าถึงในหน่วยความจำได้ถ้าพาสเวิร์ดตรงกัน

อย่างไรก็ตามการตรวจสอบจะจำเป็นต้องตรวจสอบทั้งสององค์ประกอบของแอปพลิเคชันเดียวกัน พื้นฐานของวิธีการตรวจสอบจะรวมกับการเปรียบเทียบของ 2 secret key ที่ไม่ได้ถูกส่งผ่านอินเตอร์เฟซ cryptological ที่แท้จริงจะถูกรวมกับ encryption ของข้อมูลที่ถูกส่ง จะมีผลทำให้ป้องกันการลักลอบดูข้อมูลโดยแทกส์ที่ใช้ตัวรับเป็นวิทยุ

พื้นที่ในหน่วยความจำที่บรรจุในแอปพลิเคชันแทกส์ที่มีฟังก์ชันการทำงานแบบ cryptological จะมีพื้นที่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บ secret key และ configuration register (access register, Acc) secret key จะถูกเขียนไว้ที่ key memory โดยผู้ผลิต ก่อนที่แทกส์จะส่งไปให้ผู้ใช้ ซึ่ง key memory นี้จะไม่สามารถอ่านได้



รูปที่ 2.10 บล็อกโคอะแกรมของแทกส์ที่เขียนได้ที่มีฟังก์ชัน cryptological ระหว่างแทกส์กับเครื่องอ่านสัญญาณ

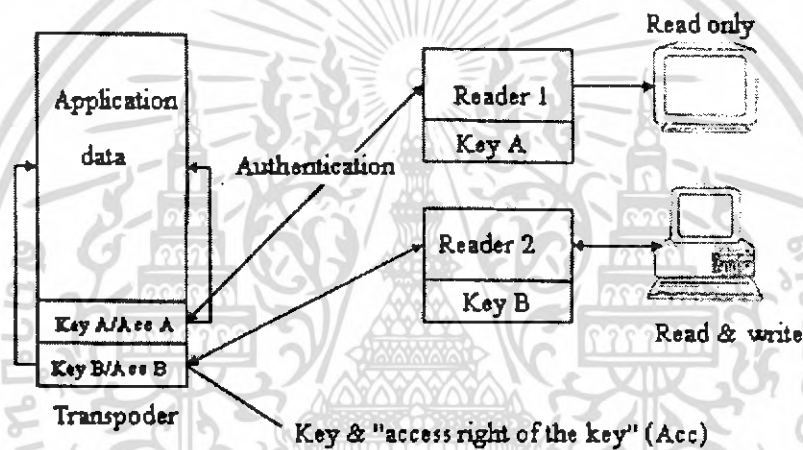
2.7 แนวความคิดของ Hierarchy key

ในบางระบบจะมีการแยกการเก็บข้อมูลออกเป็น key A และ key B ซึ่งจะมีวิธีการเข้าถึงที่แตกต่างกัน การตรวจสอบระหว่างแท่งกับเครื่องอ่านสัญญาณจะต้องใช้ key A และ key B

เครื่องอ่านสัญญาณ 1 จะครอบครอง key A หลังจากการตรวจสอบเสร็จสิ้นจะสามารถอ่านข้อมูลในหน่วยความจำของแท่งได้ เครื่องอ่านสัญญาณ 2 จะครอบครอง key B ซึ่งหลังจากตรวจสอบเสร็จสิ้นแล้วมันจะสามารถเขียนข้อมูลลงไปในหน่วยความจำของแท่งได้

2.7.1 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Hierarchy key

การประยุกต์ใช้ Hierarchy key จะใช้ในระบบการเดินทางสาธารณะ ซึ่งจะแบ่งเครื่องอ่านสัญญาณออกเป็น 2 แบบคือ แบบ devaluer สำหรับการจ่ายค่าเดินทางและแบบ revaluer เป็นสมาร์ทการ์ดที่สามารถใส่ข้อมูลลงไปได้



รูปที่ 2.11 แท่งที่มี 2 หน่วยความจำ

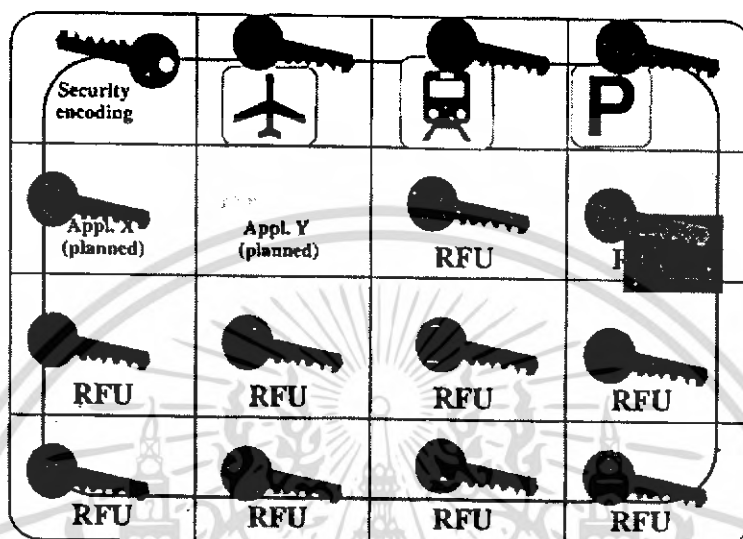
การเข้าถึงไปยังแท่งจะมีอยู่ 2 ทางคือรีจิสเตอร์ A และรีจิสเตอร์ B หลังจากตรวจสอบโดยใช้ key A ระบบจะอนุญาตให้ลดจำนวนเงินลง ถ้าตรวจสอบโดยใช้ key B จะสามารถเพิ่มจำนวนเงินได้

ในการป้องกันการ โกง แท่งจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้โดย devaluer ถ้าซอฟต์แวร์ถูกขโมย แท่งจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้าไม่มี key ที่ถูกต้อง

การรักษาความปลอดภัย key B จะถูกโหลดเข้าไปในเครื่องอ่านสัญญาณ สำหรับการป้องกันขโมย

2.8 การแบ่งหน่วยความจำ

แทกส์สามารถป้องกันจากการเข้าถึงโดยการใช้เครื่องอ่านสัญญาณจากการประยุกต์ใช้แบบอื่นได้ โดยวิธีการตรวจสอบคั้งที่อธิบายไว้ข้างต้น หน่วยความจำขนาดใหญ่ในแทกส์จะสามารถแบ่งหน่วยความจำออกเป็นหน่วยเล็กๆ ได้เรียกว่าเซกเมนต์ และป้องกันการเข้าถึงที่ไม่ได้รับอนุญาตได้โดยใช้ key ที่แตกต่างกัน



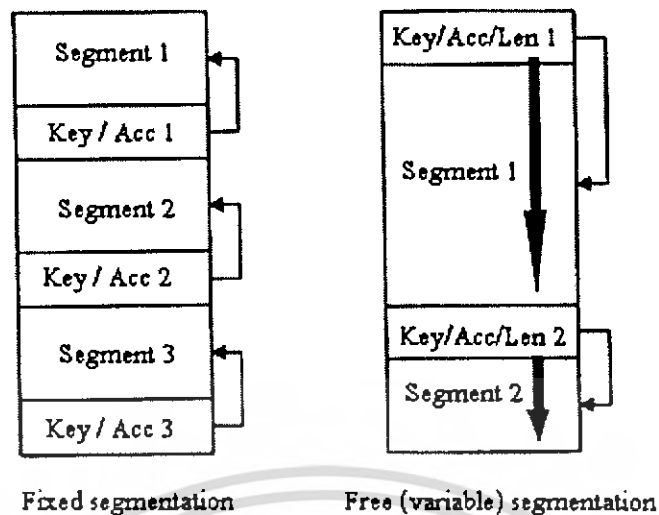
รูปที่ 2.12 การประยุกต์ใช้หลายประเภทใน 1 แทกส์ซึ่งแต่ละอันมีการป้องกันโดย key ของมันเอง

การเข้าถึงในเซกเมนต์แต่ละตัวสามารถตรวจสอบได้ด้วย key ที่เหมาะสม ดังนั้นเครื่องอ่านสัญญาณของการประยุกต์ใช้นั้นสามารถเข้าถึงเฉพาะเซกเมนต์ของตัวเองได้ถ้ารู้ key ของการประยุกต์ใช้ของตัวเอง

หน่วยความจำแต่ละเซกเมนต์ส่วนใหญ่จะมีขนาดที่แน่นอนในระบบเหล่านี้ พื้นที่การเก็บในเซกเมนต์จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากผู้ใช้ ขนาดเซกเมนต์ที่แน่นอนจะมีประโยชน์คือทำงานและราคาถูก ซึ่งจะพิจารณาจากไมโครชิพของแทกส์

ในการประยุกต์ใช้ขนาดเล็กๆ ค่าของพื้นที่การเก็บจะเสียไปบนแทกส์เพราะแต่ละเซกเมนต์จะเป็นส่วนที่ใช้เท่านั้น ในทางกลับกันการประยุกต์ใช้ขนาดใหญ่มันจะกระจายไปหลายเซกเมนต์ ซึ่งหมายความว่า การประยุกต์ใช้นั้น specific key จะต้องถูกเก็บไว้ในแต่ละเซกเมนต์ที่ครอบครองอยู่ ในการเก็บ ID key หลายๆอันจะทำให้เสียพื้นที่

ในการที่จะใช้พื้นที่ให้มีประสิทธิภาพกับความยาวของเซกเมนต์ หน่วยความจำที่อยู่ในเซกเมนต์สามารถตรงกันกับความต้องการของการประยุกต์ใช้โดยใช้พื้นที่ในหน่วยความจำ



รูปที่ 2.13 ความแตกต่างระหว่างเซกเมนต์ที่แน่นอนกับฟรีเซกเมนต์

รูปที่ 2.13 แสดงถึงรูปแบบของหน่วยความจำของแท่งที่มีเซกเมนต์ที่แน่นอน หน่วยความจำทั้งหมดมี 128 ไบต์จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนสามารถป้องกันการอ่านและเขียนข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาตได้โดยใช้พาสเวิร์ดของตัวมัน การเข้าถึงรีจิสเตอร์ของแท่งนี้จะประกอบด้วยพื้นที่หน่วยความจำ 16 บิตต่อหนึ่งเซกเมนต์

2.9 เทคโนโลยีหน่วยความจำ

ส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของข้อมูลคลีนพาก็คือหน่วยความจำที่ข้อมูลผู้ใช้จะอ่านหรือเขียนก็ได้ ข้อมูลที่อ่านได้อย่างเดียวจะถูกกำหนดขึ้นที่ขั้นตอนการผลิตชิพโดยการเบิร์นเข้าไปในหน่วยความจำ โดยใช้เลเซอร์ การใช้เลเซอร์จะทำให้มันสามารถที่จะกำหนดตัวเลขเฉพาะ (Serial Number) หรือตัวเลขที่ต่อเนื่องกันไปอยู่ในข้อมูลในคลีนพาค์

ถ้าข้อมูลเป็นข้อมูลที่ถูกเขียนไปที่ข้อมูลในคลีนพาค์ดังนั้น เซลล์ RAM หรือ EEPROM หรือ FRAM จะถูกบรรจุลงไปในชิพ อย่างไรก็ตามเซลล์ EEPROM และ FRAM สามารถเก็บข้อมูลได้เป็นระยะเวลาประมาณ 10 ปีโดยไม่มีกรจ่ายพลังงาน

2.12 การคล้องสัญญาณโดยการเหนี่ยวนำ (Inductive coupling)

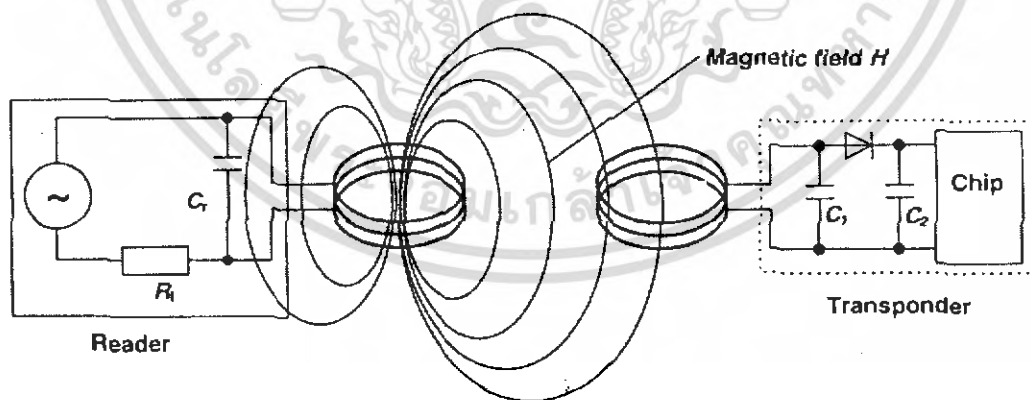
2.12.1 พลังงานที่ถ่ายให้แท็กส์

การคล้องสัญญาณ โดยการเหนี่ยวนำของแท็กส์ ประกอบด้วยเครื่องมือเก็บข้อมูลทางไฟฟ้า ส่วนใหญ่ใช้ไมโครชิพตัวเดียว และขดลวดขนาดกว้างเป็นตัวทำเสาอากาศ

การคล้องสัญญาณ โดยการเหนี่ยวนำของแท็กส์แบบพาสซีฟเป็นส่วนใหญ่ ความหมายคือพลังงานทั้งหมดใช้สำหรับการทำงานของไมโครชิพ เสาอากาศของเครื่องอ่านสัญญาณนั้นจะสร้างคลื่นความถี่สนามแม่เหล็กสูงซึ่งจะแพร่ไปรอบๆขดลวด เนื่องจากความยาวคลื่นของช่วงความถี่ที่ใช้ (น้อยกว่า 135 kHz:2400 m หรือ 13.56 MHz:22.1 m) มากกว่าระยะระหว่างเสาอากาศของเครื่องอ่านสัญญาณกับตัวแท็กส์ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าอาจจะเปลี่ยนเป็นสนามแม่เหล็กซึ่งขึ้นอยู่กับระยะทางของเสาอากาศของเครื่องอ่านสัญญาณกับตัวแท็กส์

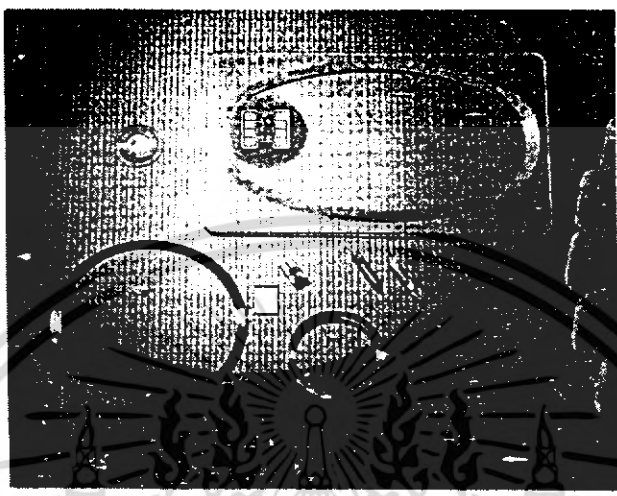
ส่วนของการส่งสนามแม่เหล็กไปทั่วเสาอากาศของตัวแท็กส์ คือระยะทางจากขดลวดของเครื่องอ่านสัญญาณ โวลต์ (V_r) ถูกสร้างขึ้นที่เสาอากาศของตัวแท็กส์โดยการเหนี่ยวนำ โวลต์นี้จะถูกแปลงและใช้เป็นพลังงานสำหรับไมโครชิพ ตัวเก็บประจุ (C_r) ถูกต่อขนานกับเสาของเครื่องอ่านสัญญาณ การเก็บประจุของตัวเก็บประจุนี้จะถูกเลือกซึ่งมันจะทำงานกับขดลวดเหนี่ยวนำของเสาอากาศจากวงจร parallel resonant ด้วยความถี่รีโซแนนซ์ซึ่งตรงกับความถี่ของเครื่องอ่านสัญญาณ กระแสที่สูงมากถูกสร้างขึ้นในเสาขดลวดของตัวเครื่องอ่านสัญญาณ โดยการเข้ากันของวงจร parallel resonant ซึ่งจะใช้สร้างสนามแม่เหล็กที่ต้องการในการทำงานของแท็กส์

เสาอากาศของตัวแท็กส์ และ C_r จากวงจร Resonant จะส่งความถี่ไปยังตัว เครื่องอ่านสัญญาณ โวลต์ V_r ที่ขดลวดในตัวแท็กส์จะ ไปถึงมากที่สุดก็ขึ้นอยู่กับขั้นตอนรีโซแนนซ์ในวงจร parallel resonant



รูปที่ 2.16 พลังงานการเหนี่ยวนำที่เกิดจากการคล้องสัญญาณของแท็กส์ จากพลังงานของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงและสร้างโดยตัวเครื่องอ่านสัญญาณ

รูปของขดลวด 2 ขด คล้ายกับหม้อแปลง ซึ่งกรณีนี้เป็นการคล้องสัญญาณซึ่งได้สัญญาณที่อ่อน
 มาก ประสิทธิภาพของพลังงานในการส่งระหว่างเสาอากาศของตัวส่งและตัวรับเป็นสัดส่วนของความถี่
 ตัวเลขของจำนวนรอบการพันของขดลวด n พื้นที่ A ล้อมรอบด้วยขดลวดของแท่ง มุมของ 2 ขดลวด
 ความแตกต่างของแต่ละตัวและระยะห่างระหว่าง 2 ขดลวด



รูปที่ 2.17 การออกแบบแท่ง

ความถี่ (f) ที่เพิ่มขึ้นนั้นต้องการขดลวดเหนี่ยวนำของขดลวดของตัวแท่ง ด้วยเหตุนี้ตัวเลขรอบ
 ของขดลวด n ลดลง (135 kHz: typical 100-1000 windings หรือ 13.56 MHz: typical 3-10 windings)
 เพราะ โวลต์ที่เกิดขึ้นในแท่งนั้นเป็นสัดส่วนของ f การลด n นั้นส่งผลกับประสิทธิภาพของพลังงานใน
 การส่งความถี่สูงขึ้น

อย่างไรก็ตามมันยังคงมีประสิทธิภาพน้อยมาก การเหนี่ยวนำระบบนั้นเพียงทำให้มันเหมาะสม
 กันสำหรับวงจรที่กระแสดำเนินจะอ่านเพียงแท่ง (ที่ความถี่น้อยกว่า 135 kHz) อย่างเดียวด้วยพลังงานที่
 ใช้จ่ายที่สุดที่สามารถใช้ได้ สำหรับระยะมากกว่าเมตรเนื่องจากใช้พลังงานสูงแท่งจะเขียนฟังก์ชันและ
 ระบบเดือนกึ่งที่จะทำงานที่ระยะ 25 เซนติเมตร และบางที่จะมีการเดือนกึ่งบ้างที่ระยะเกิน 80 เซนติเมตร

	Memory/ Byte	Write/read distance (cm)	Power consumption	Frequency	Application
ASIC#1	6	15	10 μA	120 kHz	Animal ID
ASIC#2	32	13	600 μA	120 kHz	Goods flow, access check
ASIC#3	256	2	6 μA	128 kHz	Public transport
ASIC#4	256	0.5	<1 μA	4 MHz*	Goods flow, Public transport
ASIC#5	256	<2	-1 μA	4/13.56MHz	Goods flow
ASIC#6	256	100	500 μA	125 kHz	access check
ASIC#7	2048	0.3	<10 mA	4.91 MHz*	Contactless chip cards
ASIC#8	1024	10	-1 mA	13.56 MHz	Public transport
ASIC#9	8	100	<1 mA	125 kHz	Goods flow
ASIC#10	128	100	<1 mA	125 kHz	access check

*Close coupling system

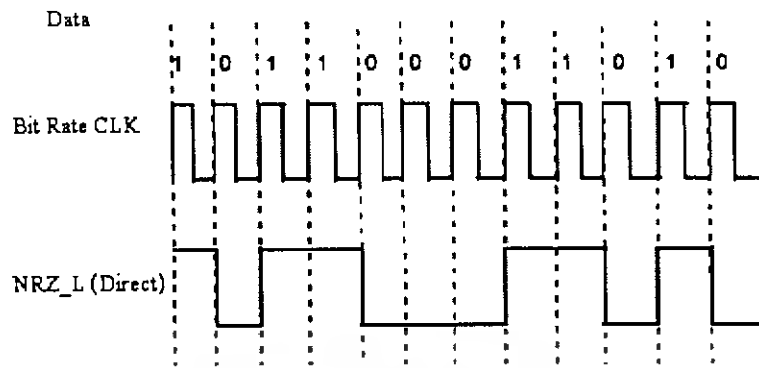
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงการใช้พลังงานของหลายๆ RFID-ASIC พลังงานโวลต์ที่น้อยที่สุดที่ไม่โครชิพสามารถทำงานได้คือ 1.8 V และมากที่สุดที่ 10 V

2.13 การเข้ารหัสข้อมูล (Signal Coding)

การรับส่งข้อมูลแบบตรงไปตรงมาอาจจะทำให้ข้อมูลถูกรบกวนและทำให้การซิงโครไนซ์ของข้อมูลเกิดการคลาดเคลื่อน (โดยปกติวงจรดิจิทัลจะปรับการซิงโครไนซ์ของข้อมูลได้เฉพาะในช่วงที่มีการเปลี่ยนระดับของข้อมูลจาก 1 เป็น 0 หรือจาก 0 เป็น 1) ทำให้รับข้อมูลผิดพลาด เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นจึงต้องมีการนำสัญญาณดิจิทัลไปผ่านเข้ารหัสเสียก่อน ก่อนที่รหัสจะถูกส่งไปมอดูเลต แต่การเข้ารหัสบางอย่างก็มีข้อเสียคือช่วงเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลอาจต้องเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า การเข้ารหัสมักเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการสื่อสารแบบดิจิทัล ในระบบสื่อสารแบบดิจิทัลนั้นจะใช้สัญลักษณ์ 0 กับ 1 แทนข้อมูลโดยความแตกต่างของข้อมูลจะเป็นตัวกำหนดค่า 0 กับ 1 ของแต่ละบิตข้อมูล ข้อมูลจะถูกจัดเรียงเป็นแนวนอนหรือเส้นตรง (Line Code) ซึ่งมาตรฐานของ Line Code จะมีหลายมาตรฐาน และมาตรฐานที่นำมาใช้ในระบบ RFID มีดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

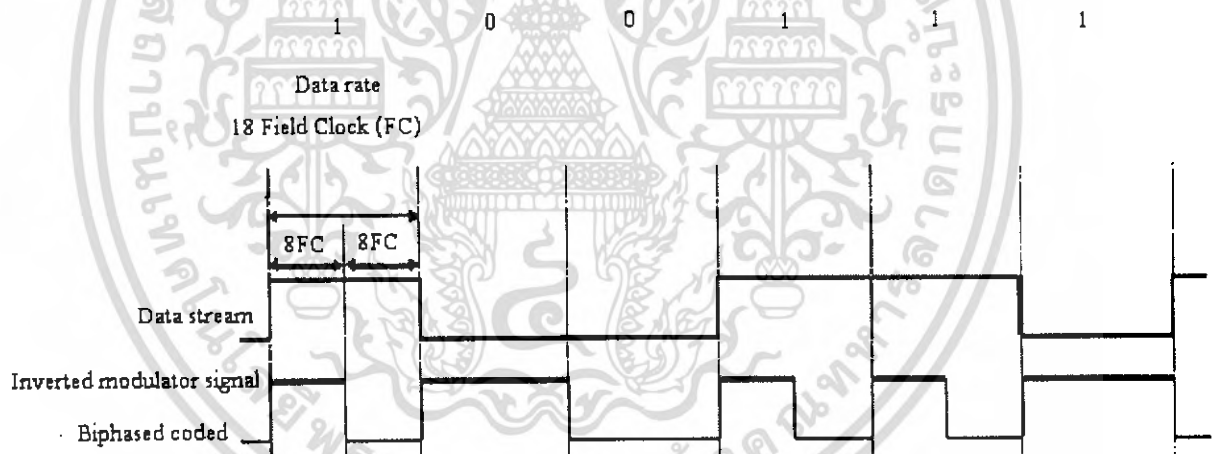
1) NRZ coding



รูปที่ 2.18 รหัสสัญญาณ NRZ

สัญลักษณ์ “1” จะแทนด้วยช่วงสัญญาณที่มีสถานะ High สัญลักษณ์ “0” จะแทนด้วยช่วงสัญญาณที่มีสถานะ Low

2) Biphas coding

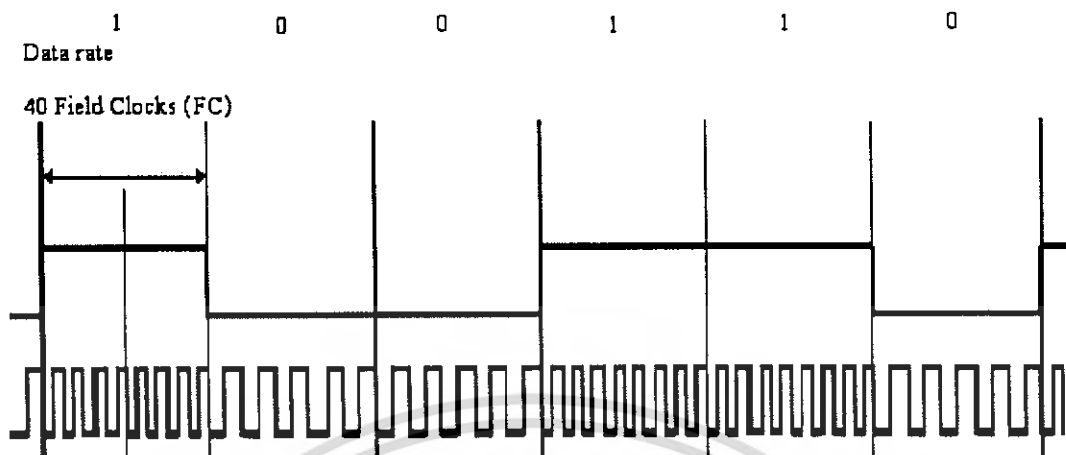


รูปที่ 2.19 รหัสสัญญาณ Biphas

สัญลักษณ์ “1” จะแทนด้วยสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงที่กึ่งกลางบิต สัญลักษณ์ “0” จะแทนด้วยสัญญาณที่เปลี่ยนระดับทุกๆ บิตสัญญาณที่สัญลักษณ์เป็น “0”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) FSK coding



รูปที่ 2.20 รหัสสัญญาณ FSK

สัญลักษณ์ “1” และ “0” จะแทนด้วยสัญญาณที่มีความถี่ของพัลส์ต่างกัน ซึ่งในระบบ RFID นี้ จะแบ่ง FSK coding ออกเป็น 2 แบบคือ

1) FSK1

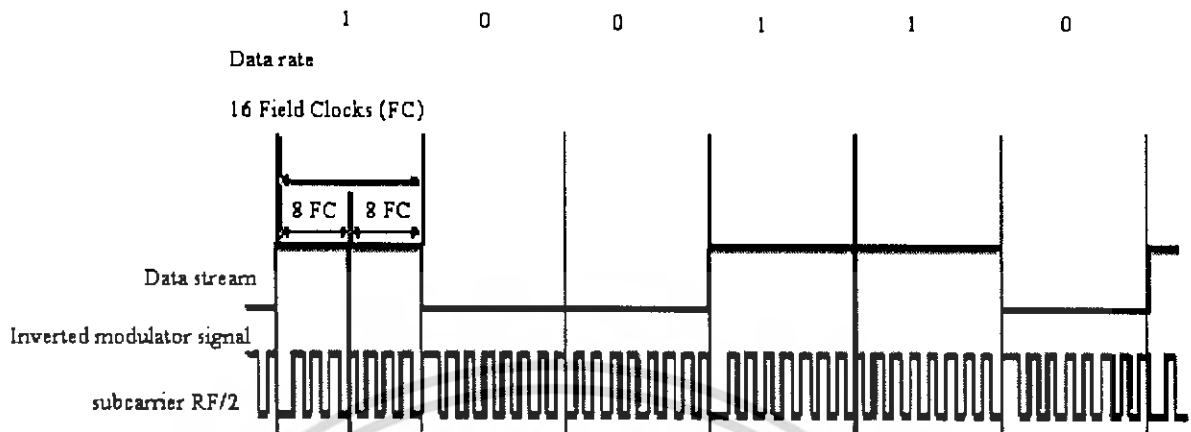
สัญลักษณ์ “1” แทนด้วยสัญญาณที่มีความถี่เป็น $RF/8$ (คือความถี่ของคลื่นพาห้หารด้วย 8) และสัญลักษณ์ “0” แทนด้วยสัญญาณที่มีความถี่เป็น $RF/5$ (คือความถี่ของคลื่นพาห้หารด้วย 5)

2) FSK2

สัญลักษณ์ “1” แทนด้วยสัญญาณที่มีความถี่เป็น $RF/8$ (คือความถี่ของคลื่นพาห้หารด้วย 8) และสัญลักษณ์ “0” แทนด้วยสัญญาณที่มีความถี่เป็น $RF/10$ (คือความถี่ของคลื่นพาห้หารด้วย 10)

4) PSK coding

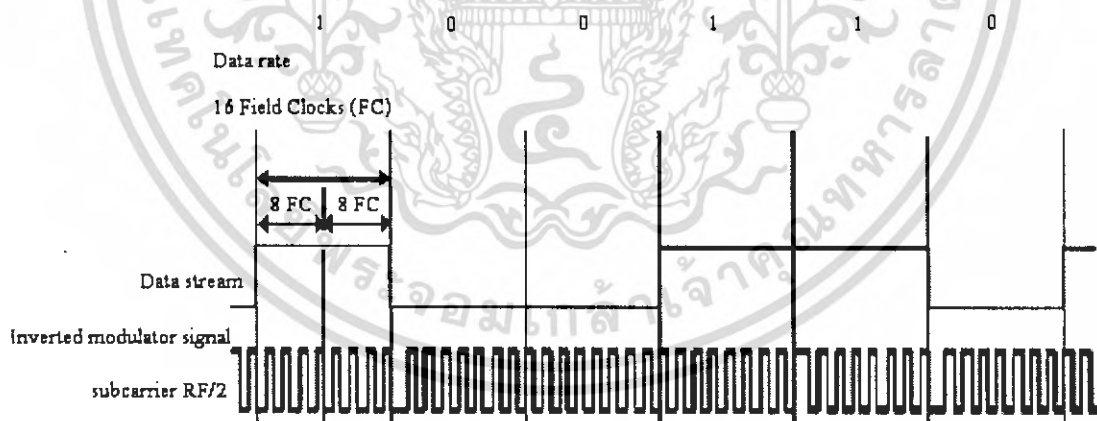
สัญลักษณ์ “1” และ “0” จะมีการเปลี่ยนแปลงเฟส เมื่อมีลักษณะการเปลี่ยนแปลง สัญลักษณ์ ตามข้อกำหนดของแบบต่างๆ PSK coding ในระบบ RFID นี้ จะสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ



รูปที่ 2.21 รหัสสัญญาณ PSK1

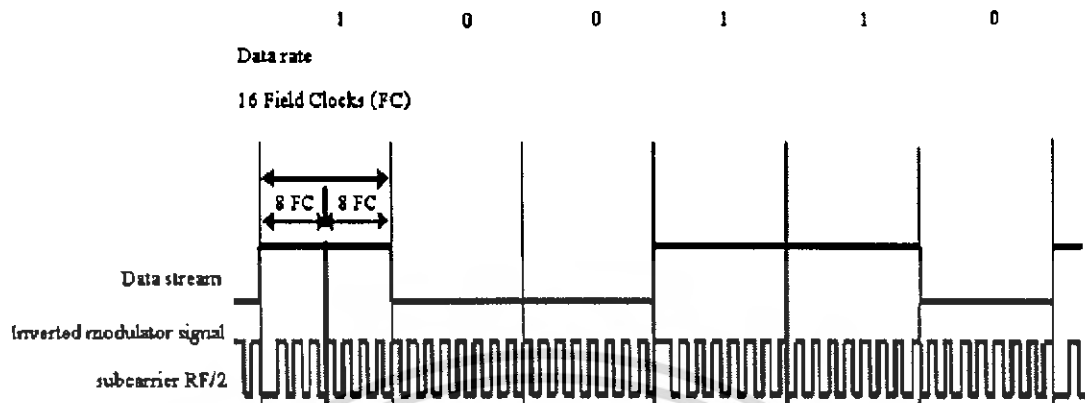
เมื่อสัญลักษณ์มีการเปลี่ยนแปลงจาก “1” เป็น “0” หรือ จาก “0” เป็น “1” จะแทนด้วยสัญญาณที่มีการกลับเฟสไป 180 องศาจากสัญญาณเดิม และในกรณีอื่น สัญญาณจะไม่มีเปลี่ยนแปลงใดๆ

2) PSK2



รูปที่ 2.22 รหัสสัญญาณ PSK2

เมื่อสัญลักษณ์ของบิตก่อนหน้าและบิตนั้นมีค่าเป็น “1” และ “0” หรือ เป็น “1” และ “1” จะแทนด้วยสัญญาณที่มีการกลับเฟสไป 180 องศาจากสัญญาณเดิม และในกรณีอื่น สัญญาณจะไม่มีเปลี่ยนแปลงได้



รูปที่ 2.23 รหัสสัญญาณ PSK3

เมื่อสัญลักษณ์มีการเปลี่ยนแปลงจาก “0” เป็น “1” จะแทนด้วยสัญญาณที่มีการกลับเฟสไป 180 องศาจากสัญญาณเดิม และในกรณีอื่นสัญญาณจะ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ

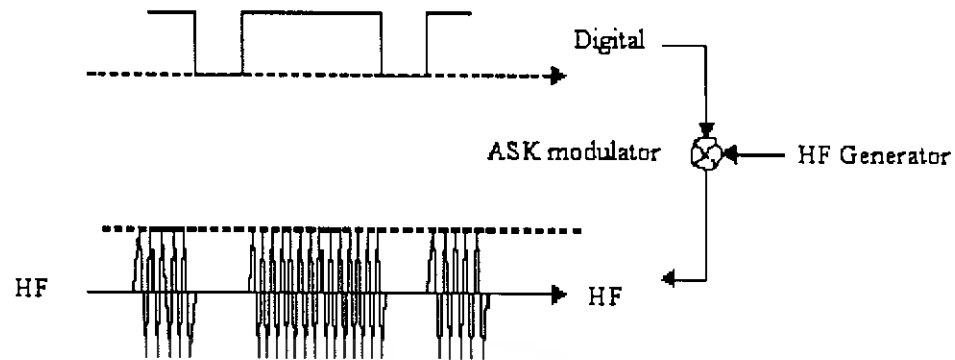
ข้อกำหนดของลักษณะการเข้ารหัสแต่ละแบบนี้อาจจะแตกต่างกันออกไปจากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ตามชนิดของแท่งสั ของแต่ละบริษัทผู้ผลิตแท่งสั

2.13.1 การผสมรหัสข้อมูลเข้ากับคลื่นพาห้ (Modulation)

เนื่องจากหลักการพื้นฐานของ RFID คือใช้คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสารรับส่งข้อมูล ดังนั้นก่อนการสื่อสารจะต้องมีกระบวนการผสมข้อมูลที่เข้ารหัสไว้แล้วไปกับคลื่นพาห้ (Modulation) แต่เนื่องจากลักษณะข้อมูลเป็นแบบดิจิทัลจึงจำเป็นต้องใช้วิธีการผสมแบบดิจิทัลซึ่งจะแตกต่างจากการผสมแบบอนาล็อกที่ใช้กันอยู่หลายระบบในปัจจุบันเช่น Frequency Modulation (FM) และ Amplitude Modulation (AM) การผสมข้อมูลแบบดิจิทัลมี 3 วิธีดังนี้

1) Amplitude Shift Keying (ASK)

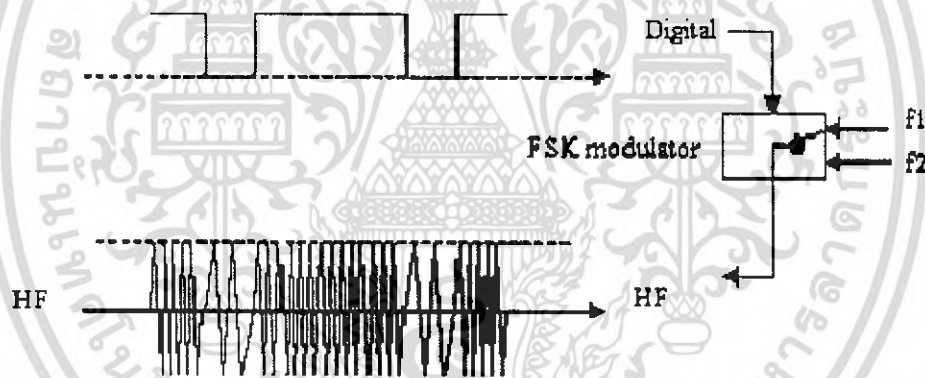
เป็นการผสมข้อมูล โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของขอดคลื่นพาห้ (Amplitude) เป็นตัวแสดงลักษณะข้อมูล โดยความถี่ของคลื่นพาห้ไม่เปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 ใน ASK ความสูงของขดคลื่นจะเปลี่ยนสถานะอยู่ 2 สถานะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ผสมเข้ามา

2) Frequency Shift Keying (FSK)

วิธีนี้จะอาศัยการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นพาห้ระหว่าง 2 ความถี่ขึ้นอยู่กับสถานะของข้อมูล "0" กับ "1" โดยความสูงของขดคลื่น (Amplitude) ไม่เปลี่ยนแปลง

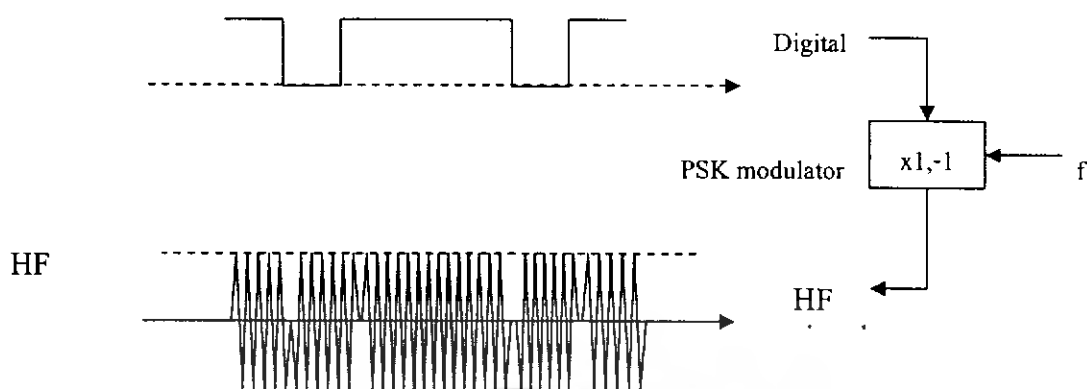


รูปที่ 2.25 FSK จะเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นตามข้อมูลที่ผสมเข้ามา

3) Phase Shift Keying (PSK)

วิธีนี้จะใช้หลักการเปลี่ยนเฟสของขดคลื่นเป็นตรงกันข้าม (0 องศา กับ 180 องศา) เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 PSK จะกลับเฟสทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของข้อมูล

แต่ในระบบ RFID จะใช้เพียงการมอดูเลตสัญญาณที่เข้ารหัสมาแล้วกับสัญญาณคลื่นพาห์แบบ ASK เท่านั้นในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านสัญญาณกับแท็กส์

2.13.2 การส่งคลื่นสัญญาณออกไป (Transmission)

เครื่องอ่านสัญญาณจะเป็นตัวส่งคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าออกไปด้วยความถี่ที่เราจะใช้งาน เมื่อแท็กส์อยู่ในระยะที่เหมาะสมจะสามารถเหนี่ยวนำคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้นมาแปลงเป็นพลังงานที่ใช้ในการทำงานภายในได้และแท็กส์จะนำสัญญาณข้อมูลดิจิทัลที่เข้ารหัสแล้วมาทำการมอดูเลตกับคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่รับได้แบบ ASK ส่งกลับไปยังเครื่องอ่านสัญญาณซึ่งเรียกสัญญาณนี้ว่า “สัญญาณ backscattering”

2.13.3 การถอดข้อมูลออกจากคลื่นพาห์ (Demodulation)

สัญญาณที่ทางเครื่องอ่านสัญญาณรับได้นั้นจะเป็นสัญญาณข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสแล้วมอดูเลตกับคลื่นพาห์แบบ ASK เพราะฉะนั้นเราสามารถนำสัญญาณเดิมกลับมาได้โดยการดีมอดูเลตด้วยวิธีการตรวจจับกรอบสัญญาณ สัญญาณที่ได้จากการตรวจจับกรอบสัญญาณจะเป็นสัญญาณข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสโดยแท็กส์

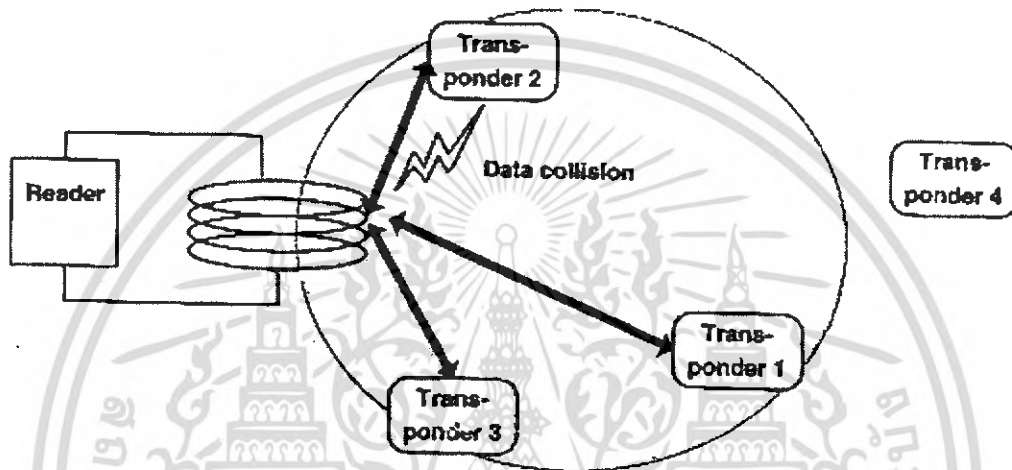
2.13.4 การแปลรหัสสัญญาณข้อมูล (Signal decoding)

เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากการตรวจจับกรอบสัญญาณนั้นยังเป็นสัญญาณข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสอยู่ ดังนั้นจึงต้องมีขั้นตอนในการแปลงคำรหัสดังกล่าวกลับมาเป็นระดับสัญญาณข้อมูลปกติซึ่งขั้นตอนดังกล่าวจะทำการประมวลผลโดยโปรแกรมใน ไมโครคอนโทรลเลอร์และระดับสัญญาณข้อมูลที่ได้นี้จะถูกส่งต่อไปยัง host computer เพื่อทำการประมวลผลข้อมูลเพื่อใช้ในการประยุกต์ใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 แอนตี้คอลลิชัน (Anticollision)

การคอลลิชัน (collision) เกิดขึ้นได้ ขณะที่ระบบ RFID ทำงานนั้นเราไม่สามารถตัดโอกาสในการที่จะใช้แท็กจำนวนหลายตัวที่อยู่ภายในขอบเขตการทำงานของเครื่องอ่านสัญญาณเพียงตัวเดียวได้ เมื่อเครื่องอ่านสัญญาณส่งคำสั่งออกไปมันจะถูกดำเนินงานโดยแท็กทั้งหมดที่อยู่ในขอบเขตการทำงานของเครื่องอ่านสัญญาณ มันคือสาเหตุที่ทำให้สันนิษฐานได้ว่าแท็กทั้งหมดจะพยายามส่งคำตอบสำหรับคำสั่งที่ส่งมากกลับไปยังเครื่องอ่านสัญญาณพร้อมกัน ส่วนใหญ่แล้วกรณีนี้จะเกิดจากการที่แท็กหลายๆตัวส่งข้อมูลออกมาพร้อมกันซึ่งจะทำให้เกิดการรบกวนซึ่งกันและกันและทำให้เกิดการสูญหายของข้อมูล



รูปที่ 2.27 แท็กหลายๆตัวในบริเวณการทำงานของเครื่องอ่านสัญญาณตัวเดียวเป็นสาเหตุของการชนกันของข้อมูล

2.14.1 การป้องกันการเกิดการชนกันของข้อมูล

สำหรับเหตุผลของการแข่งขัน ผู้ผลิตระบบมักไม่ค่อยเตรียมการเสนอขั้นตอนการทำงานของแอนตี้คอลลิชัน (anticollision) ผู้สภารวมชน สำหรับเหตุผลนี้ข้อมูลขนาดเล็กมีความพร้อมที่จะใช้งานกับหัวข้อนี้ในเชิงเทคนิค ดังนั้นมันเป็นไปได้ที่จะแก้ปัญหาได้อย่างเข้าใจได้กับหัวข้อนี้ในจุดนี้ ดังนั้นควรจะให้เครื่องอ่านสัญญาณมีความสามารถอย่างน้อยที่สุดในการพื้นฐานของขั้นตอนการป้องกันการชนกัน

ความรู้เบื้องต้นและตัวอย่างที่เห็นได้ชัดของหลักการการป้องกันการชนกันควรจะกำหนดให้กับเครื่องอ่านสัญญาณ

2.14.2 วิธีการป้องกันข้อมูลชนกันโดยมุ่งเน้นไปในวงกว้าง

หลักการพื้นฐานนี้อยู่ภายใต้ “การดำเนินการในวงกว้าง” คือการจำกัดบริเวณการทำงานของเครื่องอ่านสัญญาณ

ในกรณีของระบบไมโครเวฟนั้นอาจจะเหมาะกับเครื่องอ่านสัญญาณที่เป็นแบบเสาอากาศแบบมีทิศทางที่รวมกันอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งตรวจสอบพื้นที่รอบๆเครื่องอ่านสัญญาณ เช่นเดียวกับวิธีการจุดไฟในห้องที่มีคนกระแทกแท่งจะถูกพบโดยการตรวจจับของเครื่องอ่านสัญญาณ

อีกความสามารถหนึ่งคือการลดขอบเขตของเครื่องอ่านสัญญาณหนึ่งๆ แต่เพื่อการทดแทนสำหรับกรณีนี้โดยการครอบคลุมพื้นที่นี้ด้วยจำนวนเครื่องอ่านสัญญาณหลายๆตัว ซึ่งขั้นตอนนี้ถูกสร้างอย่างประสบความสำเร็จในหลายๆการแข่งขัน เช่นการแข่งขันมาราธอนเพื่อคำนวณเวลาของนักวิ่งให้เหมาะสมกับแท็กส์



รูปที่ 2.28 ประเภทของวิธีการป้องกันการชนกันทั้งสามแบบ

วิธีป้องกันข้อมูลชนกันแบบใช้การอ้างอิงความถี่ (Frequency Domain Anticollision) ในการทำงานวิธีนี้คือการรวมความถี่ (Frequency Multiplex) หรือขยายสเปกตรัมใช้สำหรับส่งข้อมูลจากแท็กส์ไปเครื่องอ่านสัญญาณ การป้องกันข้อมูลชนกันวิธีนี้ค่อนข้างยากเนื่องจากราคาสูง

ผู้สร้างแค่เพียงระบบที่ใช้สำหรับการ ID ของแท็กส์ที่ติดกับสัมภาระในสนามบิน แท็กส์จะบรรจุตัวเลขดิจิทัลจำนวนมากเช่นเดียวกับบาร์โค้ดบนป้ายติดกระเป๋าเดินทาง ในวิธีปฏิบัติกระเป๋าจะถูกส่งผ่านอุโมงค์เครื่องอ่านสัญญาณโดยสุภาพาน โดยกระเป๋าหลายๆใบอาจอยู่ในบริเวณการอ่านของเครื่องอ่านสัญญาณในเวลาเดียวกัน แหล่งจ่ายไฟให้กับแท็กส์มาจากการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่ 125 KHz และการส่งข้อมูลจากแท็กส์ไปยังเครื่องอ่านสัญญาณแทนที่ความถี่ค่าใดค่าหนึ่งในช่วง 2.7 - 4.2 MHz เครื่องอ่านสัญญาณจะแพร่กระแสของข้อมูลแบบต่อเนื่อง ในกรณีความถี่ที่แพร่อยู่ถูกรบกวนโดยแท็กส์ลดลง แท็กส์ที่เข้าไปในบริเวณทำงานของเครื่องอ่านสัญญาณจะถอดรหัสกระแสของข้อมูลนี้ และส่งตัวเลข ID ของมันไปที่เครื่องอ่านสัญญาณบนความถี่ที่ยังไม่ถูกรบกวน

วิธีป้องกันข้อมูลชนกันแบบใช้การอ้างอิงเวลา (Time Domain Anticollision) วิธีป้องกันข้อมูลชนกันแบบใช้การอ้างอิงเวลาเป็นวิธีการป้องกันข้อมูลชนกันที่มีกลุ่มใหญ่ที่สุดโดยใช้ช่องว่างบางส่วน กลุ่มนี้เป็นวิธีการแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ซึ่งจะถูกรวบรวมโดยเครื่องอ่านสัญญาณ (Interrogator driven) และแท็กส์ (Tags driven)

กระบวนการขับเคลื่อนของแท็กส์ จะทำการจัดการอย่างไม่ป้องกันในเรื่องของเวลา เนื่องจากว่าไม่ได้ถูกรวบรวมโดยเครื่องอ่านสัญญาณ ตัวอย่างหนึ่งในกระบวนการที่กลุ่มของแท็กส์ส่ง ID ไปที่เครื่องอ่านสัญญาณโดยวนเป็นรอบๆ เวลาที่ใช้ส่งข้อมูลจะเป็นส่วนย่อยๆ ของเวลาที่ซ้ำๆ กัน ซึ่งมีการหยุดรอเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาวๆ อย่างเป็นส่วนส่วนของการส่งสัญญาณ ยังมีส่วนเพิ่มเติมที่ว่าเวลาที่ช้าๆ นี้มีความแตกต่างน้อยมากสำหรับแท็กแต่ละอัน มันจึงเหมือนกับว่าแท็ก 2 ตัว จะส่ง ID ไปกันคนละเวลาและข้อมูลก็จะไม่ชนกัน ความแตกต่างนี้ถูกควบคุมโดยกระบวนการ “switched off” และ “non switched” ซึ่งขึ้นอยู่กับสถานะของแท็กที่ switched off โดยเครื่องอ่านสัญญาณหลังจากที่ส่งข้อมูลกันเสร็จแล้ว

วิธี Tags driven โดยปรกติแล้วจะช้าและไม่ยืดหยุ่นดังนั้นการประยุกต์ใช้งานส่วนมากจะใช้วิธีที่ถูกควบคุมโดยเครื่องอ่านสัญญาณ (Interrogator Driven) วิธีนี้สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นการชิง โครนัส เพราะแท็กทุกตัวจะถูกขับและควบคุมโดยเครื่องอ่านสัญญาณในเวลาเดียวกัน วิธี interrogator driven นั้นถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยแบ่งเป็นวิธีการ polling และวิธี binary search ทั้งสองวิธีอ้างอิงขึ้นอยู่กับ ID ของแท็กที่ใช้หมายเลขชุดแบบพิเศษ

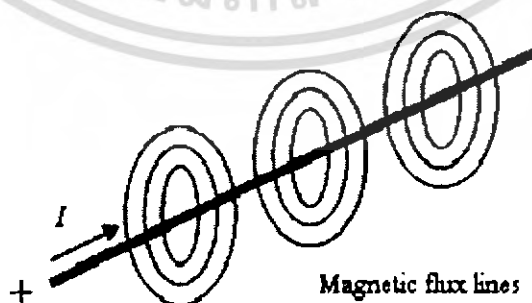
วิธีการ polling ต้องการรายการทั้งหมดของตัวเลขลำดับของแท็กที่สามารถถูกใช้ ตัวเลขลำดับทั้งหมดจะถูกร้องขอโดยเครื่องอ่านสัญญาณจนกว่าแท็กพร้อมด้วย ID ตัวเลขลำดับจะมีผลตอบรับถึงแม้ว่าวิธีการนี้อาจจะช้าและขึ้นอยู่กับจำนวนของแท็ก และนั่นอาจเหมาะสมกับเฉพาะการประยุกต์ใช้งานที่มีแท็กที่รู้จักเพียงเล็กน้อยอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็ก

การบวนการค้นหาแบบ binary search เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่นที่สุดและยังเป็นกระบวนการที่รู้จักกันดี ในขั้นตอนการค้นหาแบบ binary search หนึ่งๆ แท็กตัวหนึ่งจะถูกเลือกออกจากกลุ่มโดยตั้งใจทำให้เกิดการชนกันของข้อมูลเกี่ยวกับแท็ก serial numbers ที่ส่งไปที่เครื่องอ่านสัญญาณตามความต้องการของคำสั่งจากเครื่องอ่านสัญญาณ ถ้ากระบวนการนี้สำเร็จมันจะเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่เครื่องอ่านสัญญาณจะมีความสามารถที่จะพิจารณาคำแหน่งที่แน่นอนของบิตที่การชนกันที่ใช้ระบบเข้ารหัสสัญญาณที่เหมาะสม นอกจากนี้ระบบยังต้องสามารถเลือกได้ก่อนว่ากลุ่มของที่อยู่ของแท็ก เมื่อเวลาที่คำสั่งร้องขอข้อมูลถูกส่งออกไปคำสั่งนี้จะถูกส่งออกไปเรื่อยๆ โดยที่แต่ละครั้งมันจะทำการลดกลุ่มของจำนวนที่ถูกเลือก จนกระทั่งเหลือแท็กเพียงตัวเดียวที่ตอบกลับมา

2.15 หลักการของฟิสิกส์ของระบบ RFID

2.15.1 สนามแม่เหล็ก

2.15.1.1 กำลังสนามแม่เหล็ก

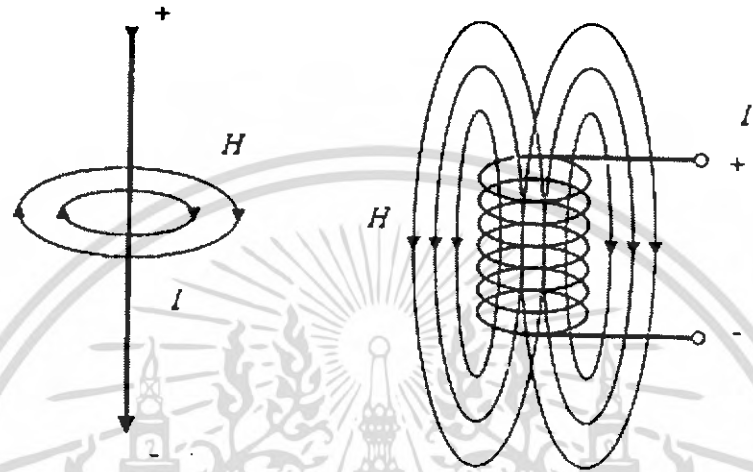


รูปที่ 2.29 เส้นของฟลักซ์แม่เหล็กถูกสร้างรอบๆ ตัวนำที่มีกระแส

ทุกๆ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสายหรือในสุญญากาศเช่น การไหลของกระแสจะเกี่ยวกับสนามแม่เหล็ก ความเข้มของสนามแม่เหล็กสามารถแสดงด้วยการทดลองโดยดูจากแรงที่กระทำบนเข็มทิศ ขนาดของสนามแม่เหล็กอธิบายด้วยความเข้มสนามแม่เหล็ก H

การอินทิเกรตความเข้มสนามแม่เหล็กในวงปิดเท่ากับผลรวมของกระแสในนั้น

$$\sum I = \oint \vec{H} \cdot d\vec{s} \tag{2.1}$$



รูปที่ 2.30 เส้นของฟลักซ์แม่เหล็กรอบตัวนำกระแสและกระแสรอบขดลวดทรงกระบอก

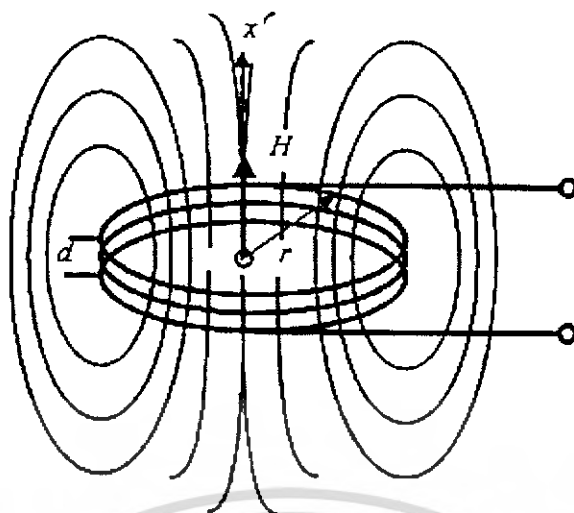
เราสามารถนำสมการนี้คำนวณหาความเข้มสนามแม่เหล็ก H สำหรับตัวนำหลายชนิด ในตัวนำตรงความเข้มสนาม H ระหว่างเส้นฟลักซ์วงกลม ที่ระยะ r เป็นค่าคงที่ เป็นดังนี้

$$H = \frac{1}{2\pi r} \tag{2.2}$$

2.15.1.2 เส้นทางของกำลังสนาม $H(x)$ ในวงตัวนำ

ขดลวดทรงกระบอกสั้นหรือวงตัวนำใช้เป็นสายอากาศแม่เหล็กเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กสถิตในอุปกรณ์อ่าน/เขียน ของการเหนี่ยวนำระบบ RFID

ถ้าจุดที่วัดเคลื่อนจากจุดศูนย์กลางของขดลวดตามแนวแกนขดลวด (แกน x) ดังนั้น H จะลดลงเมื่อระยะทาง x เพิ่มขึ้น กำลังสนามในความสัมพันธ์กับรัศมี (หรือพื้นที่) ของขดลวดยังคงคงที่และต่อจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.31 เส้นของฟลักซ์แม่เหล็กของขดลวดทรงกระบอกสั้น หรือลูปตัวนำ ซึ่งคล้ายกับในสายอากาศส่งของระบบ RFID

สมการข้างล่างสามารถใช้คำนวณเส้นทางของกำลังสนามบนแกน x ของขดลวด ซึ่งคล้ายกับสายอากาศส่งของการคับเบิลเหนี่ยวนำระบบ RFID

$$H = \frac{I \cdot N \cdot R^2}{2\sqrt{(R^2 + x^2)^3}} \quad (2.3)$$

ซึ่ง

N = จำนวนของขดลวด

R = รัศมีขดลวด r

x = ระยะจากจุดศูนย์กลางของขดลวดในทิศ x

ขอบเขตที่ใช้ในสมการนี้คือ $d \ll R$ และ $x < \lambda/2\pi$

ที่ระยะศูนย์หรือที่จุดศูนย์กลางของสายอากาศ สมการสามารถเปลี่ยนได้เป็น

$$H = \frac{I \cdot N}{2R} \quad (2.4)$$

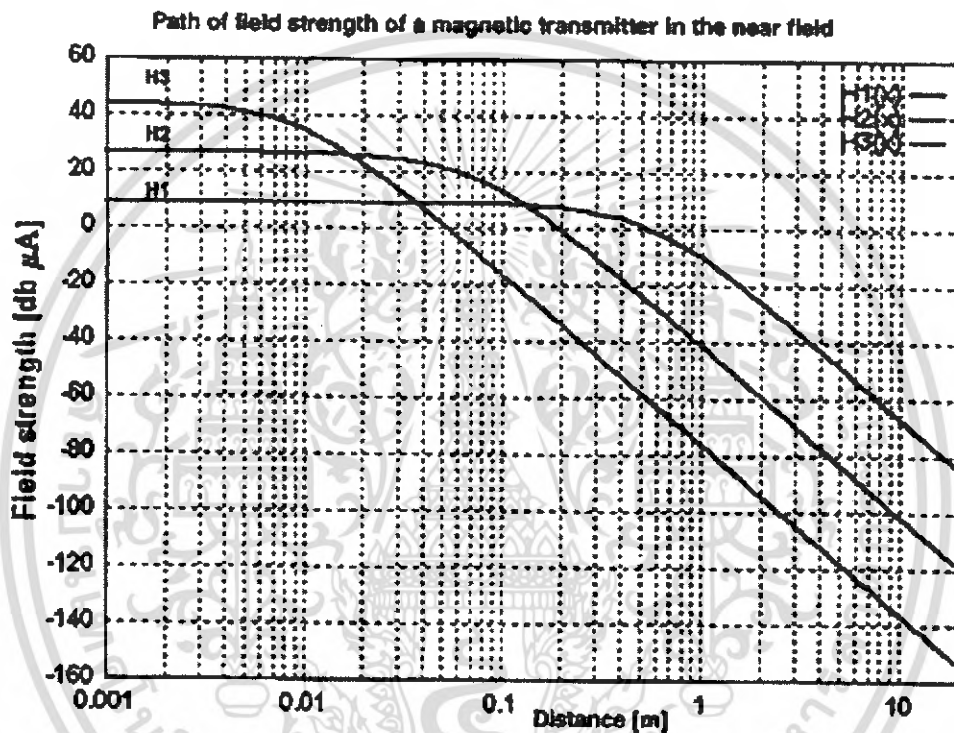
เราสามารถคำนวณเส้นทางกำลังสนามของวงตัวนำสี่เหลี่ยมที่มีความยาวของขอบ $a \cdot b$ ใช้สมการดังนี้

$$H = \frac{N \cdot I \cdot ab}{4\pi \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2 + x^2}} \cdot \left(\frac{1}{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + x^2} + \frac{1}{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + x^2} \right) \quad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.31 แสดงการคำนวณเส้นทางกำลังสนาม $H(x)$ สำหรับสายอากาศที่ต่างกัน 3 ชนิดที่ระยะ 0 - 20 เมตร จำนวนของขดลวดและกระแสของสายอากาศคงที่ในแต่ละกรณี สายอากาศต่างกันแต่รัศมี R การคำนวณขึ้นกับค่าดังนี้ $H1: R = 55\text{cm}, H2: R = 7.5\text{cm}, H3: R = 1\text{cm}$

ผลจากการคำนวณยืนยันการเพิ่มของกำลังสนามที่ระบบใกล้ ($x < R$) จากขดลวดสายอากาศสายอากาศที่เล็กที่สุดแสดงกำลังสนามที่สูงกว่าที่จุดศูนย์กลางของสายอากาศ (ระยะทาง = 0) แต่ที่ระยะทางไกลกว่า ($x > R$) สายอากาศที่ใหญ่ที่สุดสร้างกำลังสนามสูงขึ้น ผลกระทบนี้มีผลต่อการออกแบบสายอากาศคัปเปิลเห็นขวนาระบบ RFID

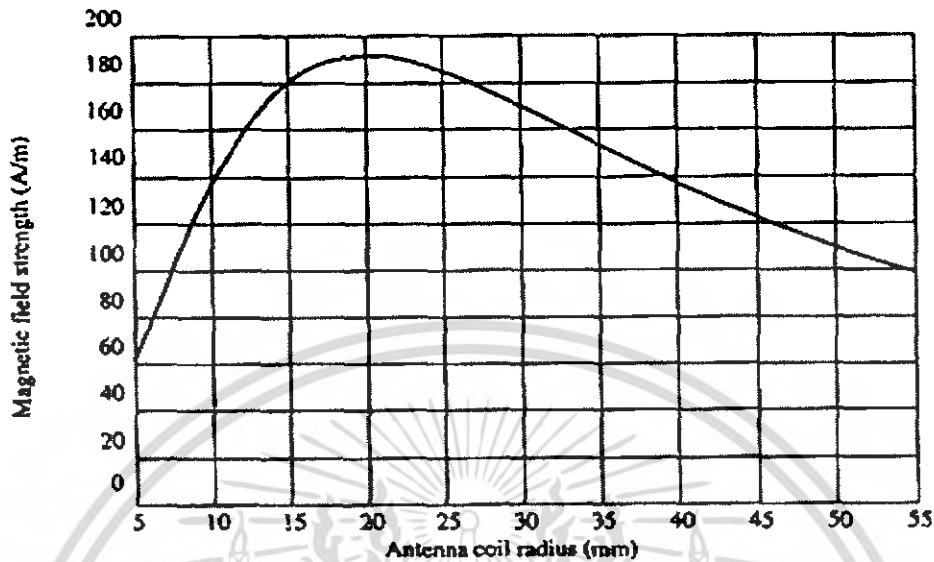


รูปที่ 2.32 เส้นทางกำลังสนามแม่เหล็ก H ในสนามระยะใกล้ของขดลวดทรงกระบอกสั้นหรือขดลวดตัวนำที่ระยะทางในทิศ x เพิ่มขึ้น

2.15.2 เส้นผ่านศูนย์กลางของสายอากาศที่ดีที่สุด

ถ้ารัศมี R ของสายอากาศส่งเปลี่ยนแปลงที่ระยะทางคงที่ x จากสายอากาศส่งภายใต้การใช้ค่าคงที่กระแสขดลวด I ในสายอากาศเครื่องส่ง กำลังสนาม H ถูกพบที่ค่าสูงสุด $R = x$ การเพิ่มรัศมี R ทำให้สัดส่วนกำลังสนามลดลง การลดรัศมี R ของสายอากาศส่ง ซึ่ง $x > R$ ทำให้เกิดการลดเป็นสัดส่วนในกำลังสนาม $H(x) \propto x^{-3}$ ในกรณีซึ่งระยะทาง x จะมากกว่ารัศมี R การเปลี่ยนแปลงรัศมีของขดลวด R ที่ระยะ x คงที่ ทำให้เส้นทางกำลังสนาม H เพิ่มขึ้น แสดงดังรูปที่ 2.33 กำลังสนาม H เพิ่มอย่างรวดเร็วที่ $x > R$ กำลังสนามจะถึงค่าสูงสุดที่ $x = R$ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระยะการอ่านของเครื่องอ่านสัญญาณ เช่น ช่วงที่ตัวแท็กสามารถอ่านได้ขึ้นกับรัศมีของสายอากาศเครื่องส่ง จากสิ่งนี้เราพบว่ารัศมี

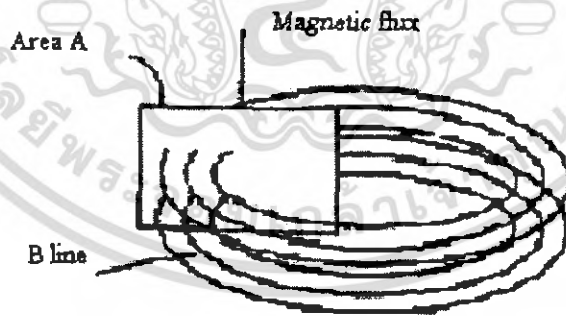
ของสายอากาศที่เหมาะสม R สำหรับช่วงของระบบ x_{max} สามารถแสดงได้ว่า $R \approx x_{max}$ ถ้ารัศมีของสายอากาศ R มากเกินไป กำลังสนาม H อาจจะต่ำเกินไป ถึงแม้ว่าระยะทาง $x = 0$



รูปที่ 2.33 เส้นทางการกำลังสนาม H ที่ระยะ $x = 20mm$ ซึ่งรัศมีของขดลวด $R = 5 - 55mm$

2.15.3 ฟลักซ์แม่เหล็กและความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก

สนามแม่เหล็กของขดลวดจะทำให้เกิดแรงบนเข็มทิศ ถ้าใส่แกนเหล็กอ่อนในขดลวด แรงกระทำบนเข็มทิศจะเพิ่มขึ้น $I \times N$ และความเข้มสนามจะคงที่ อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของฟลักซ์หรือจำนวนฟลักซ์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.34 ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์แม่เหล็ก Φ และความหนาแน่นฟลักซ์ B

จำนวนเส้นทั้งหมดของฟลักซ์แม่เหล็กซึ่งผ่านขดลวดทรงกระบอก แสดงโดยฟลักซ์แม่เหล็ก Φ ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก B จะสัมพันธ์กับพื้นที่ A ฟลักซ์แม่เหล็กแสดงได้ดังนี้

$$\Phi = B \cdot A \quad (2.6)$$

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นฟลักซ์ B และกำลังสนาม H ถูกแสดงโดยสมการนี้

$$B = \mu_0 \mu_r H = \mu H \quad (2.7)$$

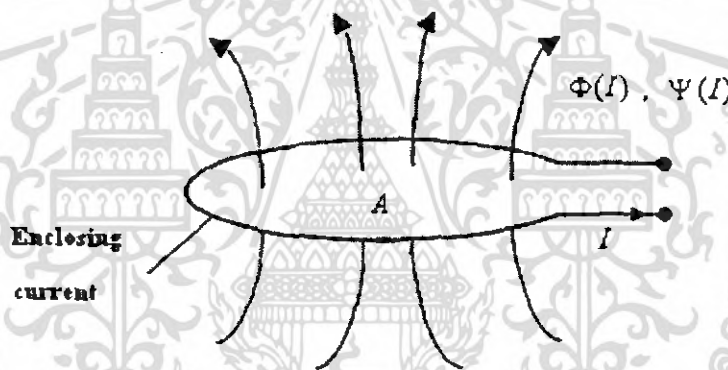
ค่าคงที่ μ_0 คือค่าคงที่ของสนามแม่เหล็กและเพอร์เมียบิลิตีของสูญญากาศ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-6} \text{Vs/Am}$) ค่า μ_r เรียกว่าค่าเพอร์เมียบิลิตีสัมพัทธ์ และบ่งบอกถึงว่ามีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าเพอร์เมียบิลิตี μ_0

2.15.4 ความเหนี่ยวนำ L

สนามแม่เหล็กและฟลักซ์แม่เหล็ก Φ ถูกสร้างรอบๆ ตัวนำของทุกรูปแบบจะมีความหนาแน่นถ้าตัวนำอยู่ในฟอร์มของลูป โดยทั่วไปไม่มีลูปตัวนำหนึ่งลูปแต่มี N ลูปในพื้นที่เดียวกัน A ผ่านกระแส I เดียวกัน ลูปตัวนำแต่ละลูปให้สัดส่วน Φ ต่อฟลักซ์ทั้งหมด ψ

$$\psi = \sum_N \Phi_N = N \cdot \Phi = N \cdot \mu \cdot H \cdot A \quad (2.8)$$

อัตราส่วนของฟลักซ์ที่เชื่อมต่อกัน ψ ซึ่งเพิ่มขึ้นในพื้นที่ปิดโดยกระแส I ต่อกระแสในตัวนำถูกแสดงโดยความเหนี่ยวนำ L



รูปที่ 2.35 คำจำกัดความของความเหนี่ยวนำ L

$$L = \frac{\psi}{I} = \frac{N \cdot \Phi}{I} = \frac{N \cdot \mu \cdot H \cdot A}{I} \quad (2.9)$$

ความเหนี่ยวนำเป็นลักษณะพิเศษของลูปตัวนำ ความเหนี่ยวนำของลูปตัวนำขึ้นกับคุณสมบัติของช่องว่างของวัสดุ

2.15.4.1 ความเหนี่ยวนำของลูปตัวนำ

ถ้าเราให้เส้นผ่านศูนย์กลางของสาย d เล็กมากเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวดตัวนำ D ($d/D < 0.0001$) ประมาณได้ดังนี้

$$L = N^2 \mu_0 R \cdot \ln \left(\frac{2R}{d} \right) \quad (2.10)$$

ซึ่ง R คือรัศมีของลูปตัวนำและ d คือเส้นผ่านศูนย์กลางของสายที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.4.2 ความเหนี่ยวนำเสมือน M

ถ้าลูปตัวนำตัวที่สองถูกตั้งไว้ในบริเวณใกล้เคียงกับลูปตัวนำตัวที่หนึ่ง ผ่านกระแสที่กำลังไหล ดังนั้นซึ่งจะเป็นสัดส่วนของฟลักซ์แม่เหล็กทั้งหมดที่ผ่าน A_1 วงจรสองวงจรที่เชื่อมต่อกันโดยฟลักซ์การคับปลิง แมกนิจูดของฟลักซ์ ψ_{21} ขึ้นกับมิติทางเรขาคณิตของลูปตัวนำทั้งสอง ตำแหน่งของลูปตัวนำจะสัมพันธ์กับอีกตัวหนึ่งและคุณสมบัติทางแม่เหล็กของตัวกลาง

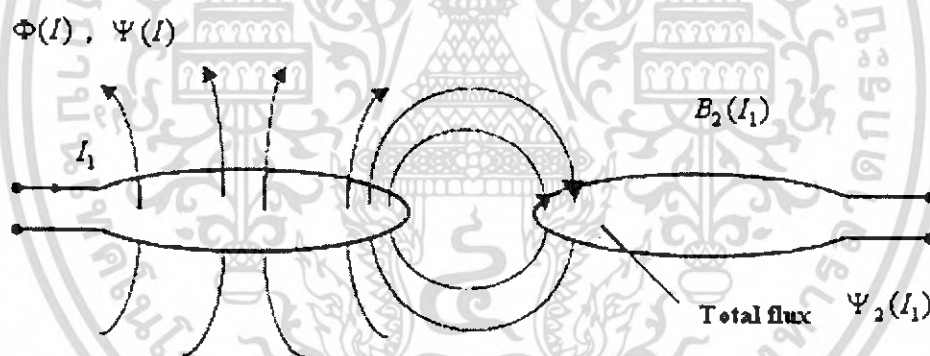
คล้ายกับคำจำกัดความของความเหนี่ยวนำ L ของลูปตัวนำ ความเหนี่ยวนำเสมือน M_{21} ของลูปตัวนำตัวที่สองในความสัมพันธ์กับลูปตัวนำตัวที่หนึ่ง จะกำหนดเป็นอัตราส่วนของฟลักซ์ ψ_{21} ของลูปตัวนำตัวที่สองต่อกระแส I_1 ในลูปตัวนำตัวที่หนึ่ง

$$M_{21} = \frac{\psi_{21}(I_1)}{I_1} = \oint_{A_2} \frac{B_2(I_1)}{I_1} \cdot dA_2 \quad (2.11)$$

ความเหนี่ยวนำเสมือน M_{12} กระแส I_2 ผ่านลูปตัวนำตัวที่สอง ดังนั้นฟลักซ์การคับปลิง ψ_{12} ในลูปหนึ่ง จะให้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$M = M_{12} = M_{21} \quad (2.12)$$

ความเหนี่ยวนำเสมือนอธิบายการคับปลิงของวงจรสองวงจรผ่านตัวกลางสนามแม่เหล็ก ความเหนี่ยวนำเสมือนถูกนำเสนอระหว่างวงจรไฟฟ้าสองวงจร มิติและหน่วยคล้ายกันสำหรับความเหนี่ยวนำ

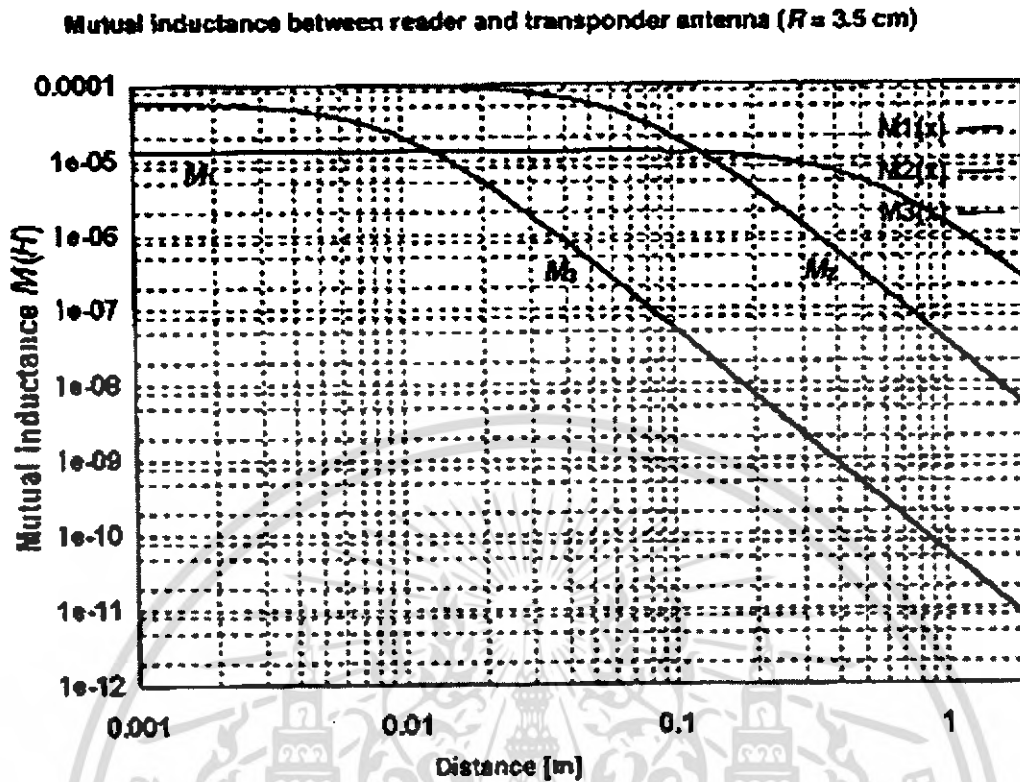


รูปที่ 2.36 การกำหนดความเหนี่ยวนำเสมือน M_{21} โดยการคับปลิงของขดลวดสองอันผ่านการไหลของแม่เหล็กส่วนหนึ่ง

การคับปลิงของวงจรไฟฟ้าสองวงจรผ่านสนามแม่เหล็กเป็นหลักการทางฟิสิกส์ซึ่งการคับปลิงเหนี่ยวนำของระบบ RFID เป็นพื้นฐาน รูปที่ 2.37 แสดงการคำนวณของความเหนี่ยวนำเสมือนระหว่างสายอากาศแท่งและสายอากาศของเครื่องอ่านสัญญาณที่ต่างกันสามชนิด ซึ่งต่างกันที่เส้นผ่านศูนย์กลาง การคำนวณขึ้นกับค่าดังนี้ $M1 : R = 55cm, M2 : R = 7.5cm, M3 : R = 1cm$ แท่ง $R = 3.5cm, N = 1$ สำหรับสายอากาศของเครื่องอ่านสัญญาณทุกตัว

M_3 มีค่าน้อยที่สุดเพราะว่าสายอากาศของเครื่องอ่านสัญญาณมีขนาดเล็ก (ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร) หมายความว่าสนามของสายอากาศของเครื่องอ่านสัญญาณ สามารถผ่านสัดส่วนพื้นที่ A_2 ของสายอากาศของแท่งได้น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 เส้นทางการความเหนี่ยวนำเสมือนระหว่างสายอากาศของเครื่องอ่านสัญญาณและแท็กสไน ระยะทางทิศทาง x ที่เพิ่มขึ้น

2.15.5 สัมประสิทธิ์การคัปปลิง k

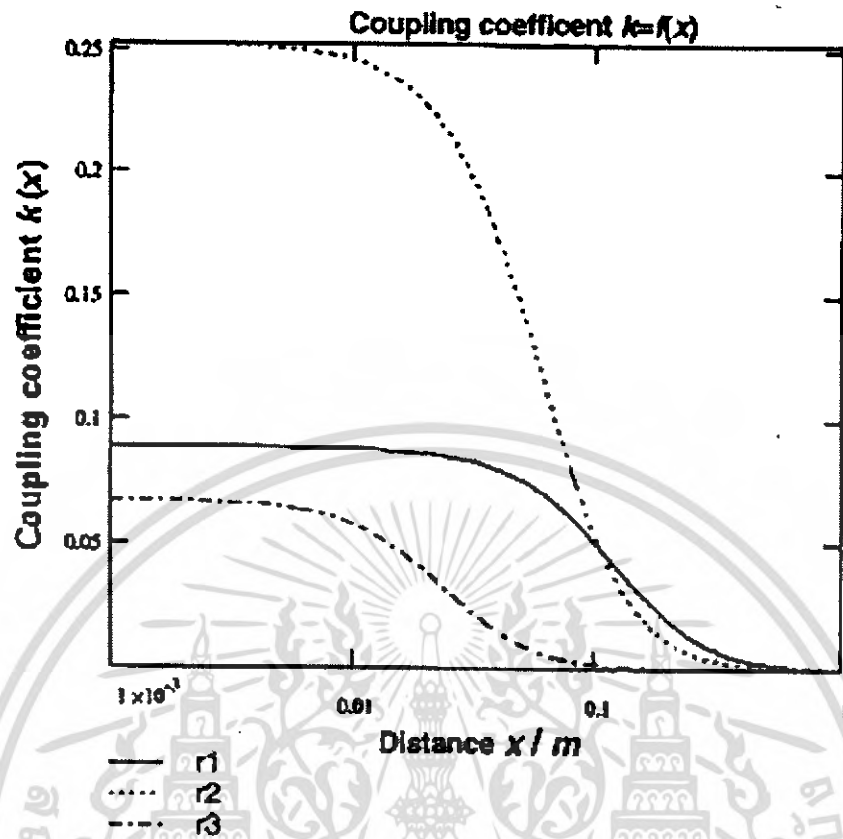
ความเหนี่ยวนำเสมือนเป็นการอธิบายเกี่ยวกับคุณภาพของการคัปปลิงฟลักซ์ของลูปตัวนำสองลูป เราสามารถทำนายคุณภาพของการคัปปลิงของลูปตัวนำดังสมการนี้

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}} \quad (2.13)$$

สัมประสิทธิ์การคัปปลิงจะเป็นค่าระหว่าง $0 \leq k \leq 1$

- 1) $k = 0$ ไม่เกิดการคัปปลิงกันเลยเนื่องจากระยะทางที่ไกลหรือการป้องกันเกี่ยวสนามแม่เหล็ก
- 2) $k = 1$ เกิดการคัปปลิงทั้งหมดขดลวดทั้งสองมีฟลักซ์แม่เหล็กเหมือนกัน

ทรานส์ฟรอมเมอร์เป็นเทคนิคสำหรับการคัปปลิงทั้งหมด



รูปที่ 2.38 สัมประสิทธิ์การคัปปลิงสำหรับรูปตัวนำที่มีขนาดแตกต่างกัน สายอากาศแท่ง $r_{Transp} = 2cm$
สายอากาศของเครื่องอ่านสัญญาณ: $r_1 = 10cm, r_2 = 7.5cm, r_3 = 1cm$

การวิเคราะห์การคำนวณเป็นไปได้อันเนื่องมาจากรูปร่างสายอากาศที่ง่าย ๆ สำหรับรูปตัวนำขนาดเท่ากัน สองอันที่มีจุดศูนย์กลางบนแกน x สัมประสิทธิ์การคัปปลิงจะสามารถประมาณได้จากสมการข้างล่าง อย่างไรก็ตามสมการนี้จะใช้ได้กรณีที่มีรัศมีของรูปตัวนำมีสภาพเป็น $r_{Transp} \leq r_{reader}$ ระยะทางระหว่างรูปตัวนำบนแกน x ถูกแสดงโดย x

$$k(x) = \frac{r_{Transp}^2 \cdot r_{Reader}^2}{\sqrt{r_{Transp} \cdot r_{Reader}} \cdot \left(\sqrt{x^2 + r_{Reader}^2}\right)^3} \quad (2.14)$$

เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การคัปปลิงและความเหนี่ยวนำเสมือน M $M = M_{12} = M_{21}$ สูตรนี้ใช้สำหรับสายอากาศของเครื่องส่งเล็กกว่าสายอากาศของแท่ง ซึ่ง $r_{Transp} \geq r_{reader}$ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$k(x) = \frac{r_{Transp}^2 \cdot r_{Reader}^2}{\sqrt{r_{Transp} \cdot r_{Reader}} \cdot \left(\sqrt{x^2 + r_{Transp}^2}\right)^3} \quad (2.15)$$

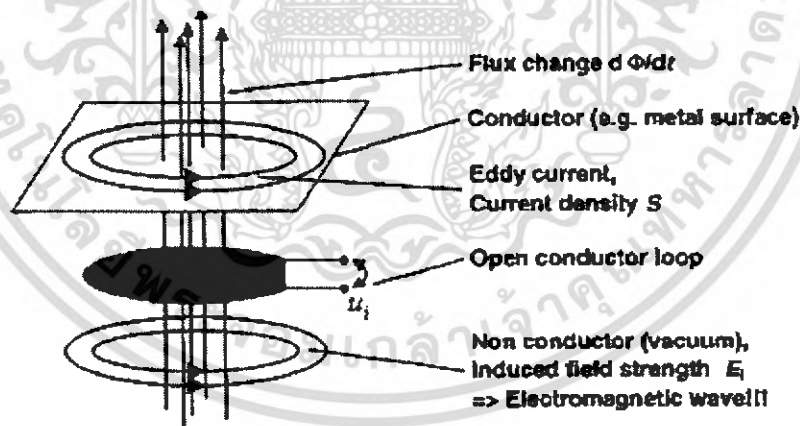
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมประสิทธิ์การคัปปลิง $k(x) = 1$ หรือ เท่ากับ 100 % จะทำได้เมื่อระยะทางระหว่างลูปตัวนำเป็นศูนย์³⁷ ($x = 0$) และรัศมีของสายอากาศเท่ากัน $r_{Transp} = r_{reader}$ เพราะในกรณีนี้ลูปตัวนำอยู่ที่เดียวกันและมีฟลักซ์แม่เหล็กตรงกัน ในทางปฏิบัติสัมประสิทธิ์การคัปปลิงอาจจะน้อยเท่ากับ 0.01 (น้อยกว่า 1%)

2.15.6 กฎของฟาราเดย์

การเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กทำให้เกิดความเข้มสนามไฟฟ้า E , ลักษณะเช่นนี้ของสนามแม่เหล็กถูกอธิบายโดยกฎของฟาราเดย์ ผลกระทบของสนามไฟฟ้าในลักษณะนี้ขึ้นกับคุณสมบัติของวัสดุของพื้นที่รอบๆ

- 1) สุญญากาศ ในกรณีนี้ความเข้มสนามไฟฟ้าทำให้เกิดสนามไฟฟ้าหมุน การเปลี่ยนเป็นช่วงๆ ในฟลักซ์แม่เหล็กทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งแพร่ตัวมันเองในระยะไกล
- 2) ลูปตัวนำเปิด โวลต์ของวงจรถูกเปิดที่สร้างขึ้นตรงปลายทั้งสองข้างของลูปตัวนำที่เกือบจะปิด เรียกว่า โวลต์เหนี่ยวนำ โวลต์นี้ตรงกับเส้นอินทิเกรตความเข้มสนาม E ซึ่งถูกสร้างระหว่างทางของลูปตัวนำในช่องว่าง
- 3) ผิวโลหะ ความเข้มสนามไฟฟ้า E ถูกเหนี่ยวนำในผิวของโลหะ การไหลของกระแสเป็นวงกลมถูกสร้างขึ้นเรียกว่า Eddy Currents สิ่งนี้ต่อต้านการกระตุ้นของฟลักซ์แม่เหล็ก ซึ่งอาจจะลดฟลักซ์แม่เหล็กในบริเวณใกล้เคียงของผิวโลหะ อย่างไรก็ตามผลกระทบนี้ไม่ต้องการในการคัปเปิลเหนี่ยวนำของระบบ RFID และจะถูกป้องกันโดยวิธีที่เหมาะสม



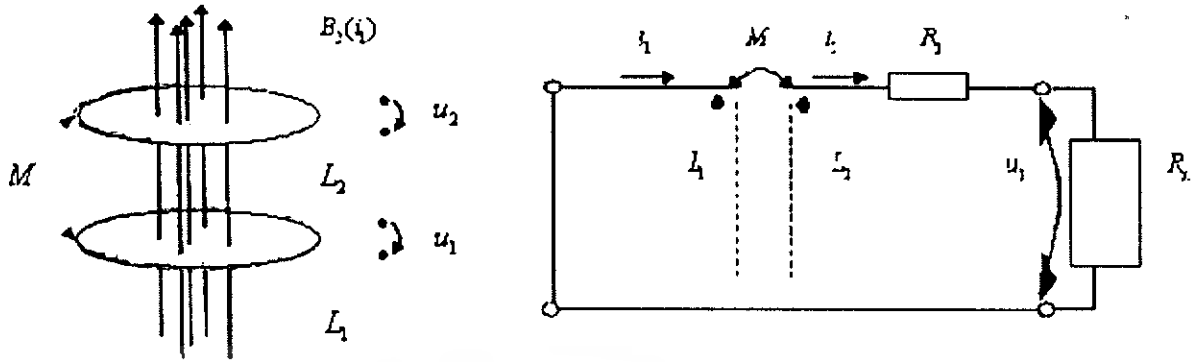
รูปที่ 2.39 ความเข้มสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำ E ในวัสดุที่แตกต่างกัน จากด้านบน ผิวโลหะ ลูปตัวนำ และสุญญากาศ

รูปแบบทั่วไปของกฎฟาราเดย์เขียนได้ดังนี้

$$u_i = \oint E_i \cdot ds = - \frac{d\psi(t)}{dt} \quad (2.16)$$

สำหรับโครงร่างของลูปตัวนำที่มี N รอบ จะได้ว่า $U_i = N \cdot d\psi / dt$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.40 ด้านซ้ายแสดงสนามแม่เหล็กคัปเปิลรูปตัวนำ ด้านขวาแสดงวงจรสมมูลสำหรับสนามแม่เหล็กคัปเปิลรูปตัวนำ

4) Self Inductance การเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์เกิดขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงของกระแส di_n / dt เหนี่ยวนำโวลต์ u_n ในวงจรตัวนำเดียวกัน

5) Mutual Inductance การเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์เกิดขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงของกระแส di_n / dt เหนี่ยวนำโวลต์ในวงจรตัวนำที่ติดกัน L_n วงจรทั้งสองถูกคัปปลิงโดยความเหนี่ยวนำเสมือน

จากรูปที่ 2.40 แสดงวงจรสมมูลสำหรับรูปตัวนำ การเหนี่ยวนำคัปเปิลในระบบ RFID L_1 คือสายอากาศส่งของตัวอ่าน L_2 คือสายอากาศของแท็ก R_2 คือความต้านทานขดลวดของสายอากาศแท็ก การใช้กระแสของหน่วยความจำข้อมูลถูกแสดงโดย R_L

ฟลักซ์ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาในรูปตัวนำ L_1 เหนี่ยวนำโวลต์ u_2 ในรูปตัวนำ L_2 เนื่องจากความเหนี่ยวนำเสมือน การไหลของกระแสสร้างโวลต์ที่ครอบคลุมจากข้างหนึ่งไปยังข้างหนึ่งของตัวต้านทานของขดลวด R_2 หมายความว่าโวลต์ u_2 สามารถวัดได้ที่เทอร์มินอล กระแสที่ผ่าน R_L จะถูกคำนวณจาก u_2 / R_L กระแสที่ผ่าน L_2 จะสร้างฟลักซ์แม่เหล็กเพิ่มขึ้นซึ่งต่อต้านฟลักซ์แม่เหล็ก $\psi_1(i_1)$ จากข้างบนรวมเป็นสมการได้ดังนี้

$$u_2 = + \frac{d\psi_2}{dt} = M \frac{di_1}{dt} - L_2 \frac{di_2}{dt} - i_2 R_2 \quad (2.17)$$

เพราะว่าในทางปฏิบัติ i_1 และ i_2 คือกระแสสลับ เราเขียนสมการในรูปของจำนวนเชิงซ้อน ซึ่ง $\omega = 2\pi f$

$$u_2 = j\omega M \cdot i_1 - j\omega L_2 \cdot i_2 - i_2 R_2 \quad (2.18)$$

ถ้า i_2 ถูกแทนที่โดย u_2 / R_L ดังนั้นเราจะสามารถหาค่าสำหรับ u_2

$$u_2 = \frac{j\omega M \cdot i_1}{1 + \frac{j\omega L_2 + R_2}{R_L}} \quad \begin{array}{l} R_L \rightarrow \infty : u_2 = j\omega M \cdot i_1 \\ R_L \rightarrow 0 : u_2 \rightarrow 0 \end{array} \quad (2.19)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

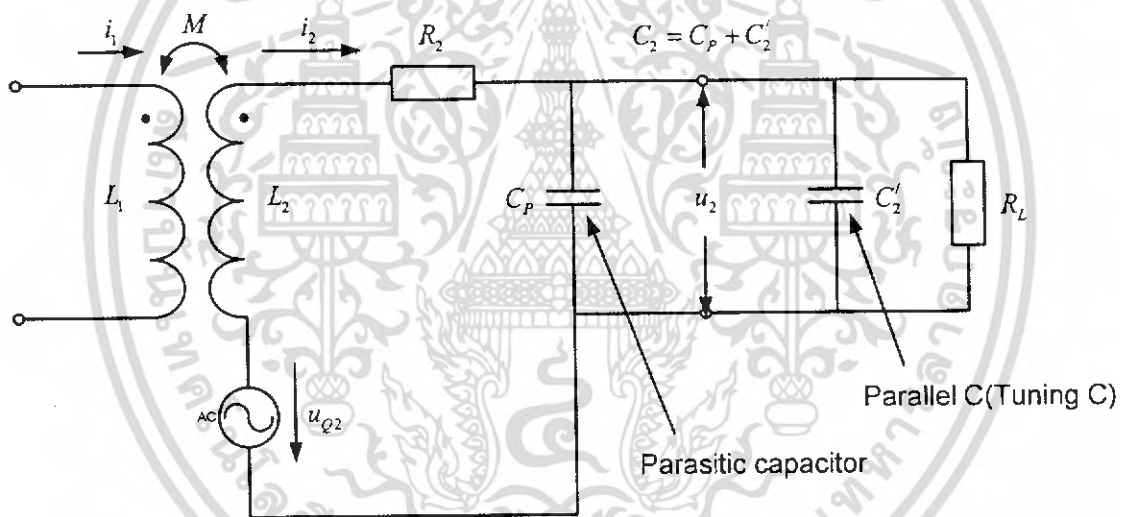
2.15.7 รีโซแนนซ์

โวลต์ u_2 หนึ่งขวนำในขดลวดของแท่ง ถูกใช้ในการจัดหาแหล่งจ่ายพลังงานให้กับหน่วยความจำข้อมูล (microchip) ของแท่งแบบพาสซีฟ ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของไดอะแกรมวงจรสมมูลแสดงดังรูป 2.41 ตัวเก็บประจุ C_2 ถูกต่อแบบขนานกับขดลวดของแท่ง L_2 เพื่อทำวงจร parallel resonant ด้วยความถี่ รีโซแนนซ์ซึ่งตรงกับความถี่การทำงานของระบบ RFID ความถี่ รีโซแนนซ์ทั้งหมดของแท่งสองอันที่ใกล้กันจะน้อยกว่าความถี่ รีโซแนนซ์ ความถี่ รีโซแนนซ์ของวงจร parallel resonant สามารถคำนวณ โดยใช้สมการของทอมสัน

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 \cdot C_2}} \tag{2.20}$$

ในทางปฏิบัติ C_2 ทำจากตัวเก็บประจุ C_2' และตัวเก็บประจุพาราซิติค C_p จากวงจรจริง $C_2 = (C_2' + C_p)$ ความจุไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับตัวเก็บประจุขนาน C_2' ถูกพบโดยสมการของทอมสัน

$$C_2' = \frac{1}{(2\pi f)^2 L_2} - C_p \tag{2.21}$$



รูปที่ 2.41 แสดงไดอะแกรมวงจรสมมูลของแท่งจริง R_2 คือตัวต้านทานโดยธรรมชาติของขดลวดของแท่ง L_2 ขณะที่การใช้กระแสของขั้วถูกแทนโดยตัวต้านทานโหลด R_L

รูปที่ 2.41 แสดงวงจรสมมูลของอุปตัวนำคัปเปิ้ลที่มีคุณสมบัติเป็นสนามแม่เหล็ก ขดลวดแท่ง L_2 และตัวเก็บประจุขนาน C_2 จากวงจร parallel resonant เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการเคลื่อนย้ายโวลต์

ถ้าโวลต์ $u_{Q2} = u_i$ ถูกหนึ่งขวนำในขดลวด L_2 โวลต์ที่ตาม u_2 สามารถวัดได้ที่โหลดคริสตอร์คาต้า แกเรียร์ R_L ในไดอะแกรมของวงจรสมมูล

$$u_2 = \frac{j\omega L_2 u_{Q2}}{1 + (j\omega L_2 + R_2) \cdot \left(\frac{1}{R_L} + j\omega C_2 \right)} \tag{2.22}$$

เราจะแทนโวลต์หนึ่งขวนำ $u_{Q2} = u_i$ ด้วยแฟกเตอร์ที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$u_{Q2} = u_1 = j\omega M i_1 = \omega k \sqrt{L_1 L_2} \quad (2.23) \quad 40$$

ความสัมพันธ์ระหว่างโวลต์ u_2 และการคัปปลิงแม่เหล็กของขดลวดเครื่องส่งและขดลวดแทกส์

$$u_2 = \frac{j\omega M \cdot i_1}{1 + (j\omega L_2 + R_2) \cdot (1/R_L + j\omega C_2)} \quad (2.24)$$

และ

$$u_2 = \frac{j\omega \cdot k \cdot \sqrt{L_1 L_2} \cdot i_1}{1 + (j\omega L_2 + R_2) \cdot (1/R_L + j\omega C_2)} \quad (2.25)$$

หรือไม่อยู่ในรูปจำนวนเชิงซ้อน

$$u_2 = \frac{\omega \cdot k \cdot \sqrt{L_1 L_2} \cdot i_1}{\sqrt{\left(\frac{\omega L_2}{R_L} + \omega R_2 C_2\right)^2 + \left(1 - \omega^2 L_2 C_2 + \frac{R_2}{R_L}\right)^2}} \quad (2.26)$$

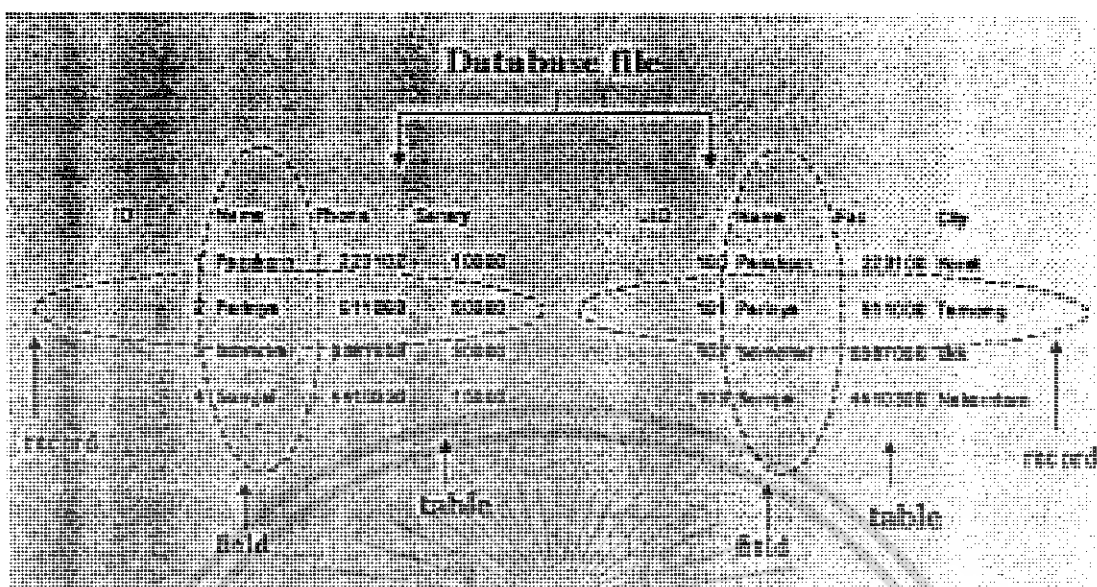
ซึ่ง $C_2 = C_2' + C_p$

2.16 ฐานข้อมูล MySQL

MySQL เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บข้อมูล โปรแกรมหนึ่งทำงานในลักษณะ Client Server ทำงานบนระบบ Telnet บน Linux Redhad หรือ Unix System (ไม่เสียค่าใช้จ่าย) และบน Win32 (เสียค่าใช้จ่าย) โดยทั่วไปแล้วบนระบบเครือข่าย Internet และ Intranet นั้นหมายความว่าเราสามารถเรียกใช้ MySQL ได้ทั่วโลกในกรณีที่เป็น Internet และ ทั่วบริเวณในกรณีที่เป็น Intranet และยังสามารถเรียกใช้บน Web Browser ได้ในกรณีที่ใช้ภาษาที่ใช้เป็นอินเตอร์เฟซเช่น PHP, Perl, C, C++ เป็นต้น

MySQL เป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) RDBMS คือสามารถทำงานกับตารางข้อมูลหลายตารางพร้อมๆกัน โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ของตารางเหล่านั้นด้วย field ที่ใช้ร่วมกัน

ไม่ว่าจะจัดเก็บข้อมูลโดยผู้บรรยายหรือจัดเก็บข้อมูลโดยคอมพิวเตอร์นั้น จำเป็นจะต้องมีรูปแบบในการจัดเก็บข้อมูลที่เหมาะสม ซึ่งรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลทั้งสองอย่างรวมทั้ง MySQL ด้วยนั้นไม่แตกต่างกันนัก โดยสามารถแบ่งได้ตามรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 รูปแบบในการจัดเก็บฐานข้อมูล

ซึ่งการจัดเก็บฐานข้อมูลนั้นอธิบายคร่าวๆก็คือจะทำโครวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่จัดเก็บเข้าพวกเดียวกันเรียกว่า Database file (ไฟล์ฐานข้อมูล) จากนั้นภายใน Database file ก็จะประกอบไปด้วย Table (ตาราง) ต่างๆที่จัดเก็บข้อมูล แล้วภายใน Table ก็จะประกอบไปด้วย field (คอลัมน์) ซึ่งจะบ่งบอกลักษณะของข้อมูล จากนั้นก็เป็น Record (แถว) ซึ่งเป็นส่วนของข้อมูลที่ถูกจัดเข้าจำพวกด้วยกันตามลักษณะการแบ่งพวกของ field

2.17 PHP

PHP เป็นภาษาสคริปต์แบบเซิร์ฟเวอร์ไซด์ (server-side scripting language) หมายถึง การประมวลผลจะเกิดขึ้นบนเครื่องแม่ข่าย หรือเซิร์ฟเวอร์ (server) แล้วจึงสร้างผลลัพธ์เป็นภาษา HTML ส่งให้กับเครื่องลูกข่ายหรือไคลเอนต์ (client) เพื่อแสดงผล ซึ่งลดภาระการส่งถ่ายข้อมูลจำนวนมากเพื่อมาประมวลผลบนเครื่องลูกข่าย

2.17.1 รูปแบบภาษา

PHP แดกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆคือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมาเพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ สามารถนำมาใช้ทำเว็บเพจที่จำเป็นต้องมีการตอบสนองกับผู้ใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง PHP มีความสามารถในการนำข้อมูลจาก Database Server มาแสดงในเว็บเพจจึงเหมาะแก่การนำมาใช้ทำเว็บบอร์ด, เว็บเมล, โคนามิกเว็บเพจเพื่อประโยชน์ในทางพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-commerce) ตลอดจนการสร้างเว็บแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในองค์กรที่ต้องการคุณสมบัติในการเรียกใช้งานได้จากทุกที่ เช่นการเรียกใช้แอปพลิเคชันจากสาขาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17.2 สิ่งที่ต้องมีในการใช้ PHP

เมื่อตัดสินใจที่จะนำ PHP มาใช้แล้วสิ่งที่มีคือ

- 1) เครื่องเซิร์ฟเวอร์ (จะใช้ PC ธรรมดาก็ได้)
- 2) เครื่องไคลเอนต์ (เป็นเครื่องเดียวกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ก็ได้)
- 3) โปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) เช่น Apache (อาปาเช่), Microsoft Internet Information Server (IIS), Microsoft Personal Web Server (PWS)
- 4) โปรแกรม PHP
- 5) โปรแกรมดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ (Database Server) เช่น MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server (หากต้องมีการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล)

2.18 phpMyAdmin

การจัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านทาง command prompt นั้นเป็นวิธีที่ผู้ใช้งาน (หรือผู้บริหารระบบ) จำเป็นต้องจดจำคำสั่งให้ได้ และอาจไม่ได้ผลดังที่ต้องการหากพิมพ์คำสั่งผิดไปเพียงเล็กน้อย ส่วนการนำฟังก์ชันใน PHP มาใช้จัดการกับฐานข้อมูลและเทเบิล จะช่วยให้เราสามารถสร้างโปรแกรมสำหรับจัดการฐานข้อมูล MySQL เพื่อดำเนินการกับฐานข้อมูลและเทเบิลต่างๆ โดยไม่ต้องพิมพ์คำสั่งผ่านทาง command prompt ของ MySQL แต่การพิมพ์คำสั่งผ่านทาง command prompt นั้นไม่นิยมใช้กัน จึงได้ใช้โปรแกรม phpMyAdmin ในการเข้าจัดการฐานข้อมูลและเทเบิลใน MySQL โดยแทนที่จะต้องพิมพ์คำสั่งผ่านทาง command prompt ก็เปลี่ยนมาใช้อินเทอร์เฟซ (interface) แบบกราฟฟิกแทน ทำให้การสร้างฐานข้อมูล เทเบิล รวมถึงการเพิ่มข้อมูล แก้ไขข้อมูล และลบข้อมูลในเทเบิลทำได้ง่ายขึ้น

ความสามารถของ phpMyAdmin เช่น

- 1) สร้างและลบฐานข้อมูล
- 2) สร้าง ทำสำเนา ลบ เปลี่ยนชื่อ และแก้ไขโครงสร้างของเทเบิล
- 3) เพิ่ม แก้ไข และลบฟิลด์
- 4) สั่งดำเนินการด้วยคำสั่งในภาษา SQL ผ่าน phpMyAdmin
- 5) อ่านข้อมูลจากเท็กซ์ไฟล์เข้าสู่เทเบิล
- 6) จัดการได้หลายเซิร์ฟเวอร์
- 7) จัดการรายชื่อผู้ใช้และกำหนดสิทธิการใช้งานของผู้ใช้
- 8) สามารถใช้ Query-by-example (QBE) ได้
- 9) สามารถส่งออกโครงสร้างและคำสั่งการสร้างข้อมูลในเทเบิลเป็นคำสั่ง SQL หรือรูปแบบ CSV (Comma-Separated Values), LaTeX และสามารถเลือกให้บีบอัดเป็นไฟล์ zip หรือ gzipped ได้ (ในกรณีที่ PHP เป็นเวอร์ชัน 4.04 หรือใหม่กว่านั้น)
- 10) แสดงผลเป็นภาษาต่างๆ ได้ถึง 47 ภาษา (รวมทั้งภาษาไทยด้วย)

2.19 มาตรฐาน RS-485

RS-485 ได้รับการออกแบบให้รองรับมาตรฐาน TIA/EIA-485-A จุดเด่นที่สำคัญคือ สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้มากกว่า 2 ตัว (โดยทั่วไปกำหนดอยู่ที่ 32 ตัว) เพื่อทำการสื่อสารข้อมูลร่วมกัน และระยะห่างไกลสุดระหว่างอุปกรณ์ภายในเครือข่ายอยู่ที่ประมาณ 1.2 กิโลเมตร (ขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์ไอซีที่ทำหน้าที่เป็นตัวขับสัญญาณด้วย) ด้วยคุณสมบัติ 2 ข้อนี้นี้ ทำให้มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานในระบบสื่อสารข้อมูลได้เป็นอย่างดี

ลักษณะโดยทั่วไปของการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 คือเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบจุดต่อจุด ซึ่งเดิมทีเป็นการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม ซึ่งจริงๆ แล้วทั้งสองฝั่งจะเป็นอะไรก็ได้ การสื่อสารเป็นแบบสองทางพร้อมกัน (Full-duplex) โดยอาจใช้สายสัญญาณอื่นร่วมเพื่อทำแฮนด์เชก (Hand-shake) หรือ ไม่ก็ได้ มาตรฐาน RS-232 จำกัดความยาวสายไว้ที่ 50 ฟุต (หรือประมาณ 15 เมตร) สำหรับการส่งสัญญาณที่ความเร็ว 19,200 บิตต่อวินาที โดยที่ความยาวสายจะต้องสั้นลงถ้าต้องการสื่อสารที่ความเร็วสูงขึ้น และถ้ามีสัญญาณรบกวนมากๆ เช่นในโรงงาน หรือ บริเวณใกล้เครื่องจักรที่เป็นแบบมีการสวิตซ์สัญญาณไฟฟ้าที่กระแสสูงๆ ก็จะทำให้ต้องมีการลดความเร็วในการส่งสัญญาณลงหรือใช้สายที่สั้นลง

มาตรฐาน RS-422 หรือ RS-422-A ถูกกำหนดขึ้นโดยสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์หรือ EIA เช่นเดียวกับกับมาตรฐาน RS-232 โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะแก้ปัญหาเรื่องความยาวของสายสื่อสารโดยใช้การส่งสัญญาณแบบผลต่าง (Differential) แทนที่จะใช้การส่งสัญญาณแบบอ้างอิงกับจุดกราวด์ (หรือสายดิน) เช่นเดียวกับกับ RS-232 การส่งสัญญาณแบบ Differential นี้ช่วยลดปัญหาสัญญาณรบกวนจาก 2 ปัจจัยด้วยกัน ได้แก่ ปัญหาแรงดันกราวด์ 2 ฝั่งสายไม่เท่ากัน อันเกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายกราวด์ที่ยาวมากๆ ก่อให้เกิดความต่างศักย์ และปัญหาสัญญาณรบกวนที่เกิดจากแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำในสาย โดยหากสายไฟที่ใช้ถูกตีเกลียวและวางไว้ใกล้กัน เมื่อมีแรงดันเหนี่ยวนำจะปรากฏแรงดันรบกวนบนสายทั้งสองเท่าๆ กันเป็นผลให้ ตัวรับที่อ่านความต่างศักย์ระหว่างสายอ่านข้อมูลได้เช่นเดิม ทั้งสองปัจจัยนี้เองเป็นสาเหตุที่ทำให้ความต้านทานต่อสัญญาณรบกวนของการสื่อสารแบบ RS-232 ดีน้อยกว่า RS-422) ตามมาตรฐาน RS-422 นี้จะใช้สายสัญญาณทั้งหมด 4 เส้น (2 เส้นสำหรับการส่งสัญญาณ และอีก 2 เส้นสำหรับรับสัญญาณ) และสามารถให้ความยาวสายสัญญาณได้ถึง 4,000 ฟุต (หรือ 1.2 กม.) ที่ความเร็ว 100,000 บิตต่อวินาที และการสื่อสารเป็นแบบ 2 ทางพร้อมกัน (Full Duplex)

มาตรฐาน RS-485 กำหนดโดยสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์หรือ EIA เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อสัญญาณแบบอนุกรม (Serial Communication) มีลักษณะการเชื่อมต่อเป็นแบบหลายจุด (Multi-point) หรือ Multi-drop สายสัญญาณที่ใช้มีทั้งแบบที่เป็น 2 สายและแบบที่เป็น 4 สาย การต่อแบบหลายจุดนี้ทำให้สามารถมองสายสัญญาณเป็นบัสสัญญาณได้ (Signal Bus) จำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอรฺหรืออุปกรณ์ที่สามารถขู่บน RS-485 บัสนึงถูกกำหนดไว้ที่ 32 ตัว ในกรณีที่ต้องการเพิ่ม⁴⁴ จะต้องมีตัวทวนสัญญาณ (Signal Repeater) หรือใช้ตัวส่ง-รับสัญญาณที่มีอิมพีแดนซ์ (ความต้านทาน เสมือน) สูงขึ้น ซึ่งเราอาจเพิ่มจำนวนจุดเชื่อมต่อขึ้นได้ถึง 128 จุด ความยาวของสายสัญญาณตาม มาตรฐาน RS-485 นี้สามารถยาวได้ถึง 1.2 กม เช่นเดียวกับมาตรฐาน RS-422 แต่การสื่อสารจะเป็นแบบ สองทางไม่พร้อมกัน (Half Duplex) มีเพียงคอมพิวเตอรฺหรืออุปกรณ์ตัวเดียวเท่านั้นที่สามารถส่ง สัญญาณออกได้ ณ เวลาหนึ่งๆ ส่วนที่เหลือจะเป็นผู้รับสัญญาณหรือผู้ฟัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

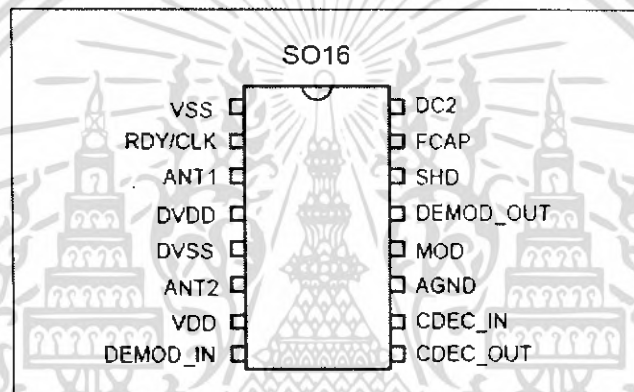
การคำนวณและการสร้าง

3.1 การออกแบบส่วนของ RFID

ระบบ RFID จะมีส่วนของเครื่องอ่านสัญญาณและส่วนของแท็กส์ ในแต่ละส่วนจะมีไอซีที่ใช้ทำงานแตกต่างกันไป โดยในส่วนของเครื่องอ่านสัญญาณจะใช้ไอซี EM4095 และในส่วนของแท็กส์จะใช้แบบ T5557

3.2 หลักการทำงานของ IC ที่ใช้งาน

3.2.1 EM4095 : Read/Write analog front end for 125 kHz RFID Basestation

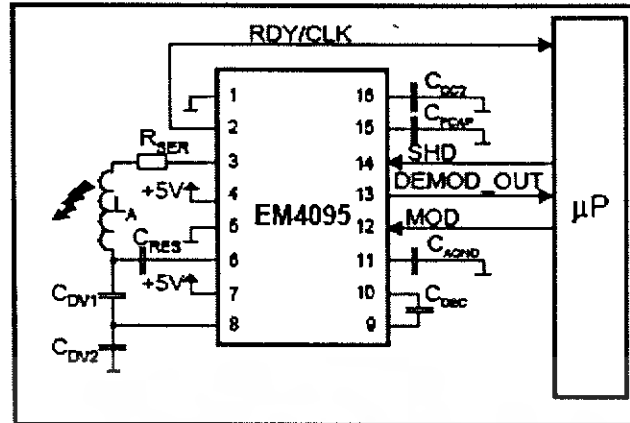


รูปที่ 3.1 ขาของไอซี EM4095

ไอซี EM4095 (แต่เดิมชื่อ P4095) เป็นไอซีแบบวงจรรวม CMOS เพื่อนำมาใช้กับเครื่องอ่านสัญญาณ ซึ่งมีคุณสมบัติการทำงานดังนี้

- เสาอากาศขับเคลื่อนด้วยความถี่คลื่นพาห์
- การมอดูเลตสัญญาณแบบ AM สำหรับเขียนข้อมูล
- การดีมอดูเลตสัญญาณแบบ AM จากเสาอากาศที่ตรวจจับได้

สื่อสารกับไมโครโปรเซสเซอร์ผ่านอินเตอร์เฟสอย่างง่าย



รูปที่ 3.2 วงจรที่ใช้ต่อไอซี EM4095 กับไมโครคอนโทรลเลอร์

เหตุผลที่ใช้วงจรมีเพราะว่าวงจรมีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากวงจรมีการต่อค่าความต้านทานอนุกรมกับขดลวด (coil) ทำให้กระแสที่ไหลผ่านขดลวด (coil) มีค่าลดลง เมื่อกระแสลดลงก็จะมีผลให้ค่าการกระจายตัวของกำลังมีค่าลดลงด้วย

3.2.1.1 Pin Description

Pin	Name	Description	Type
1	V _{SS}	Negative power supply (substrate)	GND
2	RDY/CLK	Ready flag and clock output, driver for AM modulation	O
3	ANT1	Antenna driver	O
4	D _{VDD}	Positive power supply for antenna drivers	PWR
5	D _{VSS}	Negative power supply for antenna drivers	GND
6	ANT2	Antenna driver	O
7	V _{DD}	Positive power supply	PWR
8	DEMOD_IN	Antenna sensing voltage	ANA
9	CDEC_OUT	DC blocking capacitor connection « out »	ANA
10	CDEC_IN	DC blocking capacitor connection « in »	ANA
11	A _{GND}	Analog ground	ANA
12	MOD	A High level voltage modulates the antenna	IPD
13	DEMOD_OUT	Digital signal representing the AM seen on the antenna	O
14	SHD	A High level voltage forces the circuit into sleep mode	IPU
15	FCAP	PLL Loop filter capacitor	ANA
16	DC2	DC decoupling capacitor	ANA

GND: reference ground PWR: power supply ANA: analog signal
 IPD: input with internal pull down IPU: input with internal pull up O: output

ตารางที่ 3.1 Pin Description

3.2.1.2 การกำหนดการทำงาน

ในการกำหนดการทำงานของไอซี EM4095 สามารถกำหนดการทำงานได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ (AT89S8252) ไปควบคุมการทำงานจากขา SHD (ขา14) และ MOD (ขา12) ของ EM4095 ซึ่งเราสามารถกำหนดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ขา SHD

ถ้า SHD มีสถานะเป็น High ไอซี EM4095 จะทำงานในโหมด Sleep

ถ้า SHD มีสถานะเป็น Low ไอซี EM4095 จะพร้อมในการรับส่งข้อมูลตลอดเวลา

2) ขา MOD

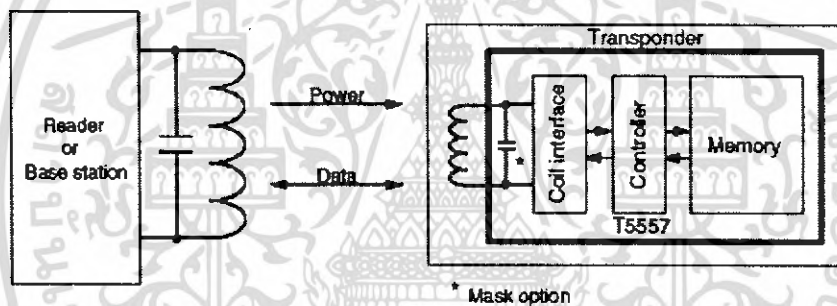
ถ้า MOD มีสถานะเป็น High ไอซี EM4095 จะทำงานในโหมดเขียน

ถ้า MOD มีสถานะเป็น Low ไอซี EM4095 จะทำงานในโหมดอ่าน

3.2.2 Tag : Multifunctional 330 bit Read/Write RF-Identification IC

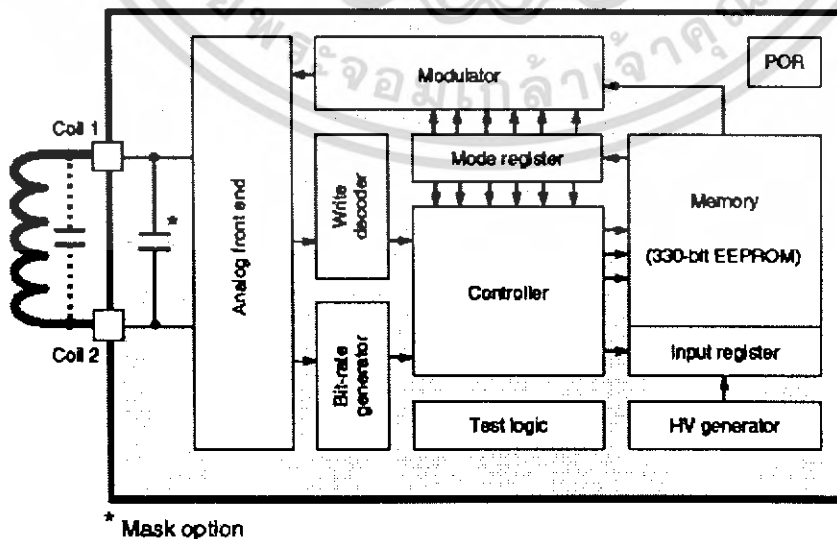
T5557 เป็น IDIC (Identification IC) แบบไร้สัมผัส สำหรับการประยุกต์ใช้งานในย่านความถี่ 125 kHz มีขดลวด (coil) ค่อยู่กับชิพ (chip) ใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน (power supply) และรับส่งข้อมูลระหว่างตัวมันเองกับตัวอ่าน (Reader or Base station)

ใน T5557 นี้ มีหน่วยความจำเป็นแบบ EEPROM 330-bit (แบ่งเป็น 10 บล็อก บล็อกละ 33 บิต) สามารถอ่านและเขียนบล็อกได้จากเครื่องอ่านสัญญาณ โดยบล็อก 0 จะถูกสงวนไว้ในการตั้งค่าโหมดการทำงานของ T5557 และ บล็อก 7 อาจใช้สำหรับเก็บรหัส (Password) เพื่อป้องกันผู้อื่นมาเขียน



รูปที่ 3.3 ระบบ RFID ที่ใช้ T5557

3.2.2.1 บล็อกไดอะแกรมของ T5557



รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมของ T5557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 คุณสมบัติของ T5557

- ส่งผ่านข้อมูลแบบไร้สัมผัส
- ความถี่คลื่นวิทยุ F_{RF} ตั้งแต่ 100 kHz ถึง 150 kHz
- e5550 เข้ากันได้กับ T5557 extended mode
- ขนาดเล็ก เหมาะสมกับ ISO/IEC 11784/785
- มีตัวเก็บประจุรีโซแนนซ์ 75 pF บนชิพ
- มีหน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 7×32 บิต รวมทั้งพาสเวิร์ดขนาด 32 บิต
- แบ่งความจำ 64 บิตไว้สำหรับข้อมูล
- อีก 32 บิตของรีจิสเตอร์ใน EEPROM นั้นกำหนด
- อัตราข้อมูล
 - RF/2 ถึง RF/8, Binary Selectable หรือ
 - Fixed e5550 Data Rates
- การมอดูเลต/การเข้ารหัส
 - FSK, PSK, Manchester, Biphase, NRZ

3.2.2.3 Initialization and POR Delay

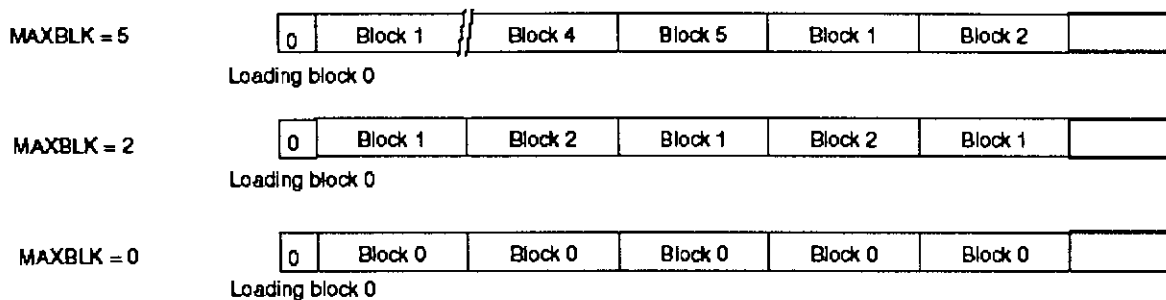
วงจร POR จะยังทำงานจนกระทั่งถึงจุดที่มีแรงดันเท่ากับแรงดันเทรชโฮลด์ (threshold) จึงทำให้ค่าเริ่มต้นของทริกเกอร์ (trigger) เริ่มหน่วงเป็นลำดับ ระหว่างการทำงานนี้จะมีคาบเวลาประมาณ 192 สัญญาณนาฬิกา ไอซี T5557 ถูกกำหนดค่าเริ่มต้นให้เก็บข้อมูลไว้ใน EEPROM บล็อก 0 ระหว่างการกำหนดค่าเริ่มต้นที่บล็อก 0 ตัวแปรทั้งหมดของ T55570x ใน load damping จะทำงานอย่างถาวร และแบบ T55571x จะมีระยะเวลาอ่านที่มากกว่าแต่ขึ้นอยู่กับสนามของคลื่น

3.2.2.4 Tag to Reader Communication

ในระหว่างการส่งงานทั่วไป ข้อมูลที่เก็บไว้ใน EEPROM จะถูกวนและที่จุด coil 1 และ coil 2 จะถูกมอดูเลต ซึ่งสามารถตรวจจับได้โดยเครื่องอ่านสัญญาณ

3.2.2.5 Regular-read Mode

ใน regular-read mode ข้อมูลจากหน่วยความจำจะถูกส่งอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจากบล็อก 1 บิต 1 จนถึงบล็อกสุดท้าย โดยเราสามารถกำหนดบล็อกสุดท้ายได้ในพารามิเตอร์ MAXBLK ใน EEPROM บล็อก 0 เราสามารถกำหนดวงรอบของข้อมูลได้จากการตั้งค่า MAXBLK (ตั้งแต่ 0 ถึง 7) ถ้าเราตั้งค่า MAXBLK เท่ากับ 7 บล็อก 1 ถึงบล็อก 7 ก็จะถูกอ่าน ถ้า MAXBLK เท่ากับ 1 บล็อก 1 เพียงบล็อกเดียวเท่านั้นที่ถูกส่งออกไปอย่างต่อเนื่อง ถ้า MAXBLK เท่ากับ 0 บล็อก 0 เท่านั้นที่จะถูกส่งออกไป (ซึ่งโดยปกติแล้วมันจะไม่ส่งบล็อก 0 ออกไป) ดังรูป



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างค่า MAXBLK ต่างๆ

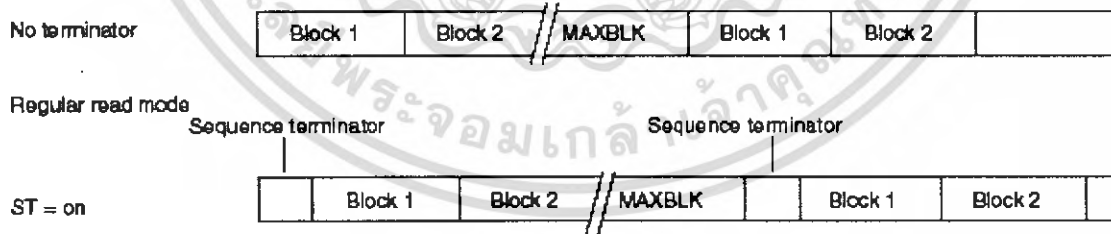
ทุกๆครั้งที่ T5557 เข้าสู่ regular-read mode หรือ block-read mode บิตแรกที่จะถูกส่งก็คือลอจิก 0 หลังจากนั้นก็จะตามด้วยข้อมูลเริ่มจากบล็อก 1 บิต 1 ไปเรื่อยๆ จนถึง MAXBLK บิต 32 แล้วจะวนอย่างนี้ไปเรื่อยๆ

3.2.2.6 Block-read Mode

คือการสั่งให้เข้าถึงข้อมูลโดยตรง (direct access) ทำได้โดยการส่ง page access opcode แล้วตามด้วยเลขบล็อกที่เราต้องการอ่าน (3-bit block address)

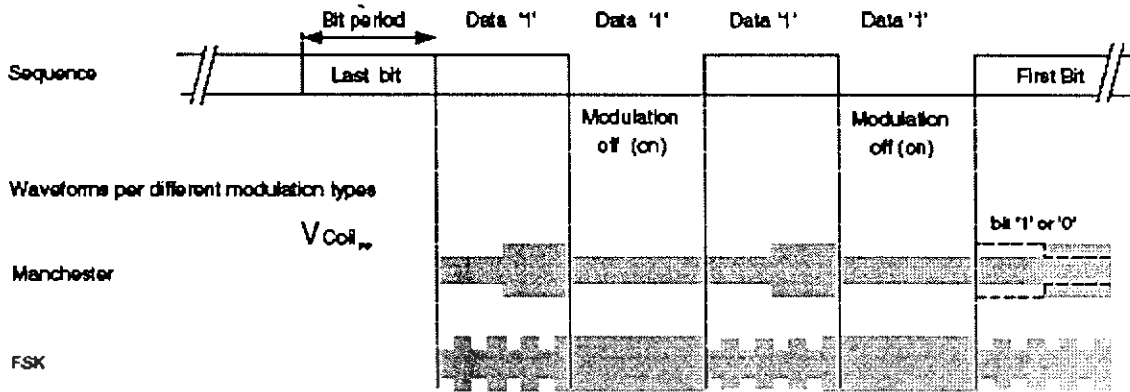
3.2.2.7 e5550 Sequence Terminator (ST)

ใน regular-read mode ST จะมีการแทรกเข้าไปก่อนที่บล็อกแรกจะถูกส่งไป เราสามารถสั่งให้ ST ทำงานได้โดยการตั้งค่าที่บิต 29 ของบล็อก 0 ใน block-read mode (ในกรณีที่ MAXBLK เท่ากับ 0 หรือ 1) ST จะแทรกเข้าไปก่อนบล็อกที่เลือกให้ส่งแบบ direct access



รูปที่ 3.6 Read Data Stream with Sequence Terminator

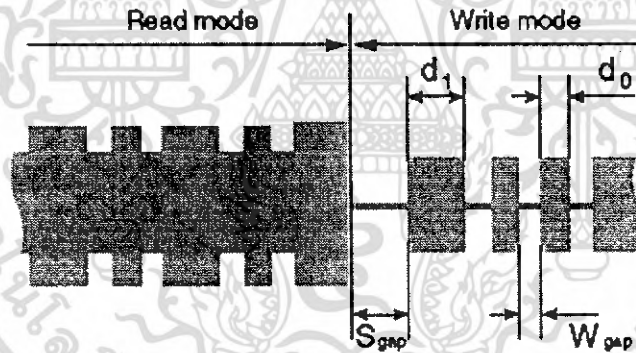
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 e5550-compatible Sequence Terminator Waveforms

3.2.2.8 Reader to Tag Communication

เราสามารถเขียนข้อมูลไปที่แท็กได้โดยการรบกวนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วย field gaps สั้นๆ ดังรูปและตารางด้านล่าง



รูปที่ 3.8 แสดงการเริ่มต้นการสื่อสารของเครื่องอ่านสัญญาณต่อแท็ก

Parameters	Remark	Symbol	Min.	Max.	Unit
Start gap		S_{gap}	10	50	FC
Write gap	Normal write mode	W_{gap}	8	30	FC
Write data in normal mode	'0' data	d_0	16	31	FC
	'1' data	d_1	48	63	FC

ตารางที่ 3.2 Write Data Decoding Scheme

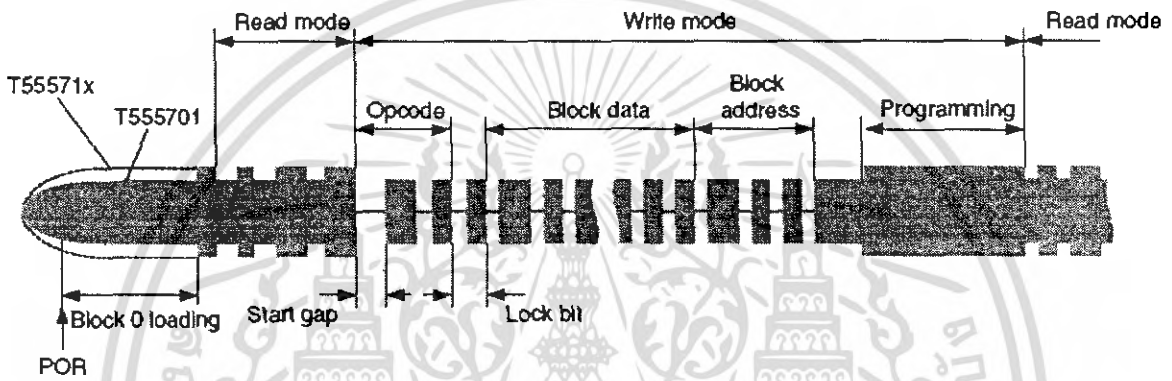
จากรูปและตารางจะเห็นว่า เมื่อเราจะเขียนข้อมูลจะต้องเริ่มจาก Start gap เสมอซึ่งมีค่าประมาณ 30 FC ((10+50)/2) หลังจากนั้นก็จะตามด้วยข้อมูลที่ต้องการเขียน (ถ้าต้องการเขียน 1 ก็จะต้องใช้ประมาณ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54FC ถ้าต้องการเขียน 0 ใช้ประมาณ 24 FC) หลังจากนั้นจะตามด้วย Write gap ซึ่งมีค่าประมาณ 18 FC⁵¹ อย่างไม่เรียบร้อย จนกระทั่งไม่มี gap มากกว่า 64 FC ก็จะออกจาก Write mode

3.2.3 หลักในการเขียนข้อมูล

ในการเขียนทั่วไปต้องการ

- 1) opcode
- 2) lock bit
- 3) บิตข้อมูลอีก 32 บิต
- 4) 3 บิตแอดเดรส ใช้เลือกบล็อกที่จะเขียน



รูปที่ 3.9 รูปร่างสัญญาณขณะเขียนข้อมูล

	Opcode										
Standard write	1p*	L	1	Data	32	2	Addr	0			
Protected write	1p*	1	Password	32	L	1	Data	32	2	Addr 0	
AOR (wake-up command)	10	1	Password	32							
Direct access (PWD = 1)	1p*	1	Password	32	0	2	Addr	0			
Direct access (PWD = 0)	1p*	0	2	Addr	0						
Page 0/1 regular read	1p*										
Reset command	00										

* p = page selector

รูปที่ 3.10 รูปแบบในการเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 Password

เมื่ออยู่ในโหมดพาสเวิร์ด (PWD = 1) 32 บิตหลัง opcode จะถูกพิจารณาให้เป็นรหัส โดยที่รหัสจะถูกเปรียบเทียบแบบบิตต่อบิตโดยเริ่มตั้งแต่บิตที่ 1 ของบล็อก 7 ถ้ารหัสไม่ถูกต้อง T5557 ก็จะไม่วิ่งโปรแกรมลงไป แล้วจะเริ่มเข้าสู่ภาวะ regular-read mode หลังจากที่คำสั่งถูกส่งไปทันที

ในโหมดพาสเวิร์ด ค่าของ MAXBLK เราควรจะต้องตั้งค่าให้มันมีค่าน้อยกว่า 7 เพื่อป้องกัน T5557 ส่งบล็อกที่ 7 ออกไป

3.3 ภาพรวมของระบบยืมคืนหนังสืออัตโนมัติ

ระบบยืมคืนหนังสืออัตโนมัตินั้นจะมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

- 1) เครื่องอ่านสัญญาณ RFID
- 2) การ์ดแท็กส์
- 3) โปรแกรม
 - C
 - Visual C++
 - MySQL
 - PHP

ในภาพรวมของระบบจะเริ่มจากการที่เครื่องอ่านสัญญาณ RFID นั้นรับข้อมูลมาจากการ์ดแท็กส์ผ่านทาง Serial port โดยการใช้โปรแกรม C และ Visual C++ รับค่าและติดต่อกับฐานข้อมูลเมื่อคอมพิวเตอร์รับค่ามาเรียบร้อยแล้วจะพิจารณาว่าเป็นการยืมหรือการคืน จากนั้นจะเข้าไปทำการแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล สำหรับการส่งอีเมลแจ้งเตือนค่าปรับนั้นระบบจะทำการตรวจสอบในฐานข้อมูลว่ามีหนังสือเล่มใดบ้างที่ถูกยืมเกินกำหนดและใครเป็นผู้ยืมไปแล้วทำการคิดค่าปรับ ซึ่งในระบบนี้ผู้ยืมหนังสือที่เป็นอาจารย์สามารถยืมหนังสือได้ไม่เกิน 30 วัน ส่วนนักศึกษาสามารถยืมหนังสือได้ไม่เกิน 7 วัน ถ้าเกินกำหนดการยืมหนังสือระบบจะคิดค่าปรับวันละ 5 บาท

โดยในระบบจะสามารถดูข้อมูลในฐานข้อมูลผ่านทางเครือข่ายได้โดยการเขียนภาษา PHP ติดต่อกับฐานข้อมูลซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถเรียกดูข้อมูลและเปลี่ยนรหัสผ่านได้เท่านั้นหากต้องการที่จะเปลี่ยนข้อมูลหรือเพิ่มข้อมูลผู้ใช้งานและหนังสือลงไปนั้นจำเป็นต้องเข้าไปจัดการในส่วนของผู้ดูแลระบบ

ในส่วนของการเชื่อมต่อฐานข้อมูลผ่านโปรแกรม PHP นั้นจะสามารถเรียกใช้งานผ่านทางเครือข่ายได้ โดยจะเริ่มเข้ามาในส่วนหน้าเลือกรายการผู้ใช้งาน ซึ่งจะเป็นหน้า HOME ซึ่งจะมีให้เลือก 3 หัวข้อคือ

- 1) ผู้ดูแลระบบ
- 2) อาจารย์
- 3) นักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของอาจารย์และนักศึกษานั้นจะมีลักษณะการทำงานของเว็บไซต์ที่เหมือนกันจะแตกต่างกันเพียงแค่การเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลคนละตารางกันเท่านั้น ซึ่งเราจะเรียกว่าเป็นผู้ใช้งาน โดยในการที่จะเข้ามาใช้งานจำเป็นต้องมีชื่อผู้ใช้งานและรหัสผู้ใช้งานเพื่อเข้าไปใช้งาน หลังจากผู้ใช้ได้ล็อกอินเข้าไปแล้ว จะมีรายการให้เลือกอยู่ทั้งหมด 3 รายการ คือ

1) คู่มือหนังสือ

รายการนี้จะเป็นรายการที่เรียกดูข้อมูลหนังสือที่ผู้ใช้ได้ทำการยืม ไปซึ่งจะมีรายละเอียดในส่วนของชื่อหนังสือ

- ISBN
- ชื่อหนังสือ
- ชื่อผู้แต่ง
- สำนักพิมพ์
- วันที่ยืม
- กำหนดคืน

2) เปลี่ยนรหัสผ่าน

ในรายการนี้ ผู้ใช้งานเป็นที่จะต้องกรอกรหัสเก่าและ รหัสผ่านใหม่ รวมทั้งการยืนยันรหัสผ่านที่ถูกต้อง ระบบจึงจะทำการเปลี่ยนรหัสผ่านให้

3) ล็อกเอาท์

ออกจากระบบกลับไปยังหน้ารายการเลือกผู้ใช้งานและหากผู้ใช้งานลืมรหัสผ่าน จะมีในส่วนของการรายการลืมรหัสผ่านให้เลือกซึ่งจะอยู่ในหน้าล็อกเอาท์ โดยการทำงานในส่วนนี้จะผ่านจากการตอบคำถามที่ได้ตั้งไว้หากมีการใส่ข้อมูลที่ต้องการ ผู้ใช้ก็จะสามารถเข้าไปทำการเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ได้ และระบบจะทำการลบรหัสผ่านเก่าทิ้งโดยอัตโนมัติ

ในส่วนของผู้ดูแลระบบจำเป็นต้องใส่ชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านผู้ใช้งานก่อนที่จะเข้าล็อกอินซึ่งเมื่อทำการล็อกอินจะเข้าไปยังหน้ารายการต่างๆซึ่งจะมีให้เลือกดังนี้

1) เพิ่มหนังสือ

จะเป็นรายการเพิ่มหนังสือลงในฐานข้อมูลซึ่งจะมีรายละเอียดให้กรอกดังนี้

- ISBN
- ชื่อหนังสือ
- ชื่อผู้แต่ง
- จำนวนหน้า
- สำนักพิมพ์
- พิมพ์ครั้งที่
- ราคา
- วันที่ซื้อ
- คำอธิบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตำแหน่งชั้นวาง
- หมายเลข RFID

2) แก้ไขรายละเอียดหนังสือ

เป็นส่วนที่เข้าไปดูข้อมูลหนังสือที่มีอยู่ทั้งหมดในฐานข้อมูล โดยที่จะแสดงรายละเอียดดังนี้

- ISBN
- ชื่อหนังสือ
- ชื่อผู้แต่ง

ในรายการนี้เราสามารถที่จะลบข้อมูลหนังสือจากฐานข้อมูลได้โดยเลือก check box ที่หน้าชื่อหนังสือ อีกทั้งยังสามารถเข้าไปแก้ไขข้อมูลของหนังสือในฐานข้อมูลได้โดยการคลิกที่ชื่อหนังสือ

3) เพิ่มรายชื่อผู้ใช้งาน (นักศึกษา)

จะเป็นรายการเพิ่มผู้ใช้งาน (นักศึกษา) ลงในฐานข้อมูลซึ่งจะมีรายละเอียดให้กรอกดังนี้

- รหัสผู้ใช้งาน
- ชื่อ
- นามสกุล
- รหัสผ่าน
- ยืนยันรหัสผ่าน
- คำตอบ
- หมายเลข RFID

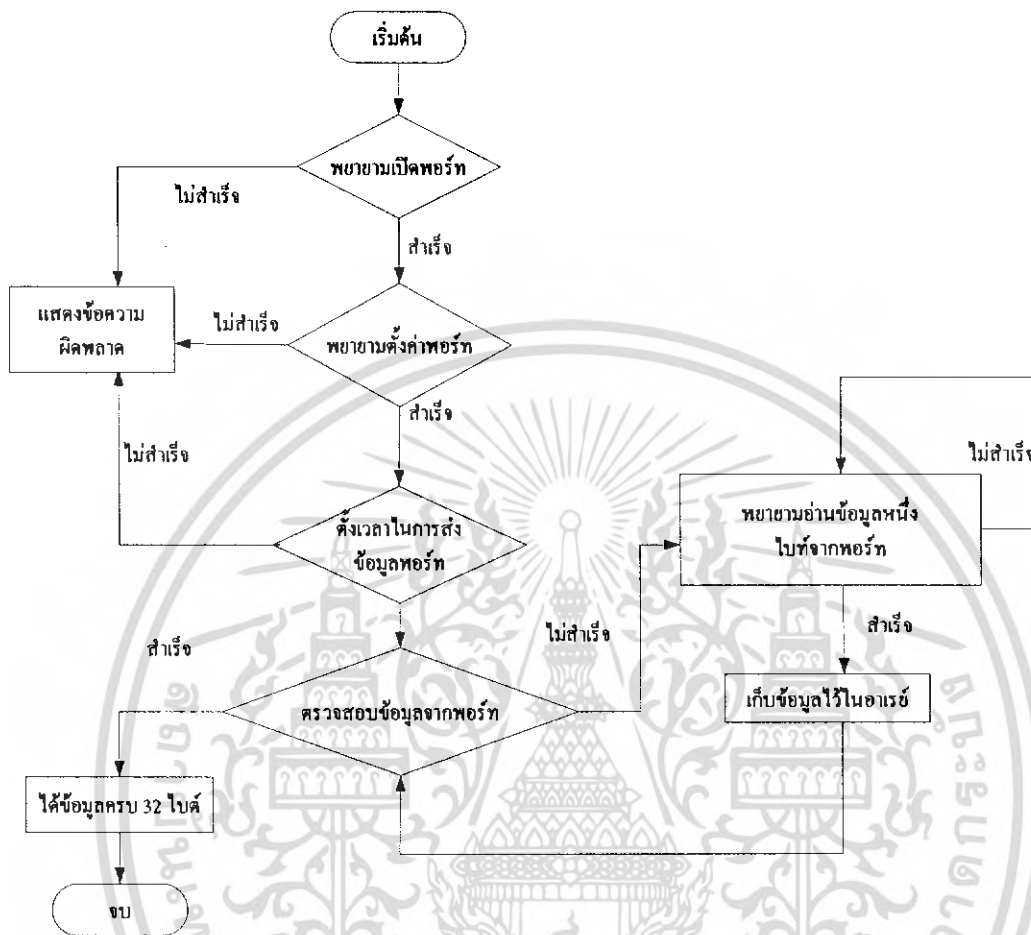
4) เพิ่มรายชื่อผู้ใช้งาน (อาจารย์)

จะเป็นรายการเพิ่มผู้ใช้งาน (อาจารย์) ลงในฐานข้อมูลซึ่งจะมีรายละเอียดให้กรอกดังนี้

- รหัสผู้ใช้งาน
- ชื่อ
- นามสกุล
- รหัสผ่าน
- ยืนยันรหัสผ่าน
- คำตอบ
- หมายเลข RFID

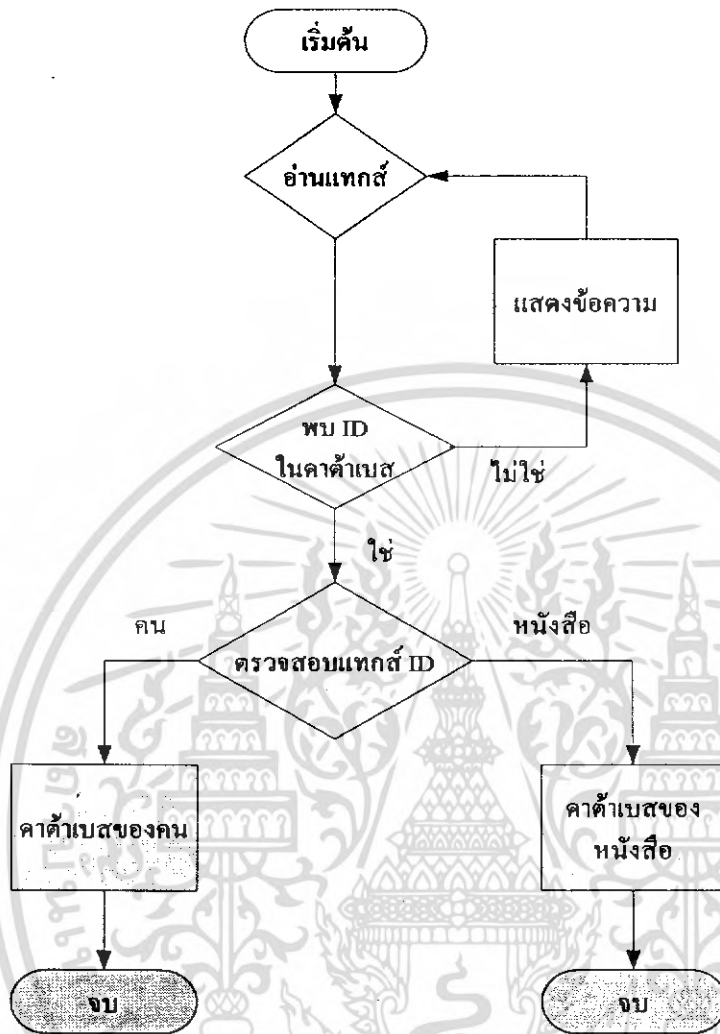
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานในด้านของ serial port



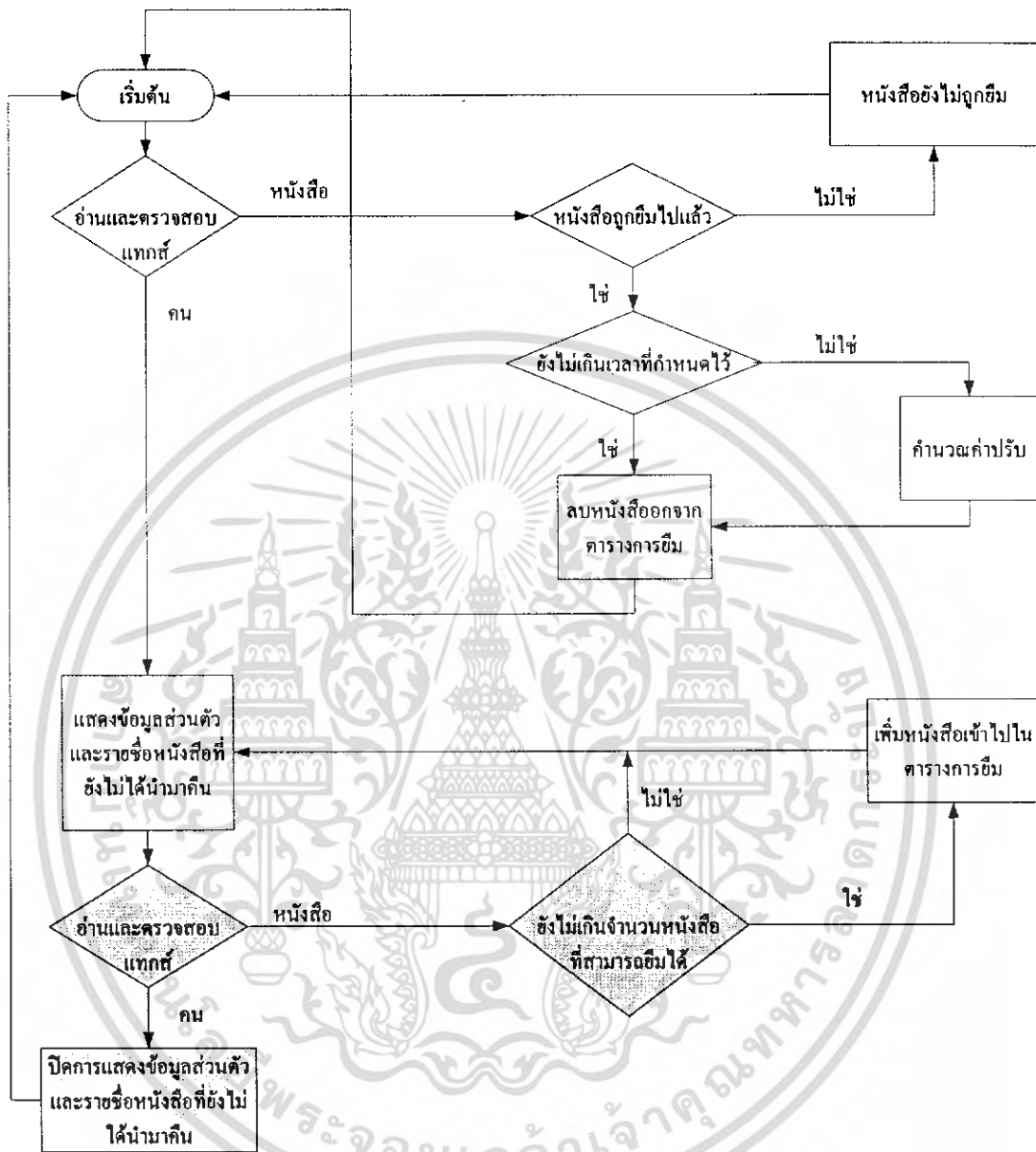
รูปที่ 3.11 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานในด้านของ serial port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานในด้านของการอ่านและตรวจสอบแทกต์

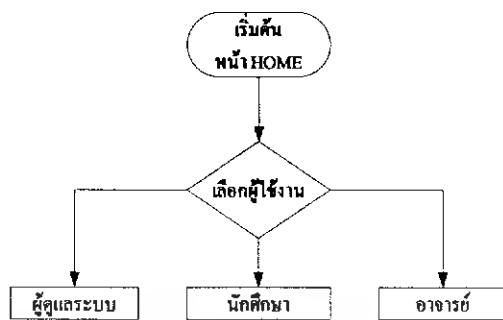
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานในด้านของระบบยืมคืนหนังสือห้องสมุด

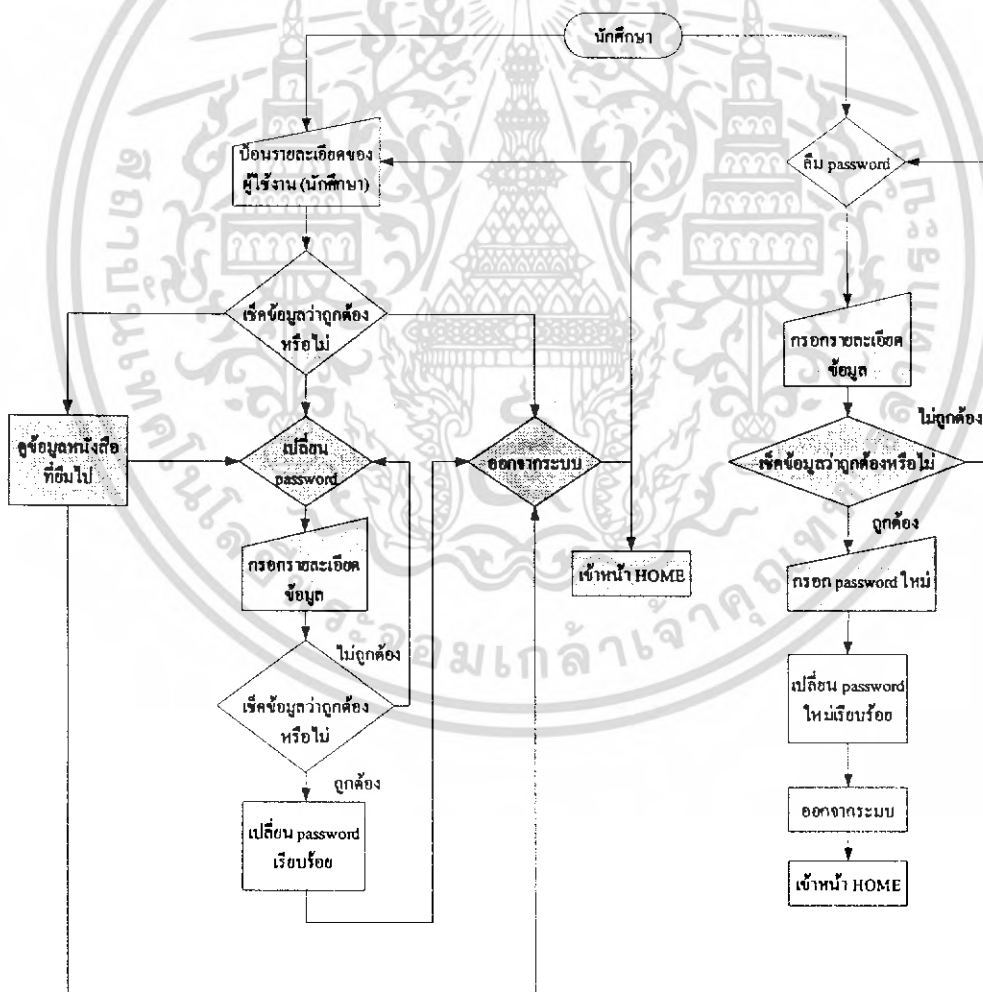
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 โฟลว์ชาร์ตการทำงานในการเริ่มต้นเข้าสู่ข้อมูลของผู้ใช้งานผ่านทางเว็บไซต์



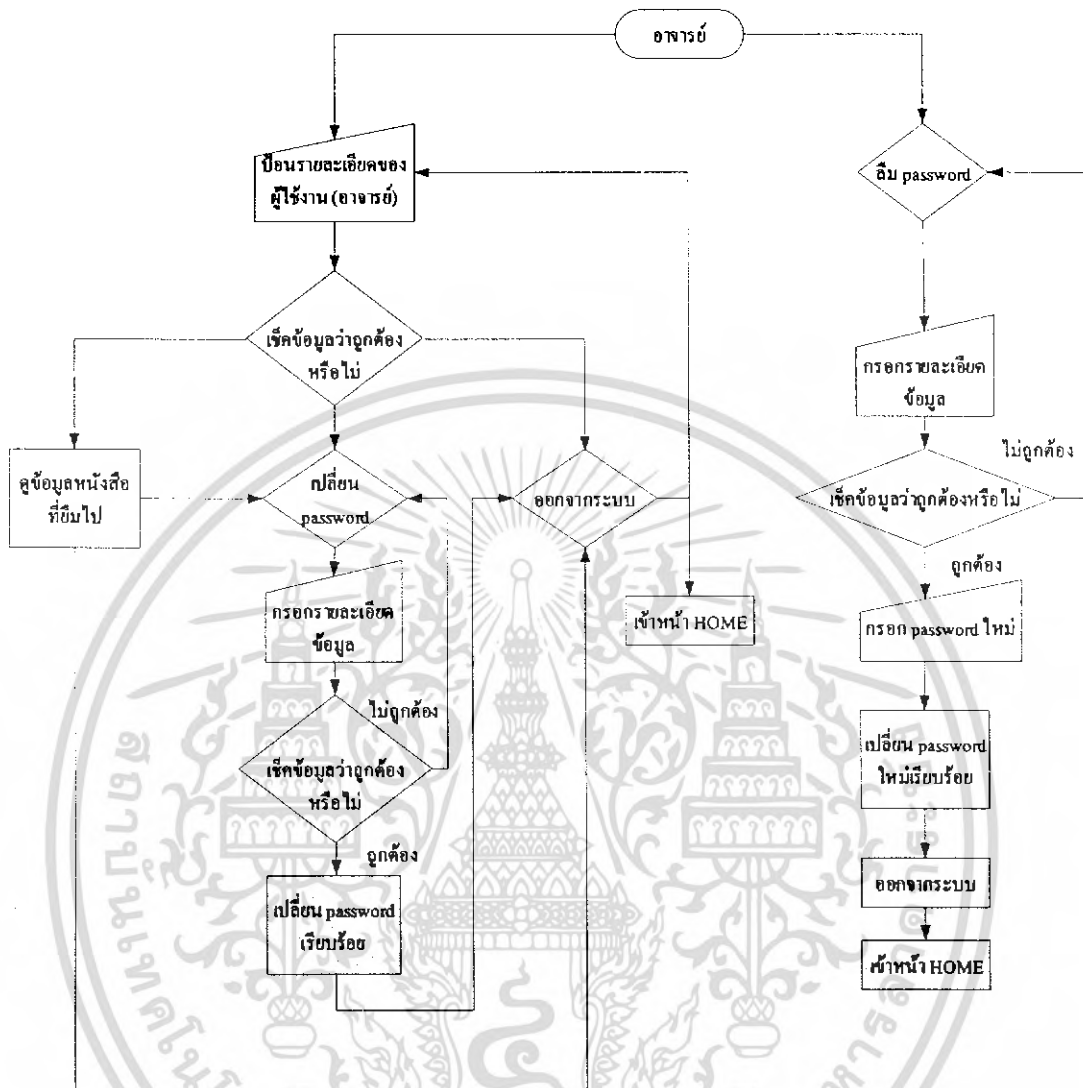
รูปที่ 3.14 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการเริ่มต้นเข้าสู่ข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์

3.4.5 โฟลว์ชาร์ตการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของนักศึกษา



รูปที่ 3.15 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของนักศึกษา

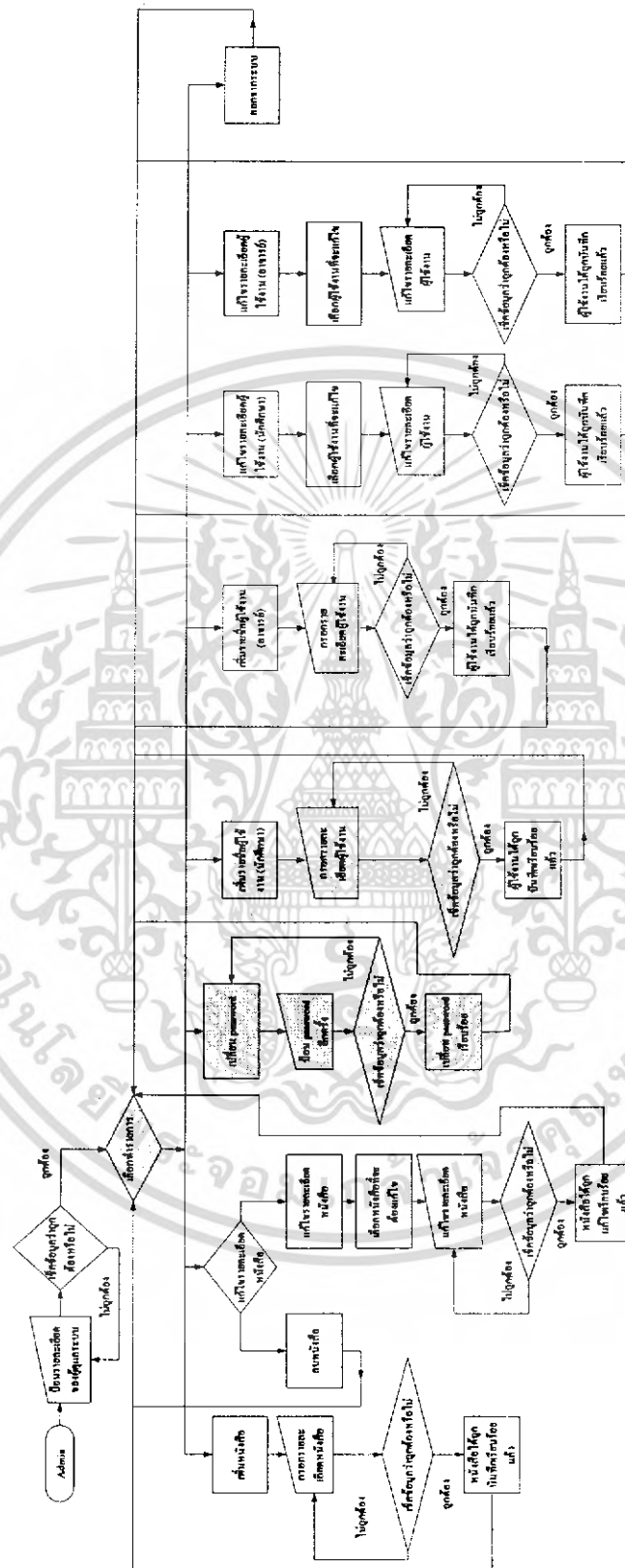
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของอาจารย์

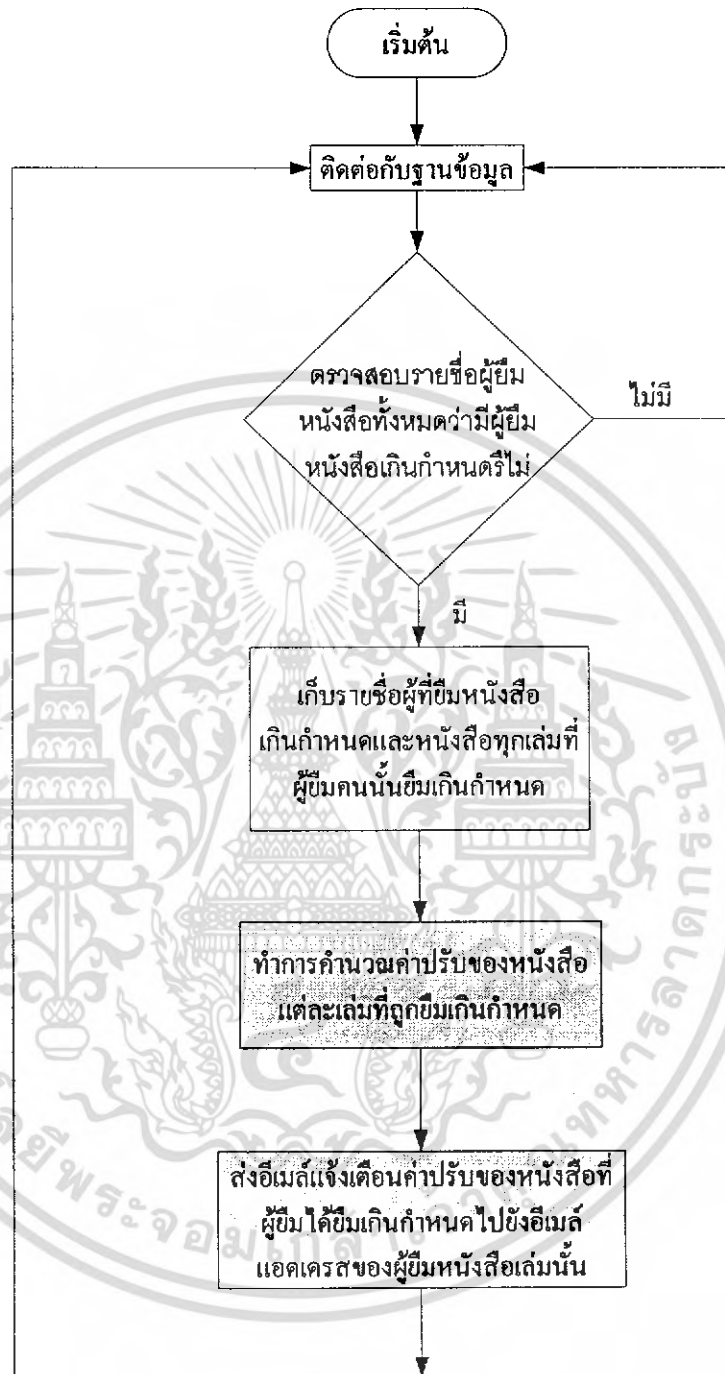
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7 โฟลว์ชาร์ตการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของผู้ดูแลระบบ

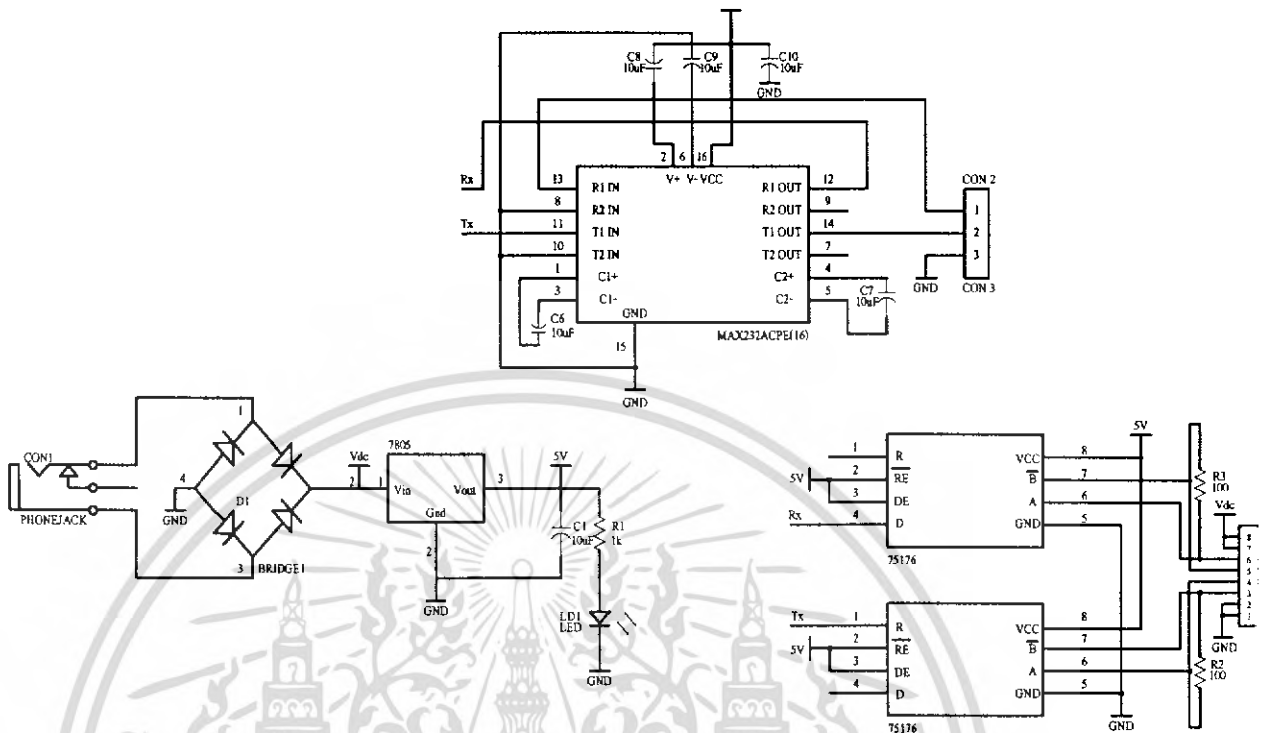


รูปที่ 3.17 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการเข้าสู่ข้อมูลของผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานในการส่งอีเมลแจ้งเตือนค่าปรับหนังสือที่ยืมเกินกำหนด



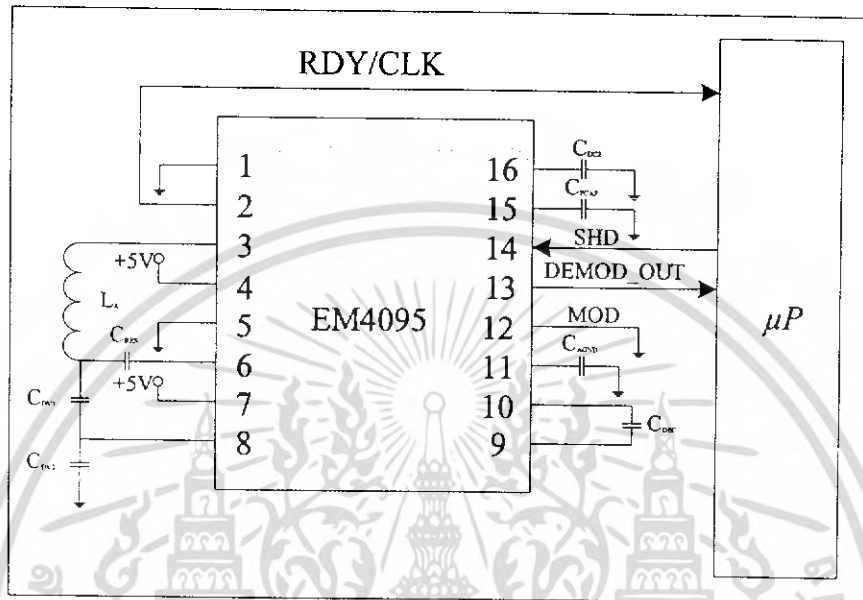
รูปที่ 3.19 แสดงรูปวงจรที่ใช้อินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องอ่านสัญญาณกับคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนการทำงาน เริ่มจากเครื่องอ่านสัญญาณเมื่อจะติดต่อกับแท่งสัญญาณที่ส่งจะถูกกำหนดให้ส่งสัญญาณเป็นมาตรฐาน RS-485 เนื่องจากต้องการสื่อสารให้มีระยะไกลขึ้นโดยไม่มีสัญญาณรบกวน เมื่อเข้าสู่บอร์ดจะเข้าสู่ไอซี SN75176BP เพื่อแปลงสัญญาณเป็นสัญญาณที่แท้จริงแล้วจะเข้าสู่ไอซี MAX232ACPE เพื่อจะแปลงสัญญาณเป็นมาตรฐาน RS-232 เพื่อจะติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนบิตไดโอดจะทำหน้าที่ป้องกันการจ่ายไฟผิดพลาด เราจะใช้สายแลนในการสื่อสารเพราะสะดวกต่อการเชื่อมต่อโดยภายในจะประกอบด้วยสาย 8 เส้น โดยข้อมูลจะใช้ 2 เส้น (แต่ถ้าเป็นมาตรฐาน RS-422 จะใช้ 4 เส้นเพราะเป็นแบบ Full Duplex ส่วนมาตรฐาน RS-485 จะเป็นแบบ Half Duplex) การต่อโวลต์เตจกับการต่อกราวด์จะใช้ช่องละ 2 เส้น

บทที่ 4

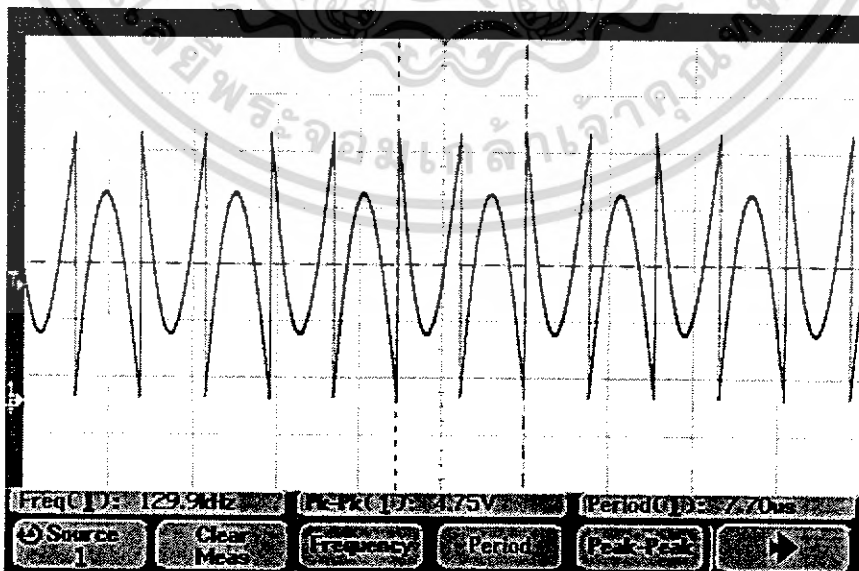
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ไอซี EM4095



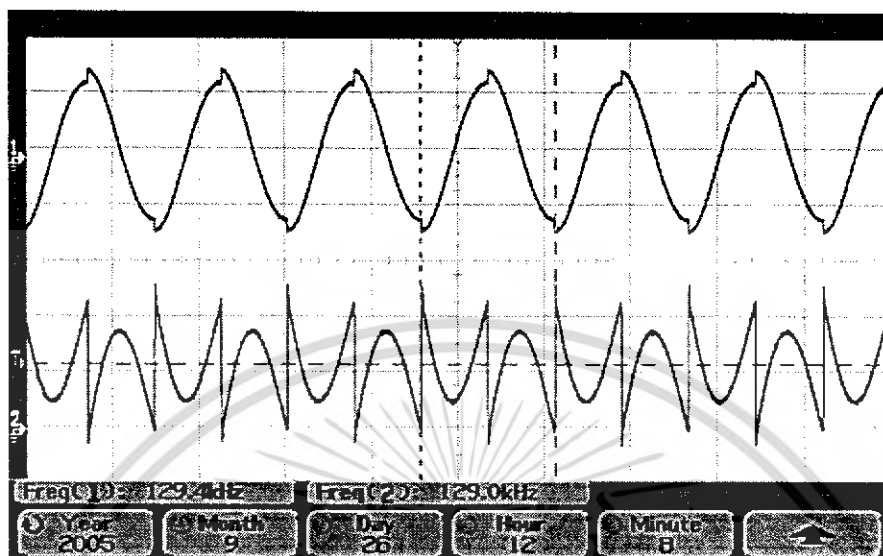
รูปที่ 4.1 วงจร ไอซี EM4095

4.1.1 ผลการวัดความถี่และขนาดของสัญญาณที่วัดจากสายอากาศ จากวงจรไอซี EM4095 เมื่อไม่มีแท่งส้อยู่ ในระยะที่สามารถอ่านได้



รูปที่ 4.2 แสดงความถี่และขนาดของสัญญาณที่ออกจกสายอากาศเมื่อไม่มีแท่งส้อยู่ ระยะอ่านค่า
ไม่ว่การณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 ความถี่ของสัญญาณจากเสาอากาศที่วัดได้จากวงจรของไอซี EM4095 มีความถี่เท่ากับ 129.9 kHz ซึ่งใกล้เคียงกับความถี่ที่ใช้คือ 130 kHz และแอมพลิจูดของสัญญาณมีค่าเท่ากับ 4.75 V

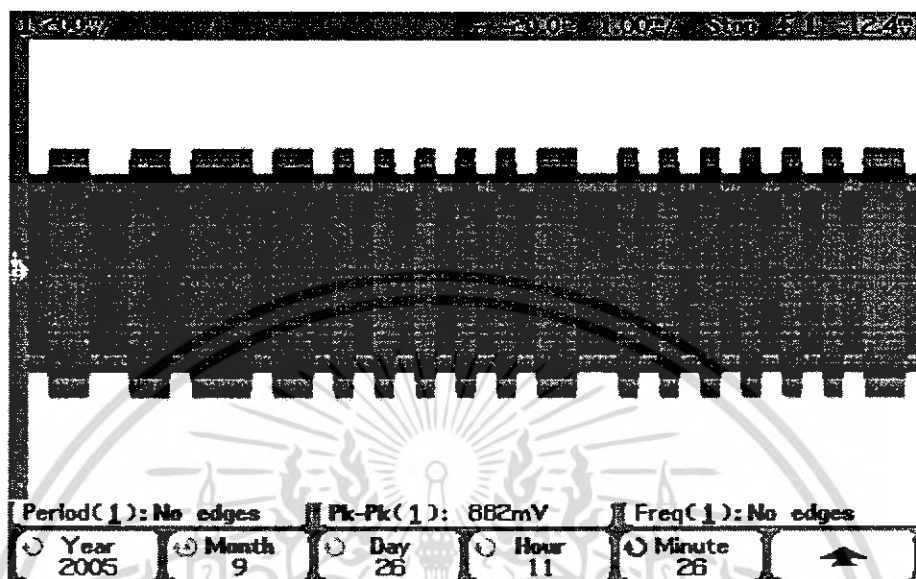


รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบความถี่ของสัญญาณที่เสาอากาศที่ 1 และเสาอากาศที่ 2 ของวงจร ไอซี EM4095

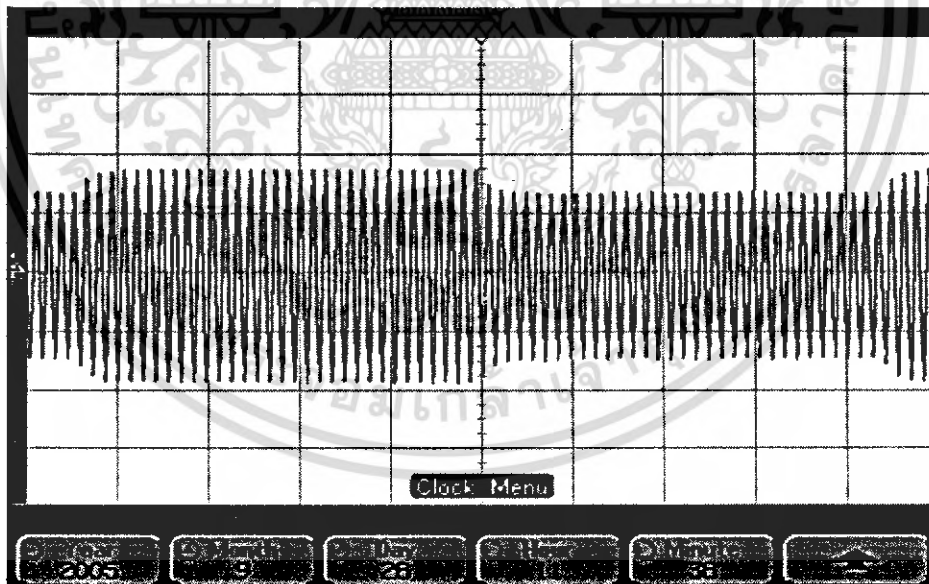
จากรูปที่ 4.3 เป็นการเปรียบเทียบความถี่ของสัญญาณระหว่างเสาอากาศที่ 1 จะวัดได้จากขาที่ 3 ของไอซี EM 4095 และเสาอากาศที่ 2 วัดได้จากขาที่ 6 ของไอซี EM 4095 ซึ่งจะมีค่าของเสาอากาศที่ 1 และเสาอากาศที่ 2 จะมีค่าเท่ากับ 129.4 kHz และ 129.0 kHz ตามลำดับ รูปความถี่ของสัญญาณจากเสาอากาศที่ 1 ที่มีรีปเปิ้ลนั้นขึ้นกับค่าของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุที่ต่อกับตัวไอซีว่าจะทำให้สัญญาณมีรีปเปิ้ลมากน้อยเท่าไรซึ่งในวงจรนี้ใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุที่ทำให้เกิดรีปเปิ้ลน้อยที่สุดแล้ว

4.1.2 ผลการวัดความถี่และขนาดของสัญญาณที่วัดจากสายอากาศขาที่ 1 จากวงจรไอซี EM4095 เมื่อมีแท่ง

ซึ่งในการวัดสายอากาศขาที่ 1 จะวัดได้จากขาที่ 3 ของ ไอซี EM 4095



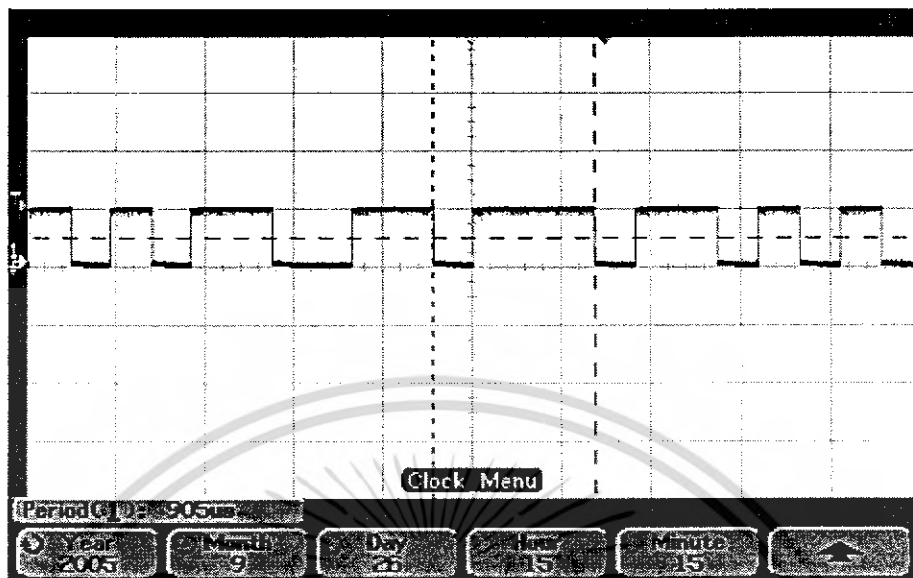
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณที่ออกจากสายอากาศที่ 1 เมื่อมีแท่งอยู่ในระยะที่อ่านได้



รูปที่ 4.5 แสดงรูปการขยายสัญญาณที่ออกจากสายอากาศ

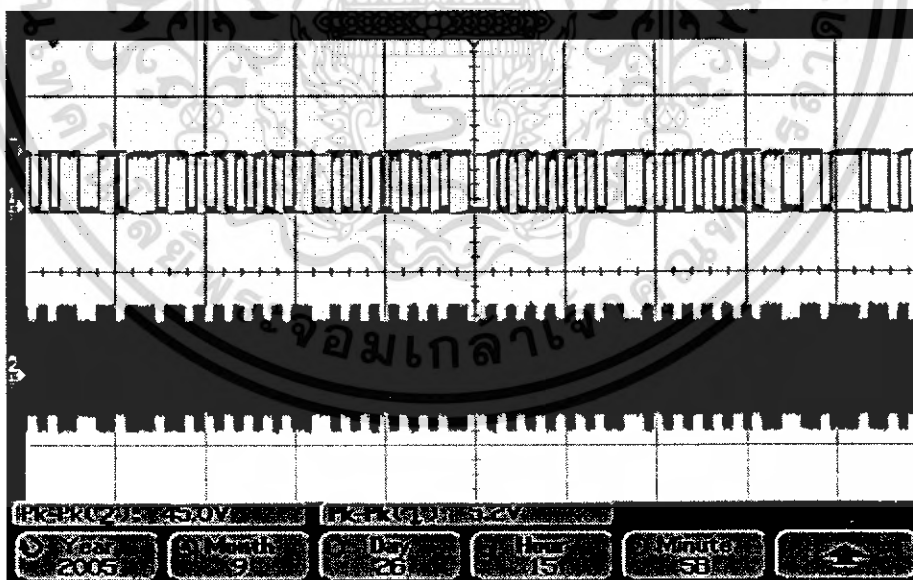
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การวัดสัญญาณส่วนหัวของข้อมูล



รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณส่วนหัวของข้อมูลที่วัดจากสายอากาศขาที่ 1

จากรูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณส่วนหัวของข้อมูล จะพบว่าความกว้างของข้อมูลในส่วนหัวของข้อมูลนั้นจะมีความยาวที่สุด



รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณส่วนหัวของข้อมูลที่วัดจากสายอากาศขาที่ 1 กับสัญญาณที่ออกมาจากไอซี EM 4095

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองรับข้อมูลของแท่งจากเครื่องอ่านสัญญาณเพื่อเข้าสู่ระบบยืมคืนหนังสือ

1. ทำการเปิดโปรแกรมรับข้อมูลจากทางซีเรียลพอร์ต จะได้นหน้าต่างโปรแกรมยืมคืนหนังสือดังรูป

Serial Com Application

Count Down: 0 Type of Tag: None Send mail

Borrower

ID: 0000000 Title fine: 0

First name: None Last name: None

Book

ISBN: 0000000

Title: None

List of borrowed books

ID	Name	Begin date	End date	Fine
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0

Serial Port

Data from serial port

Waiting for data from serial port

Connect and wait for data from serial port Clear data

Tag ID: 0 Number of data: 0 Bytes

รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่าง โปรแกรมยืมคืนหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือกกดปุ่ม OK ที่หน้าต่างโปรแกรมเพื่อทำการเชื่อมต่อกับซีเรียลพอร์ต เมื่อการเชื่อมต่อกับพอร์ตสำเร็จจะได้หน้าต่างโปรแกรมดังรูป

The screenshot shows the 'Serial Com Application' window. At the top, there are fields for 'Count Down' (set to 0) and 'Type of Tag' (set to None), along with a 'Send mail' button. Below this, there are sections for 'Borrower' (ID: 0000000, Title fine: 0, First name: None, Last name: None) and 'Book' (ISBN: 0000000, Title: None). A 'List of borrowed books' table is visible, with columns for ID, Name, Begin date, End date, and Fine. A 'Status' dialog box is open in the center, displaying a warning icon and the text 'Open serial port.' with an 'OK' button. At the bottom, the 'Serial Port' section includes a 'Data from serial port' area showing 'Waiting for data from serial port', a checked checkbox for 'Connect and wait for data from serial port', a 'Clear data' button, and fields for 'Tag ID' (0) and 'Number of data' (0 Bytes).

รูปที่ 4.9 แสดงหน้าต่างโปรแกรมรับข้อมูลทางซีเรียลพอร์ตเมื่อการเชื่อมต่อกับพอร์ตสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการรับข้อมูลจากแท็กที่ใช้เป็นบัตรประจำตัวของผู้ใช้งานโดยเครื่องอ่านสัญญาณเพื่อเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานเพื่อทำการยืมหนังสือ

Serial Com Application

Count Down: 4 Type of Tag: student Send mail

Borrower: ID: 45010234 Total fine: 0 Book: ISBN: 0000000 Title: None

First name: ใส Last name: วิชา

List of borrowed books:

ID	Name	Begin date	End date	Fine
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0

Serial Port

Data from serial port:

```
0010 0010 1010 1010 0010 1101 1110 1101 1111 0000 0001 0001 0001 0001 0001
0001 0001 0010 0010 0010 0010 0010 0010 0011 0011 0011 0011 0011 0011
0011 0011 0100 0100 0100 0100 0100 0100 0100 0100 1111 1111 1111 1111
1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0101 0001 1000
```

Connect and wait for data from serial port Clear data

Tag ID: 5 Number of data: 34 Bytes

รูปที่ 4.10 แสดงการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้งานเพื่อทำการยืมหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการรับข้อมูลโดยเครื่องอ่านสัญญาณจากหนังสือที่ติดแท็กส์แล้วว่าหนังสือที่ยืมคือหนังสืออะไร
เพื่อทำการยืมหนังสือ

Serial Com Application

Count Down: 8 Type of Tag: book Send mail

Borrower **Book**

ID: 45010234 Total fine: 0 ISBN: 974-91931-9-9

First name: ธิลา Last name: พิณดี Title: คู่มือ PHP

List of borrowed books

ID	Name	Begin date	End date	Fine
974-91931	คู่มือ PHP	2006-01-18	2006-01-25	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0

Serial Port

Data from serial port

```
0010 0010 1010 1010 0010 1101 1110 1101 1111 0000 0001 0001 0001 0001 0001
0001 0001 0010 0010 0010 0010 0010 0010 0011 0011 0011 0011 0011 0011
0011 0011 0100 0100 0100 0100 0100 0100 1111 1111 1111 1111 1111 1111
1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 1000 0001 0101
```

Connect and wait for data from serial port Clear data

Tag ID: 8 Number of data: 34 Bytes

รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างที่ทำการยืมหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการรับข้อมูลโดยเครื่องอ่านสัญญาณจากหนังสือที่ติดแท็กส์แล้วว่ามีหนังสือที่คืนคือหนังสืออะไร
เพื่อทำการคืนหนังสือ

Serial Com Application

Count Down: 7 Type of Tag: book Send mail

Borrower

ID: 45010234 Total fine: 0

First name: ใสดา Last name: สิทธิ

Book

ISBN: 974-91931-9-9

Title: คู่มือ PHP

List of borrowed books

ID	Name	Begin date	End date	Fine
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0
None	None	None	None	0

Serial Port

Data from serial port:

```

0010 0010 1010 1010 0010 1101 1110 1101 1111 0000 0001 0001 0001 0001 0001
0001 0001 0010 0010 0010 0010 0010 0010 0010 0010 0011 0011 0011 0011 0011
0011 0011 0100 0100 0100 0100 0100 0100 0100 0100 1111 1111 1111 1111 1111
1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
0000 1000 0001 0101

```

Connect and wait for data from serial port Clear data

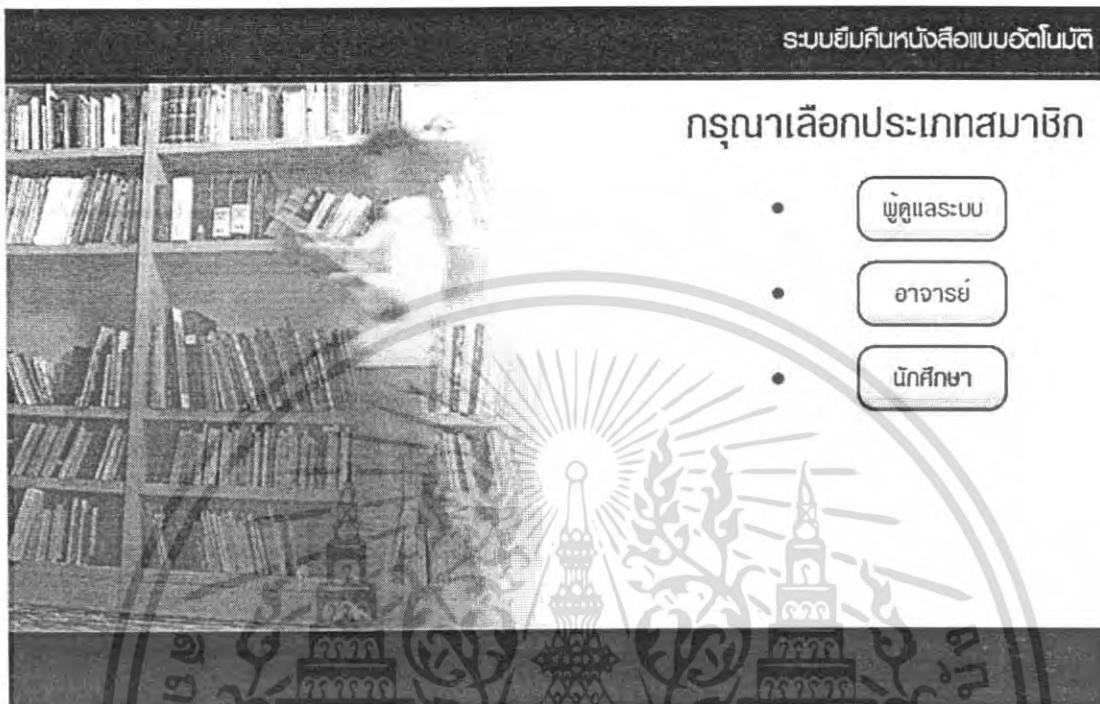
Tag ID: 8 Number of data: 34 Bytes

รูปที่ 4.12 แสดงหน้าต่างที่ทำการคืนหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองเข้าสู่ข้อมูลของผู้ใช้งานผ่านทางเครือข่าย

1. เมื่อเข้าเว็บไซต์แล้วจะพบหน้าต่าง HOME นี้ เพื่อทำการเลือกว่าจะเข้าสู่ข้อมูลของผู้ใช้งานประเภทใด



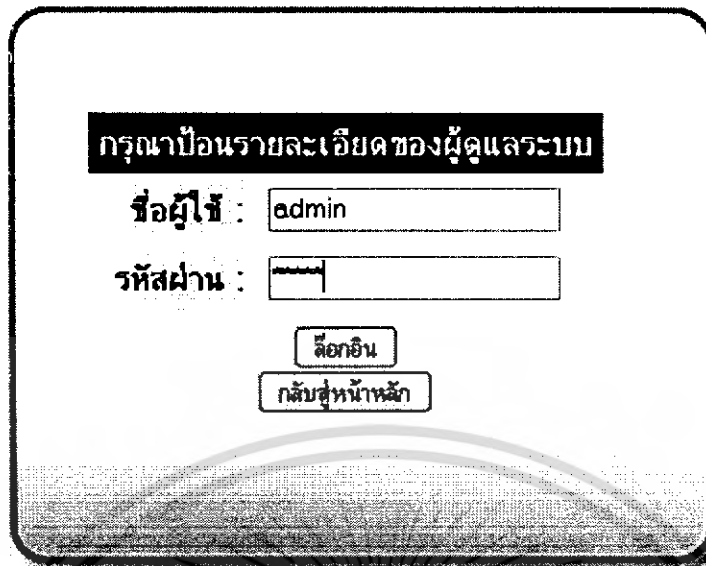
รูปที่ 4.13 แสดงหน้าต่าง HOME ที่เริ่มต้นเลือกประเภทผู้ใช้งานเพื่อเข้าสู่ข้อมูล

2. เมื่อเลือกประเภทของผู้ใช้งานแล้วก็จะมาเข้าที่หน้าต่างล็อกอินเพื่อทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านให้ถูกต้องแล้วจึงจะได้เข้าไปดูข้อมูลของผู้ใช้งานนั้นๆ ได้ ในที่นี้คือหน้าต่างที่เข้ามาในผู้ใช้งานประเภทผู้ดูแลระบบ

รูปที่ 4.14 แสดงหน้าต่างที่จะทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบ



กรุณาป้อนรายละเอียดของผู้ดูแลระบบ

ชื่อผู้ใช้ : admin

รหัสผ่าน : ██████████

ล็อกอิน

กลับสู่หน้าหลัก

รูปที่ 4.15 แสดงหน้าต่างที่ทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบ

4. เนื่องจากผู้ดูแลระบบทำการกรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านผิด ระบบจะไม่ให้เข้าไปดูข้อมูลและทำการเตือนให้ผู้ดูแลระบบกรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้องดังรูป



กรุณาป้อนรายละเอียดของผู้ดูแลระบบ

ชื่อผู้ใช้ :

รหัสผ่าน :

ล็อกอิน

กลับสู่หน้าหลัก

กรุณาล็อกอินด้วยข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด

รูปที่ 4.16 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้ผู้ดูแลระบบกรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


5. เมื่อผู้ดูแลระบบกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องแล้ว ระบบก็จะให้เข้าไปที่หน้าดังนี้ ซึ่งสามารถดูข้อมูลของผู้ดูแลระบบได้



รูปที่ 4.17 แสดงหน้าต่างที่เกิดขึ้นเมื่อผู้ดูแลระบบกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องแล้วเข้าไปดูข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผู้ดูแลระบบจะพบหน้าต่างนี้เมื่อเข้าไปในเมนูที่ต้องการจะเพิ่มหนังสือ

กรณการกรกรายลววิจัยดของหนังสือ	
*ISBN :	<input type="text"/>
*ชื่อหนังสือ :	<input type="text"/>
*ชื่อผู้แต่ง :	<input type="text"/>
*จำนวนหน้า :	<input type="text"/> หน้า
*สำนักพิมพ์ :	<input type="text"/>
*จัดพิมพ์ครั้งที่ :	<input type="text"/>
*ราคา :	<input type="text"/> บาท
*วันที่ชื่อ (YYYY-MM-DD)	<input type="text"/>
คำอธิบาย	
*ตำแหน่งชั้นวาง	<input type="text"/>
*หมายเลข RFID	<input type="text"/>
ไฟล์รูปภาพ	<input type="text"/> Browse...
<input type="button" value="เพิ่มหนังสือใหม่"/>	

รูปที่ 4.18 แสดงหน้าต่างการเพิ่มหนังสือของผู้ดูแลระบบ


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อผู้ดูแลระบบทำการกดปุ่มเพิ่มหนังสือ โดยที่ยังไม่ได้กรอกรายละเอียดของหนังสือ ระบบจะทำการเตือนให้ใส่รายละเอียดของหนังสือก่อนดังรูป

กรรณการกรอกรายละเอียดของหนังสือ

*ISBN :	<input type="text"/>
*ชื่อหนังสือ :	<input type="text"/>
*ชื่อผู้แต่ง :	<input type="text"/>
*จำนวนหน้า :	<input type="text"/> หน้า
*สำนักพิมพ์ :	<input type="text"/>
*จัดพิมพ์ครั้งที่ :	<input type="text"/>
*ราคา :	<input type="text"/>
*วันที่ซื้อ (เลือก) :	<input type="text"/>
*คำอธิบาย :	<input type="text"/>
*ตำแหน่งชั้นวาง :	<input type="text"/>
*หมายเลข RFID :	<input type="text"/>
*ไฟล์รูปภาพ :	<input type="text"/> Browse...
<input type="button" value="เพิ่มหนังสือใหม่"/>	

http://localhost

 ISBN field cannot be left blank.

รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างการเตือนให้กรอกรายละเอียดของหนังสือก่อนกดปุ่มเพิ่มหนังสือใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ระบบทำการเตือนให้ผู้ดูแลระบบกรอกรายละเอียดของหนังสือให้ครบก่อนกดปุ่มเพิ่มหนังสือใหม่เมื่อผู้ดูแลระบบกรอกรายละเอียดหนังสือไม่สมบูรณ์

กรอกรายละเอียดของหนังสือ

*ISBN :	974-90511-8-1
*ชื่อหนังสือ :	สนุกกับไมโครคอนโทรลเลอร์
*ชื่อผู้แต่ง :	กฤษดา ใจเย็น
*จำนวนหน้า :	หน้า
*สำนักพิมพ์ :	
*จุดพิมพ์ :	http://localhost
*ราคา :	
*วันที่ออก (คคพค) :	
*คำอธิบาย :	
*ตำแหน่งชั้นวาง :	
*หมายเลข RFID :	
ไฟล์รูปภาพ :	Browse...
เพิ่มหนังสือใหม่	

Page field cannot be left blank and must be a number.

OK

รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่างการเตือนให้กรอกรายละเอียดของหนังสือให้ครบก่อนกดปุ่มเพิ่มหนังสือใหม่

9. เมื่อผู้ดูแลระบบเพิ่มหนังสือแล้วชื่อหนังสือก็ไปปรากฏที่หน้าต่างนี้หรือเมื่อต้องการลบหนังสือก็จะพบหน้าต่างนี้

เลือก	ISBN	ชื่อหนังสือ	ชื่อผู้แต่ง
<input type="checkbox"/>	974-90876-9-3	คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C++ Net ฉบับสมบูรณ์	ชัยศักดิ์ ศิริยะสกลิต
<input type="checkbox"/>	974-212-086-2	เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร	โอกาส เอี่ยมสิริวงศ์
<input type="checkbox"/>	974-90511-8-1	สนุกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ฉบับ PIC Microcontroller	กฤษดา ใจเย็น

รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างรายการหนังสือเพื่อที่จะแก้ไขรายละเอียดของหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ผู้ดูแลระบบเลือกหนังสือที่จะทำการลบหนังสือ

เลือก	ISBN	ชื่อหนังสือ	ชื่อผู้แต่ง
<input type="checkbox"/>	974-90875-9-3	คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C++ Net ฉบับสมบูรณ์	ชัยศักดิ์ พิริยะศักดิ์
<input type="checkbox"/>	974-212-086-2	เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร	โอกาส เอี่ยมสิริวงศ์
<input checked="" type="checkbox"/>	974-90511-8-1	สนุกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ฉบับ PIC Microcontroller	กฤษดา ใจเย็น

รูปที่ 4.22 แสดงหน้าต่างเลือกหนังสือที่จะลบของหนังสือ

11. เมื่อคลิกปุ่มลบหนังสือแล้วรายละเอียดหนังสือเล่มที่เลือกก็จะถูกลบไปดังรูป

เลือก	ISBN	ชื่อหนังสือ	ชื่อผู้แต่ง
<input type="checkbox"/>	974-90875-9-3	คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C++ Net ฉบับสมบูรณ์	ชัยศักดิ์ พิริยะศักดิ์
<input type="checkbox"/>	974-212-086-2	เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร	โอกาส เอี่ยมสิริวงศ์

รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างหนังสือที่เหลือเมื่อลบหนังสือที่เลือกลบออกไปแล้ว

12. ถ้าผู้ดูแลระบบต้องการลบหนังสือที่หลายเล่มก็สามารถเลือกได้โดยคลิกที่ช่องเลือกหน้าหนังสือเล่มที่ต้องการลบหรือถ้าเลือกทั้งหมดคลิกปุ่ม Select All ก่อนกดปุ่มลบหนังสือ

เลือก	ISBN	ชื่อหนังสือ	ชื่อผู้แต่ง
<input checked="" type="checkbox"/>	974-90875-9-3	คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C++ Net ฉบับสมบูรณ์	ชัยศักดิ์ พิริยะศักดิ์
<input checked="" type="checkbox"/>	974-212-086-2	เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร	โอกาส เอี่ยมสิริวงศ์

รูปที่ 4.24 แสดงหน้าต่างการเลือกหนังสือที่จะลบที่หลายเล่ม

13. ถ้าผู้ดูแลระบบเลือกหนังสือที่จะลบผิดหลังจากคลิกที่ช่องเลือกหน้าหนังสือเล่มที่ต้องการลบไปแล้วก็สามารถคลิกที่ช่องเลือกหน้าหนังสือเล่มที่ต้องการลบอีกครั้งเครื่องหมายหน้าหนังสือก็จะหายไป หรือถ้าเลือกทั้งหมดคลิกปุ่ม Unselect All ก่อนแล้วค่อยเลือกลบหนังสืออีกครั้ง

เลือก	ISBN	ชื่อหนังสือ	ชื่อผู้แต่ง
<input type="checkbox"/>	974-90875-9-3	คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C++ Net ฉบับสมบูรณ์	ชัยศักดิ์ พิริยะศักดิ์
<input type="checkbox"/>	974-212-086-2	เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร	โอกาส เอี่ยมสิริวงศ์

รูปที่ 4.25 แสดงหน้าต่างการไม่เลือกหนังสือที่จะลบที่หลายเล่ม

14. เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการเพิ่มรายชื่อนักศึกษาก็ไปที่เมนูเพิ่มรายชื่อผู้ใช้งานสำหรับนักศึกษาแล้วจะเข้ามาที่หน้าดังนี้

รูปที่ 4.26 แสดงหน้าที่จะเพิ่มรายชื่อผู้ใช้งาน (นักศึกษา)

15. เมื่อผู้ดูแลระบบกดปุ่มเพิ่มรายชื่อนักศึกษาโดยที่ยังไม่ได้กรอกรายละเอียดใดๆ ระบบจะทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดให้สมบูรณ์ดังรูป

รูปที่ 4.27 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดใดๆของรายชื่อผู้ใช้งาน (นักศึกษา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. เมื่อผู้ดูแลระบบกดปุ่มเพิ่มรายชื่อพนักงานแต่ยังกรอกรายละเอียดไม่สมบูรณ์ ระบบจะแสดงหน้าต่างทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดของรายชื่อผู้ใช้งาน (นักศึกษา) ให้สมบูรณ์

รูปที่ 4.28 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดของรายชื่อผู้ใช้งาน (นักศึกษา) ให้สมบูรณ์

17. เมื่อผู้ดูแลระบบเพิ่มรายชื่อนักศึกษา รายชื่อนักศึกษาก็จะไปปรากฏที่หน้าต่างนี้หรือเมื่อต้องการลบรายชื่อนักศึกษาก็จะพบหน้าต่างนี้

เลือก	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-นามสกุล	E-Mail
<input type="checkbox"/>	45010111	student student	student@hotmail.com
<input type="checkbox"/>	45010321	ธนวิทย์ เสาวพุทธสเวช	num_zealous@hotmail.
<input type="checkbox"/>	45010341	พัชชัญญ์ ช่างชัยวรวิทย์	patch_patchy@hotmail.com

รูปที่ 4.29 แสดงหน้าต่างรายชื่อนักศึกษาเพื่อที่จะแก้ไขรายละเอียดของรายชื่อนักศึกษา

17. เมื่อผู้ดูแลระบบเลือกรายชื่อนักศึกษาที่จะทำการลบรายชื่อนักศึกษา

เลือก	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-นามสกุล	E-Mail
<input checked="" type="checkbox"/>	45010111	student student	student@hotmail.com
<input type="checkbox"/>	45010321	ธนวิทย์ เสาวพุทธสเวช	num_zealous@hotmail.
<input type="checkbox"/>	45010341	พัชชัญญ์ ช่างชัยวรวิทย์	patch_patchy@hotmail.com

รูปที่ 4.30 แสดงหน้าต่างเลือกรายชื่อนักศึกษาเพื่อที่จะลบรายชื่อนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. เมื่อคลิกปุ่มลบรายชื่อนักศึกษาแล้วรายชื่อที่เลือกก็จะถูกลบไปดังรูป

เลือก	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-นามสกุล	E-Mail
<input type="checkbox"/>	45010321	ธนวัชร เสาวพทรสเวช	num_zealous@hotmail.
<input type="checkbox"/>	45010341	พัชชณู ขาวชัยวรวิทย์	patch_patchy@hotmail.com

ลบรายชื่อ

รูปที่ 4.31 แสดงหน้าต่างรายชื่อนักศึกษาที่เหลือเมื่อลบรายชื่อที่เลือกออกไปแล้ว

20. ถ้าผู้ดูแลระบบต้องการลบรายชื่อนักศึกษาที่หลายรายชื่อก็สามารถเลือกได้โดยคลิกที่ช่องเลือกหน้ารายชื่อนักศึกษาที่ต้องการลบหรือถ้าเลือกทั้งหมดก็กดปุ่ม Select All ก่อนคลิกปุ่มลบรายชื่อ

เลือก	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-นามสกุล	E-Mail
<input type="checkbox"/>	45010321	ธนวัชร เสาวพทรสเวช	num_zealous@hotmail.
<input type="checkbox"/>	45010341	พัชชณู ขาวชัยวรวิทย์	patch_patchy@hotmail.com

ลบรายชื่อ

รูปที่ 4.32 แสดงหน้าต่างรายชื่อที่ลบรายชื่อที่ลบรายชื่อที่ลบรายชื่อ

21. ถ้าผู้ดูแลระบบเลือกรายชื่อนักศึกษาที่จะลบหลังจากคลิกที่ช่องเลือกหน้ารายชื่อนักศึกษาที่ต้องการลบไปแล้วก็สามารถคลิกที่ช่องเลือกหน้ารายชื่อนักศึกษาที่ต้องการลบอีกครั้งเครื่องหมายรายชื่อก็จะหายไป หรือถ้าเลือกทั้งหมดก็กดปุ่ม Unselect All ก่อนแล้วค่อยเลือกลบรายชื่อนักศึกษาอีกครั้ง

เลือก	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-นามสกุล	E-Mail
<input type="checkbox"/>	45010321	ธนวัชร เสาวพทรสเวช	num_zealous@hotmail.
<input type="checkbox"/>	45010341	พัชชณู ขาวชัยวรวิทย์	patch_patchy@hotmail.com

ลบรายชื่อ

รูปที่ 4.33 แสดงหน้าต่างการไม่เลือกรายชื่อนักศึกษาที่จะลบที่หลายรายชื่อ

22. เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการเพิ่มรายชื่ออาจารย์ก็ไปที่เมนูเพิ่มรายชื่อผู้ใช้งานสำหรับอาจารย์แล้วจะเข้ามาที่หน้าดังนี้

รูปที่ 4.34 แสดงหน้าต่างเพิ่มรายชื่อผู้ใช้งาน (อาจารย์)

23. เมื่อผู้ดูแลระบบกดปุ่มเพิ่มรายชื่ออาจารย์โดยที่ยังไม่ได้กรอกรายละเอียดใดๆ ระบบจะทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดให้สมบูรณ์ดังรูป

รูปที่ 4.35 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดใดๆของรายชื่อผู้ใช้งาน (อาจารย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. เมื่อผู้ดูแลระบบกดปุ่มเพิ่มรายชื่ออาจารย์แต่ยังกรอกรายละเอียดไม่สมบูรณ์ ระบบจะแสดงหน้าต่างทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดของรายชื่อผู้ใช้งาน (อาจารย์) ให้สมบูรณ์

รูปที่ 4.36 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้กรอกรายละเอียดของรายชื่อผู้ใช้งาน (อาจารย์) ให้สมบูรณ์

25. เมื่อผู้ดูแลระบบเพิ่มรายชื่ออาจารย์ รายชื่ออาจารย์ก็ไปปรากฏที่หน้าตาของหน้าเว็บหรือเมื่อต้องการลบรายชื่ออาจารย์ก็จะพบหน้าตา ดังนี้

เลือก	รหัสอาจารย์	ชื่อ-นามสกุล	E-Mail
<input type="checkbox"/>	45010367	สุศักดิ์ ขำสิน	sulasak@hotmail.com
<input type="checkbox"/>	39485035	พรทิพย์ รักดี	teacher@hotmail.com
<input type="checkbox"/>	234576543	นลินทิพย์ แสนสุข	nalintip@yahoo.com

รูปที่ 4.37 แสดงหน้าตาของรายชื่ออาจารย์เพื่อที่จะแก้ไขรายละเอียดของรายชื่ออาจารย์

26. เมื่อผู้ดูแลระบบเลือกรายชื่ออาจารย์ที่จะทำการลบรายชื่ออาจารย์

เลือก	รหัสอาจารย์	ชื่อ-นามสกุล	E-Mail
<input type="checkbox"/>	45010367	สุศักดิ์ ขำสิน	sulasak@hotmail.com
<input type="checkbox"/>	39485035	พรทิพย์ รักดี	teacher@hotmail.com
<input checked="" type="checkbox"/>	234576543	นลินทิพย์ แสนสุข	nalintip@yahoo.com

รูปที่ 4.38 แสดงหน้าตาเลือกรายชื่ออาจารย์เพื่อที่จะลบรายชื่ออาจารย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27. เมื่อกดปุ่มลบรายชื่ออาจารย์แล้วรายชื่ออาจารย์ที่เลือกก็จะถูกลบไปดังรูป

เลือก	รหัสอาจารย์	ชื่อ-นามสกุล	E-Mail
<input type="checkbox"/>	45010367	สุศักดิ์ วัณลิน	sulasak@hotmail.com
<input type="checkbox"/>	39485035	พรทิพย์ วัณลิน	teacher@hotmail.com

รูปที่ 4.39 แสดงหน้าต่างรายชื่ออาจารย์ที่เหลือเมื่อลบรายชื่ออาจารย์ที่เลือกลบออกไปแล้ว

28. ถ้าผู้ดูแลระบบต้องการลบรายชื่ออาจารย์ที่หลายรายชื่อก็สามารถเลือกได้โดยคลิกที่ช่องเลือกหน้ารายชื่ออาจารย์ที่ต้องการลบหรือถ้าเลือกทั้งหมดก็กดปุ่ม Select All ก่อนกดปุ่มลบรายชื่อ

เลือก	รหัสอาจารย์	ชื่อ-นามสกุล	E-Mail
<input checked="" type="checkbox"/>	45010367	สุศักดิ์ วัณลิน	sulasak@hotmail.com
<input checked="" type="checkbox"/>	39485035	พรทิพย์ วัณลิน	teacher@hotmail.com

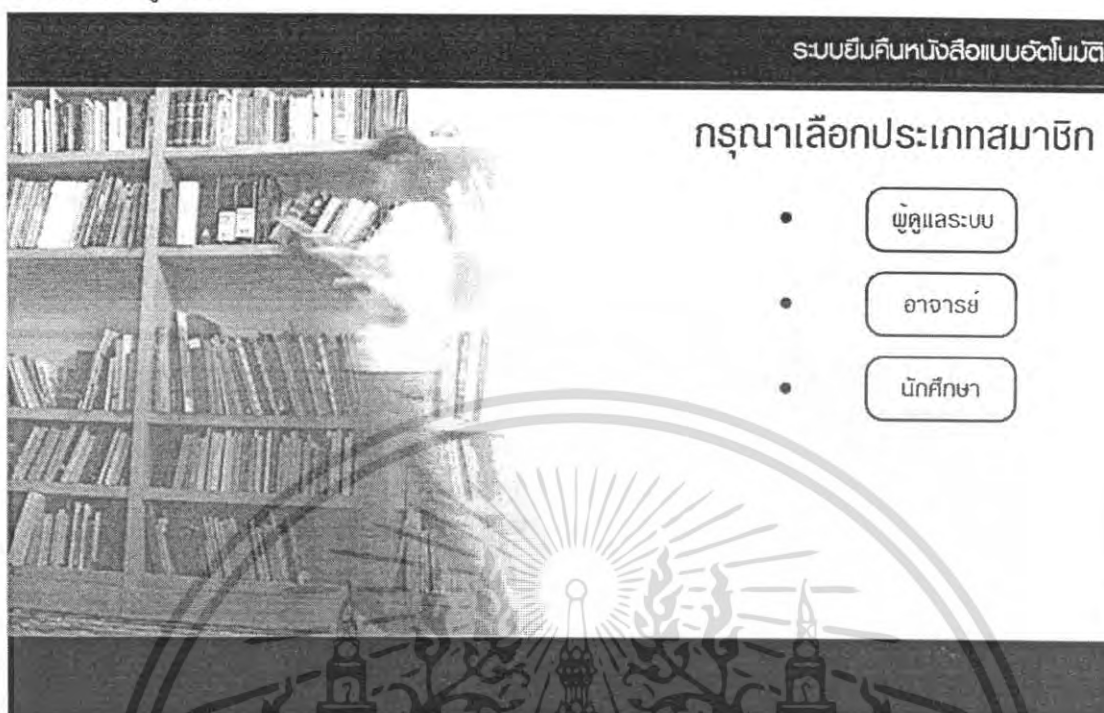
รูปที่ 4.40 แสดงหน้าต่างรายชื่ออาจารย์ที่เลือกหลายรายชื่อที่จะลบทั้งหมดพร้อมด้วย

29. ถ้าผู้ดูแลระบบเลือกรายชื่ออาจารย์ที่จะลบผิดหลังจากคลิกที่ช่องเลือกหน้ารายชื่ออาจารย์ที่ต้องการลบไปแล้วก็สามารถคลิกที่ช่องเลือกหน้ารายชื่ออาจารย์ที่ต้องการลบอีกครั้งเครื่องหมายหน้ารายชื่อก็จะหายไป หรือถ้าเลือกทั้งหมดก็กดปุ่ม Unselect All ก่อนแล้วค่อยเลือกลบรายชื่ออาจารย์อีกครั้ง

เลือก	รหัสอาจารย์	ชื่อ-นามสกุล	E-Mail
<input type="checkbox"/>	45010367	สุศักดิ์ วัณลิน	sulasak@hotmail.com
<input type="checkbox"/>	39485035	พรทิพย์ วัณลิน	teacher@hotmail.com

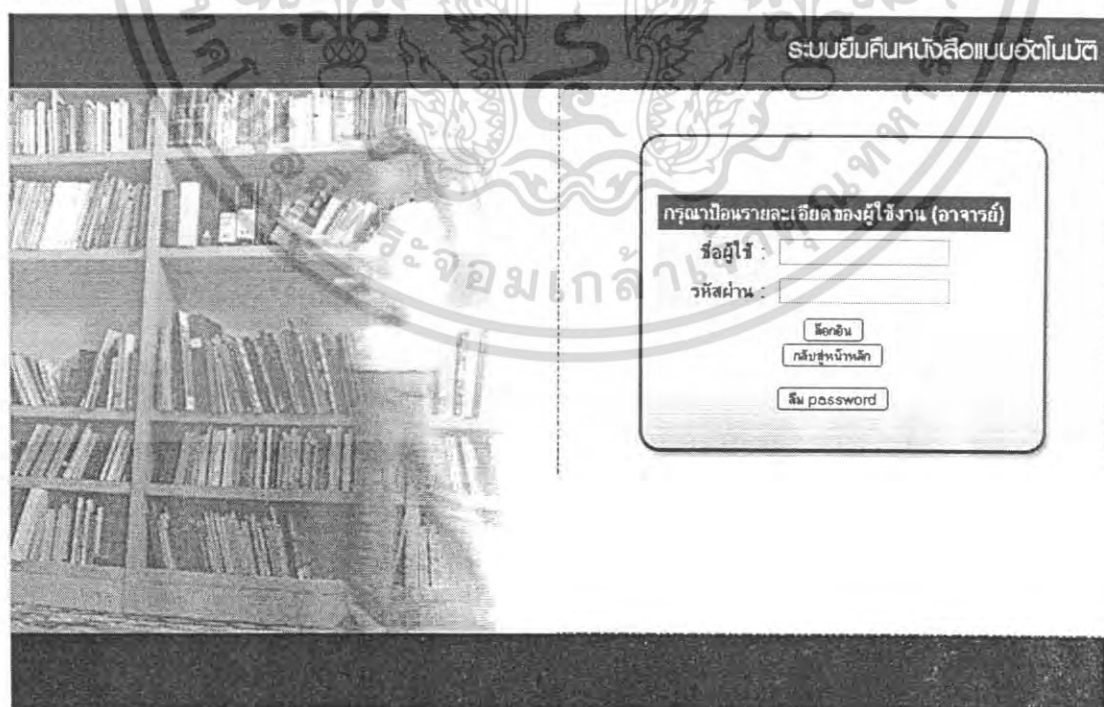
รูปที่ 4.41 แสดงหน้าต่างการไม่เลือกรายชื่ออาจารย์ที่จะลบที่หลายรายชื่อ

30. เมื่อจะเข้าสู่ข้อมูลของผู้ใช้งานประเภทอาจารย์ก็เข้าเว็บไซต์แล้วจะพบหน้าต่าง HOME นี้แล้วทำการเลือกที่เมนูอาจารย์



รูปที่ 4.42 แสดงหน้าต่าง HOME ที่เริ่มต้นเลือกประเภทผู้ใช้งานเพื่อเข้าสู่ข้อมูลอาจารย์

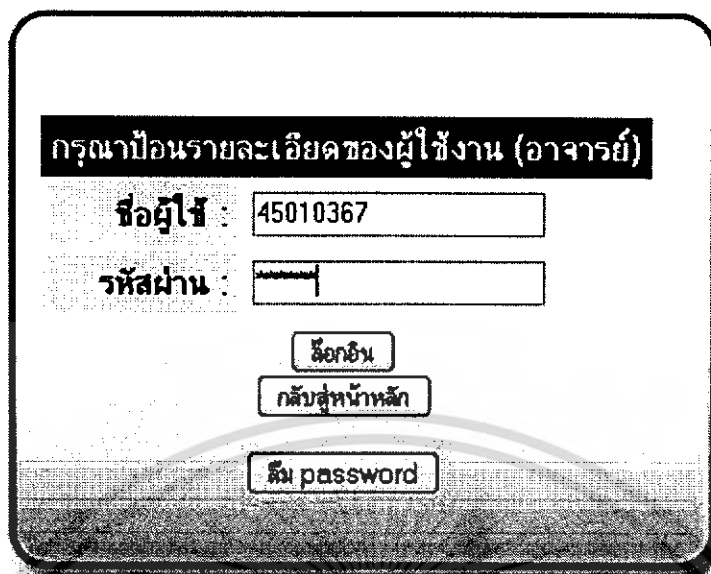
31. เมื่อเลือกประเภทของผู้ใช้งานแล้วก็จะมาเข้าที่หน้าต่างล็อกอินเพื่อทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านให้ถูกต้องแล้วจึงจะได้เข้าไปดูข้อมูลของผู้ใช้งานนั้นๆได้ ในที่นี้คือหน้าต่างที่เข้ามาในผู้ใช้งานประเภทอาจารย์



รูปที่ 4.43 แสดงหน้าต่างที่จะทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของอาจารย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32. ทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของอาจารย์



กรุณาป้อนรายละเอียดของผู้ใช้งาน (อาจารย์)

ชื่อผู้ใช้ : 45010367

รหัสผ่าน :


ล็อกอิน

กลับสู่หน้าหลัก

ลืม password

รูปที่ 4.44 แสดงหน้าต่างที่ทำกรกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของอาจารย์

33. เนื่องจากอาจารย์ทำการกรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านผิด ระบบจะไม่ให้เข้าไปดูข้อมูลและทำการเตือนให้
อาจารย์กรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้องดังรูป



กรุณาป้อนรายละเอียดของผู้ใช้งาน (อาจารย์)

ชื่อผู้ใช้ :

รหัสผ่าน :

ล็อกอิน

กลับสู่หน้าหลัก

ลืม password

กรุณาเลือกข้อด้วยข้อมูลที่ถูกต้องที่สุด

รูปที่ 4.45 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้อาจารย์กรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34. เมื่ออาจารย์กรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องแล้วระบบก็จะให้เข้าไปที่หน้าต่างนี้ ซึ่งสามารถดูข้อมูลของอาจารย์ได้



รูปที่ 4.46 แสดงหน้าต่างที่เกิดขึ้นเมื่ออาจารย์กรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องแล้วเข้าไปดูข้อมูล

35. เมื่อคลิกเข้าไปในเมนูดูหนังสือ ระบบจะทำการแสดงรายละเอียดหนังสือที่ยืมไป

ISBN	ชื่อหนังสือ	ผู้แต่ง	สำนักพิมพ์	วันที่ยืม	กำหนดคืน
974-90875-9-3	คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C++ .Net ฉบับสมบูรณ์	ชัยศักดิ์ พิริยะชาติ	บ้าน บัดเพ็ด	2004-01-01	2004-02-01
974-212-086-2	เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร	โสภาส เอี่ยมสิริวงศ์	ซีไอเอ็มเคชั่น	2004-07-21	2004-08-21

รูปที่ 4.47 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการแสดงรายละเอียดหนังสือที่ยืมไป

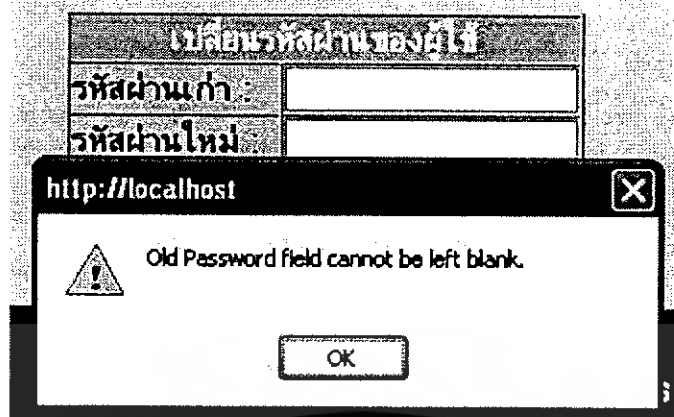
36. ถ้าคลิกเข้าไปในเมนูแก้ไขรหัสผ่าน ระบบจะแสดงหน้าต่างนี้

เปลี่ยนรหัสผ่านของผู้ใช้	
รหัสผ่านเก่า :	<input type="text"/>
รหัสผ่านใหม่ :	<input type="text"/>
ยืนยันรหัสผ่าน :	<input type="text"/>
<input type="button" value="เปลี่ยนรหัสผ่าน"/>	

รูปที่ 4.48 แสดงหน้าต่างของระบบที่อาจารย์จะทำการเปลี่ยนรหัสผ่าน

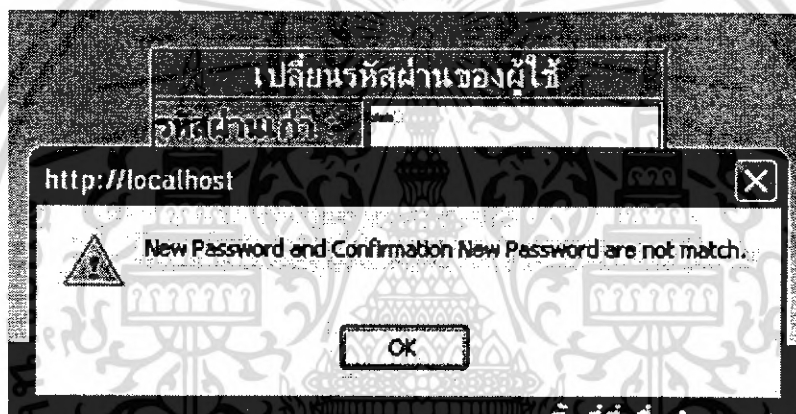
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37. เมื่อการกรอกข้อมูลยังไม่สมบูรณ์ ระบบจะแจ้งเตือนความผิดพลาด



รูปที่ 4.49 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งเตือนความผิดพลาดเมื่อการกรอกข้อมูลยังไม่สมบูรณ์

38. เมื่อมีการใส่รหัสผ่านใหม่กับการยืนยันรหัสผ่าน ไม่ตรงกัน ระบบจะแจ้งเตือนความผิดพลาด



รูปที่ 4.50 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งเตือนความผิดพลาดเมื่อการใส่รหัสผ่านใหม่กับการยืนยันรหัสผ่านไม่ตรงกัน

40. เมื่อใส่รหัสผ่านเก่าผิด ระบบจะแจ้งเตือนว่าการเปลี่ยนรหัสผิดพลาด

รหัสผ่านเก่าไม่ถูกต้อง
ไม่สามารถเปลี่ยนรหัสผ่านได้

รูปที่ 4.51 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งเตือนความผิดพลาดเมื่อการใส่รหัสผ่านเก่าไม่ถูกต้อง

41. เมื่อทำการกรอกข้อมูลถูกต้องแล้วระบบจะแจ้งว่าการเปลี่ยนรหัสผ่านเรียบร้อย

การเปลี่ยนรหัสผ่านเรียบร้อย

รูปที่ 4.52 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งว่าการเปลี่ยนรหัสผ่านเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42. เมื่อไม่ต้องการทำรายการใดๆแล้ว ก็คลิกที่ปุ่ม Log Out ที่หน้าต่างนี้ เพื่อทำการออกจากระบบแล้ว ระบบก็จะไปที่หน้าต่าง HOME



รูปที่ 4.53 แสดงหน้าต่างของระบบผู้ใช้ประเภทอาจารย์ที่จะทำการ Log Out

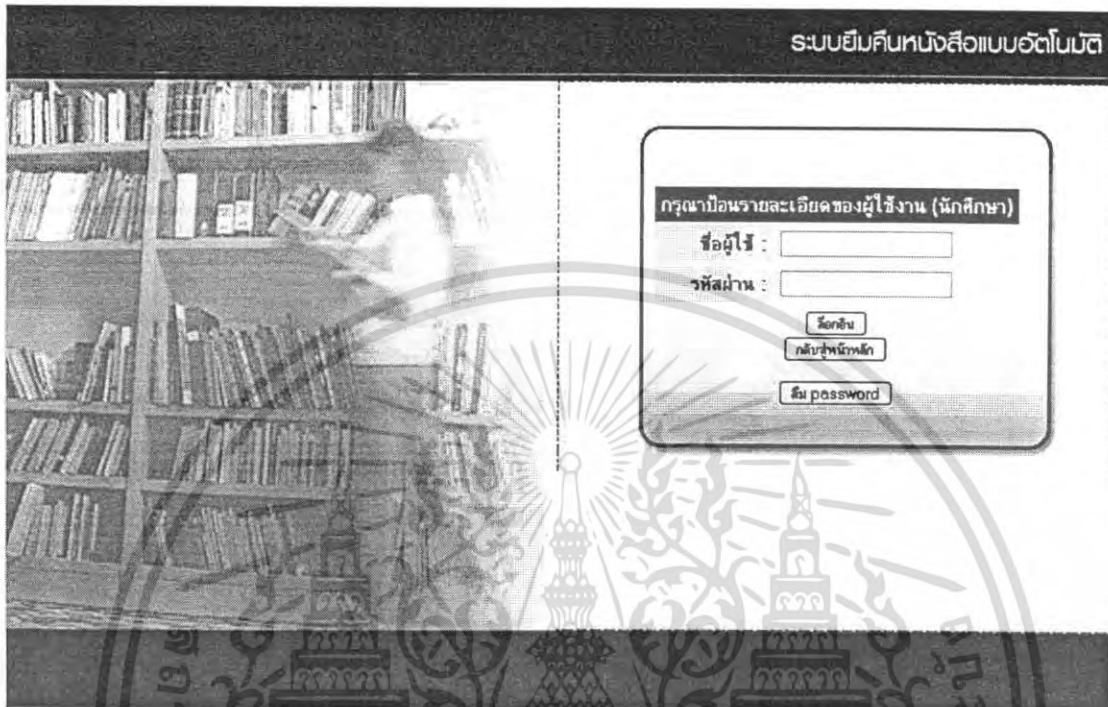
43. เมื่อจะเข้าสู่ข้อมูลของผู้ใช้งานประเภทนักศึกษาที่เข้าเว็บไซต์แล้วจะพบหน้าต่าง HOME นี้แล้วทำการเลือกที่เมนูนักศึกษา



รูปที่ 4.54 แสดงหน้าต่าง HOME ที่เริ่มต้นเลือกประเภทผู้ใช้งานเพื่อเข้าสู่ข้อมูลนักศึกษา

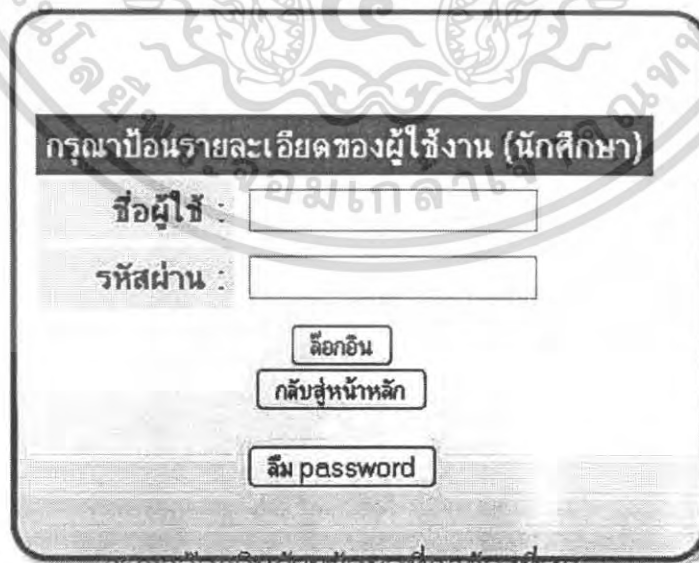
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44. เมื่อเลือกประเภทของผู้ใช้งานแล้วก็จะมาเข้าที่หน้าต่างล็อกอินเพื่อทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านให้ถูกต้องแล้วจึงจะได้เข้าไปดูข้อมูลของผู้ใช้งานนั้นๆ ได้ ในที่นี้คือหน้าต่างที่เข้ามาในผู้ใช้งานประเภทนักศึกษา



รูปที่ 4.55 แสดงหน้าต่างที่จะทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของนักศึกษา


45. เนื่องจากนักศึกษาทำการกรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านผิด ระบบจะไม่ให้เข้าไปดูข้อมูลและทำการเตือนให้นักศึกษากรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้องดังรูป



รูปที่ 4.56 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้นักศึกษากรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46. นักศึกษารอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องเพื่อเข้าระบบ



กรุณารายละเอียดของผู้ใช้งาน (นักศึกษา)

ชื่อผู้ใช้ : 45010321

รหัสผ่าน :

ล็อกอิน

กลับสู่หน้าหลัก

ลืม password

รูปที่ 4.57 แสดงหน้าต่างที่นักศึกษารอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องเพื่อเข้าระบบ

47. เมื่อนักศึกษารอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องแล้วระบบก็จะให้เข้าไปที่หน้าต่างนี้ ซึ่งสามารถดูข้อมูลของนักศึกษาได้



ระบบยืมคืนหนังสือแบบอัตโนมัติ

คู่มือยืมคืน

แก้ไขรหัสผ่าน

ยินดีต้อนรับ นักศึกษา

กรุณาเลือกทำรายการที่ท่านต้องการ

หน้าของนักศึกษา

คลิกที่นี่เพื่อทำการ log out ออกจากระบบ >> Log Out

รูปที่ 4.58 แสดงหน้าต่างที่เกิดขึ้นเมื่อนักศึกษารอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ถูกต้องแล้วเข้าไปดูข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48. เมื่อคลิกเข้าไปในเมนูคู่มือหนังสือ ระบบจะทำการแสดงรายละเอียดหนังสือที่ยืมไป

ระบบยืมคืนหนังสือแบบอัตโนมัติ					
คู่มือหนังสือ			แก้ไขรหัสผ่าน		
ISBN	ชื่อหนังสือ	ผู้แต่ง	สำนักพิมพ์	วันที่ยืม	กำหนดคืน
974-90875-9-3	คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C++ Net ฉบับสมบูรณ์	ชัยศักดิ์ พิริยะศักดิ์	บ้าน บัดชนิด	2004-06-11	2004-06-18
974-212-086-2	เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร	โยกส เรืองสิริวงศ์	ซี.อี.เค.ยู.เค.เอ็น	2005-01-13	2005-01-20

หน้าของนักศึกษา คลิกที่นี่เพื่อทำการ log out ออกจากระบบ >> Log Out

รูปที่ 4.59 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการแสดงรายละเอียดหนังสือที่ยืมไป

49. ถ้าคลิกเข้าไปในเมนูแก้ไขรหัสผ่าน ระบบจะแสดงหน้าต่างดังนี้

เปลี่ยนรหัสผ่านของสมาชิก	
รหัสผ่านเก่า :	<input type="text"/>
รหัสผ่านใหม่ :	<input type="text"/>
ยืนยันรหัสผ่าน :	<input type="text"/>
เปลี่ยนรหัสผ่าน	

รูปที่ 4.60 แสดงหน้าต่างของระบบที่นักศึกษาจะทำการเปลี่ยนรหัสผ่าน

50. เนื่องจากนักศึกษาไม่ได้ทำการกรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่าน ระบบจะไม่ให้เข้าไปดูข้อมูลและทำการเตือนให้อาจารย์กรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้องดังรูป

เปลี่ยนรหัสผ่านของสมาชิก	
รหัสผ่านเก่า :	<input type="text"/>
รหัสผ่านใหม่ :	<input type="text"/>

http://localhost

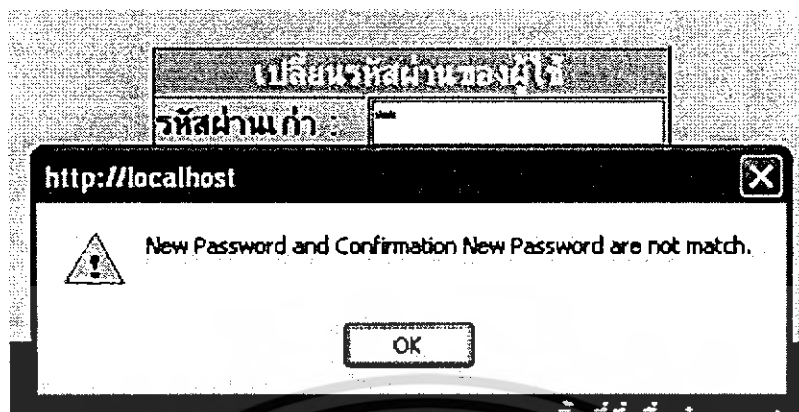
! Old Password field cannot be left blank.

OK

รูปที่ 4.61 แสดงหน้าต่างที่ระบบทำการเตือนให้อาจารย์กรอกชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51. เมื่อมีการใส่รหัสผ่านใหม่กับการยืนยันรหัสผ่านไม่ตรงกัน ระบบจะแจ้งเตือนความผิดพลาด



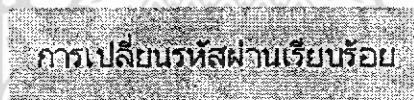
รูปที่ 4.62 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งเตือนความผิดพลาดเมื่อการใส่รหัสผ่านใหม่กับการยืนยัน

52. เมื่อใส่รหัสผ่านเก่าผิด ระบบจะแจ้งเตือนว่าการเปลี่ยนรหัสผิดพลาด



รูปที่ 4.63 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งเตือนความผิดพลาดเมื่อการใส่รหัสผ่านเก่าไม่ถูกต้อง

53. เมื่อทำการกรอกข้อมูลที่ต้องการแล้วระบบจะแจ้งว่าการเปลี่ยนรหัสผ่านเรียบร้อย



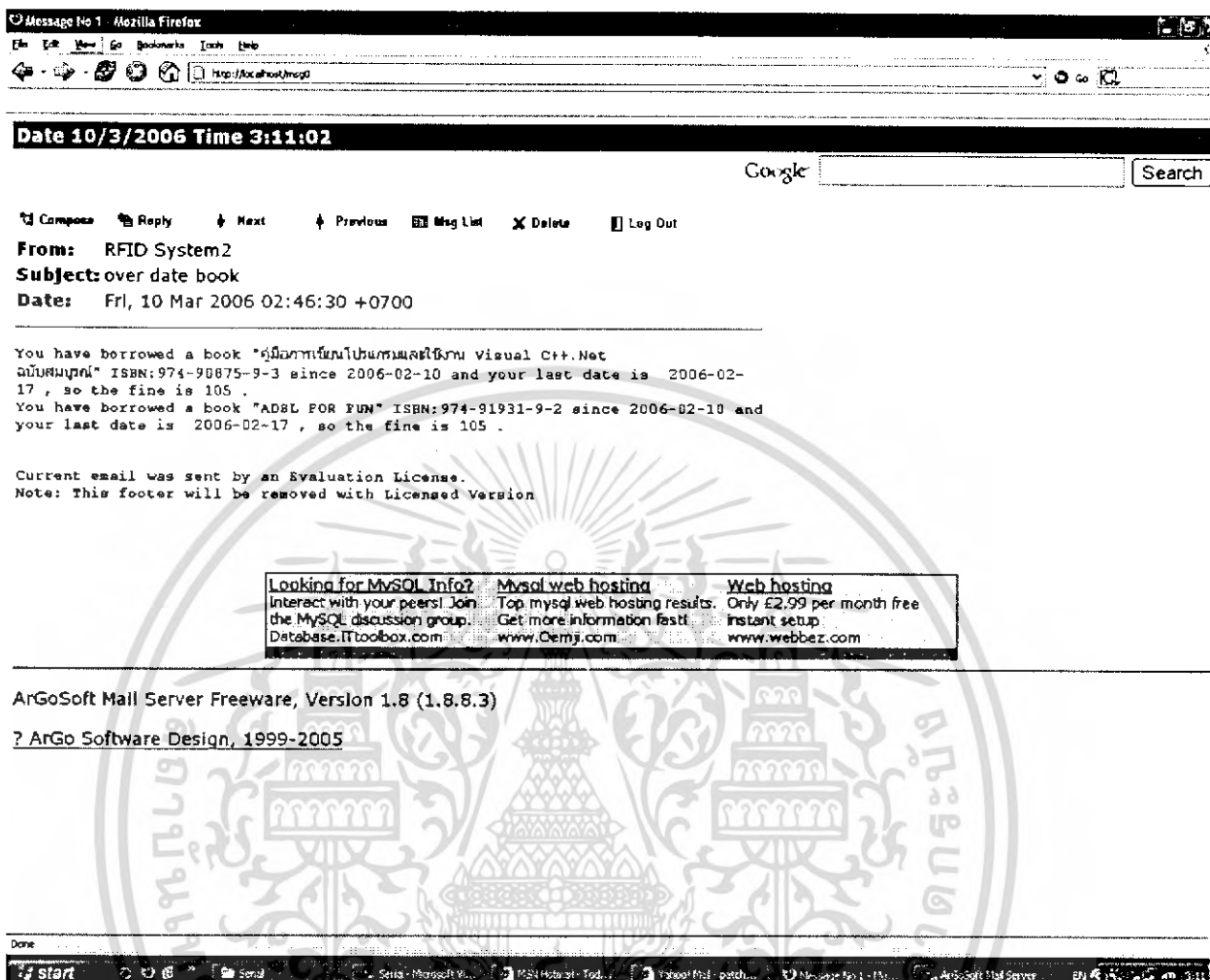
รูปที่ 4.64 แสดงหน้าต่างของระบบที่แจ้งว่าการเปลี่ยนรหัสผ่านเรียบร้อย

54. เมื่อไม่ต้องการทำรายการใดๆแล้ว ก็คลิกที่ปุ่ม Log Out ที่หน้าต่างนี้ เพื่อทำการออกจากระบบแล้ว ระบบก็จะไปที่หน้าต่าง HOME



รูปที่ 4.65 แสดงหน้าต่างของระบบผู้ใช้ประเภทอาจารย์ที่จะทำการ Log Out

4.4 การทดลองส่งอีเมลแจ้งเตือนค่าปรับหนังสือที่ผู้ยืมหนังสือยืมเกินกำหนด



รูปที่ 4.66 แสดงหน้าต่างอีเมลแจ้งเตือนค่าปรับหนังสือที่ผู้ยืมหนังสือยืมเกินกำหนด

เนื่องจากผู้ยืมหนังสือ ได้ยืมหนังสือเกินกำหนดแล้ว ระบบจึงส่งอีเมลแจ้งเตือนค่าปรับมายังอีเมลแอดเดรสของผู้ยืมหนังสือ เมื่อผู้ยืมหนังสือล็อกอินเข้ามาตรวจสอบอีเมลของตัวเอง ผู้ยืมหนังสือจะพบอีเมลที่ส่งจาก RFID System2 ในกล่องจดหมาย ซึ่งหัวข้อในอีเมลจะบอกว่าส่งมาจาก RFID System2 เวลาที่ทำการส่งอีเมลนี้ หัวข้อเรื่อง over date book ส่วนเนื้อหาในจดหมายก็คือ ผู้ยืมได้ทำการยืมหนังสือเล่มใดไปบ้าง หนังสือเล่มนั้นมีหมายเลข ISBN คืออะไร ผู้ยืมได้ยืมหนังสือเล่มนี้ไปเมื่อวันใดแล้วต้องคืนวันใด ค่าปรับที่ผู้ยืมต้องชำระเพราะยืมหนังสือมาเกินกำหนดนั้นมีค่าเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และบทสรุป

จากการศึกษาเทคโนโลยี RFID จะมีหลักการทำงานอย่างคร่าวๆ คือ เมื่อมีแอปพลิเคชันที่ต้องการติดต่อไปยังแท็กก็จะผ่านวงจรการดีโค้ดซึ่งจะใช้การเข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์ เข้าสู่วงจรการมอดูเลต ซึ่งจะใช้การมอดูเลตแบบแอมป์ลิจูดแล้วส่งผ่านเสาอากาศออกไป ทางด้านรับเมื่อมีแท็กอยู่ในบริเวณที่สามารถอ่านได้ ขดลวดในแท็กก็จะคับปลิงสัญญาณแล้วส่งผ่านไปยังวงจรมอดูเลต เข้าสู่วงจรการดีโค้ด แล้วเข้าไปในไมโครชิพเพื่อทำการประมวลผลว่าผู้ใช้มีคำสั่งอะไร ถ้าเป็นคำสั่งเขียนข้อมูลก็จะนำข้อมูลใส่เข้าไปในหน่วยความจำของแท็ก แต่ถ้าเป็นคำสั่งอ่านข้อมูลก็จะผ่านวงจรดีโค้ด วงจรมอดูเลต แล้วส่งผ่านออกทางเสาอากาศของแท็ก ส่วนวงจรทางด้านรับก็จะทำการดีมอดูเลต วงจรดีโค้ดและเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

ในส่วนของการทดลอง สัญญาณที่ออกจากขา DEMOD_OUT ของไอซี EM 4095 นั้นจะถูกแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิทัลและสัญญาณนั้นก็จะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อผ่านกระบวนการทำงานในส่วนต่อไป แต่ในการวัดสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นไม่สามารถทำการวัดได้ เนื่องจากสัญญาณมีความเร็วมาก

ในส่วนของการติดต่อฐานข้อมูลผ่านทาง PHP นั้นยังสามารถที่จะเพิ่มการประยุกต์การใช้งานในส่วนอื่นๆ เข้าไปได้อีกเช่น การหาข้อมูลหนังสือที่มีอยู่ในระบบ การเรียกข้อมูลเฉพาะเจาะจงเช่น เรียกดูเฉพาะผู้ใช้งานที่มีค่ารับเป็นต้น นอกจากนี้ในระบบยืมคืนหนังสือนั้นมีการส่งอีเมลแจ้งเตือนค่าปรับให้กับผู้ที่ยืมหนังสือเกินกำหนดด้วย

ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการทำงานการทดลองนี้คือใช้เทคโนโลยี RFID ที่สามารถรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านสัญญาณกับแท็กได้ในระยะใกล้คือประมาณ 5 – 8 เซนติเมตรและสามารถอ่านข้อมูลจากแท็กได้ทีละแท็กเท่านั้น

เมื่อเทียบการยืมคืนหนังสือด้วยระบบ RFID กับระบบบาร์โค้ดหรือสมาร์ทการ์ดแล้วสามารถจำแนกความแตกต่างได้เป็นข้อดีและข้อเสียได้ดังนี้

ข้อดีคือ เทคโนโลยี RFID นั้นมีความสะดวกมากกว่าเนื่องจากระยะการรับส่งข้อมูลไกลกว่าและทิศทางในการรับส่งข้อมูลจากแท็กกว้างกว่าหากเป็นระบบบาร์โค้ดหรือสมาร์ทการ์ดแล้วจะไม่ค่อยสะดวกในด้านระยะทางและทิศทางของการอ่านข้อมูล เนื่องจากต้องทำการสัมผัสเครื่องอ่านสัญญาณที่ระยะใกล้และมีทิศทางเดียวที่ตรงกับเครื่องอ่านสัญญาณ

ข้อเสียคือ เทคโนโลยี RFID ที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ในระยะไกลนั้นยังมีราคาแพงอยู่ทั้งอุปกรณ์เครื่องอ่านสัญญาณและแท็ก แต่ในอนาคตอันใกล้คาดว่าระบบและอุปกรณ์จะมีราคาถูกลงและนำมาใช้งานได้อย่างแพร่หลายมากขึ้น

หนังสืออ้างอิง

- [1] กิตติ ภัคดีวัฒนกุล, “คัมภีร์ PHP”, บริษัท เททีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด, หจก.ไทยเจริญ การพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่ 7, 2548
- [2] นต.ไพศาล โมลิตกุลมงคล, “พัฒนา Web Database ด้วย PHP”, บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด, หจก.ไทยเจริญการพิมพ์ จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 1
- [3] นิรุช อำนวนศิลป์, “คู่มือเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี”, บริษัท โปรวิชั่น จำกัด, บริษัท ดวงกมล สมัย จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Contactless Read/Write Data Transmission
- Radio Frequency f_{RF} from 100 kHz to 150 kHz
- e5550 Binary Compatible or T5557 Extended Mode
- Small Size, Configurable for ISO/IEC 11784/785 Compatibility
- 75 pF On-chip Resonant Capacitor (Mask Option)
- 7 × 32-bit EEPROM Data Memory Including 32-bit Password
- Separate 64-bit memory for Traceability Data
- 32-bit Configuration Register in EEPROM to Setup:
 - Data Rate
 - RF/2 to RF/128, Binary Selectable or
 - Fixed e5550 Data Rates
 - Modulation/Coding
 - FSK, PSK, Manchester, Biphase, NRZ
 - Other Options
 - Password Mode
 - Max Block Feature
 - Answer-On-Request (AOR) Mode
 - Inverse Data Output
 - Direct Access Mode
 - Sequence Terminator(s)
 - Write Protection (Through Lock-bit per Block)
 - Fast Write Method (5 kbps versus 2 kbps)
 - OTP Functionality
 - POR Delay up to 67 ms

Description

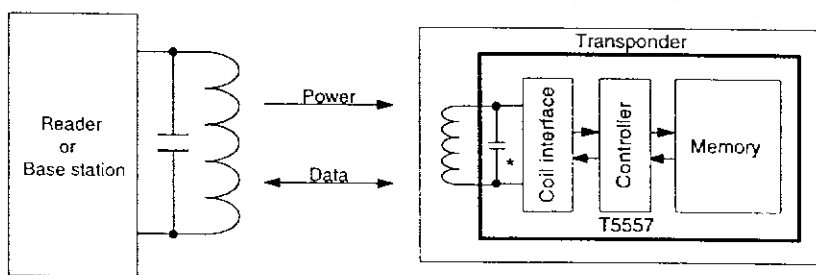
The T5557 is a contactless R/W Identification IC (IDIC[®]) for applications in the 125 kHz frequency range. A single coil, connected to the chip, serves as the IC's power supply and bi-directional communication interface. The antenna and chip together form a transponder or tag.

The on-chip 330-bit EEPROM (10 blocks, 33 bits each) can be read and written block-wise from a reader. Block 0 is reserved for setting the operation modes of the T5557 tag. Block 7 may contain a password to prevent unauthorized writing.

Data is transmitted from the IDIC using load modulation. This is achieved by damping the RF field with a resistive load between the two terminals Coil 1 and Coil 2. The IC receives and decodes 100% amplitude modulated (OOK) pulse interval encoded bit streams from the base station or reader.

System Block Diagram

Figure 1. RFID System Using T5557 Tag



* Mask option



Multifunctional
330-bit
Read/Write
RF-Identification
IC

T5557

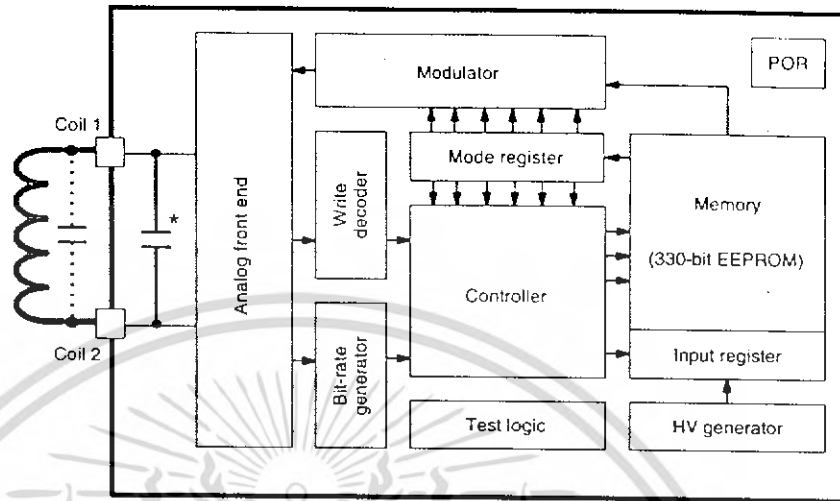
Rev. 4517F-RFID-11/03



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T5557 – Building Blocks

Figure 2. Block Diagram



* Mask option

Analog Front End (AFE)

The AFE includes all circuits which are directly connected to the coil. It generates the IC's power supply and handles the bi-directional data communication with the reader. It consists of the following blocks:

- Rectifier to generate a DC supply voltage from the AC coil voltage
- Clock extractor
- Switchable load between Coil 1/Coil 2 for data transmission from tag to the reader
- Field gap detector for data transmission from the base station to the tag
- ESD protection circuitry

Data-rate Generator

The data rate is binary programmable to operate at any data rate between $RF/2$ and $RF/128$ or equal to any of the fixed e5550/e5551 and T5554 bitrates ($RF/8$, $RF/16$, $RF/32$, $RF/40$, $RF/50$, $RF/64$, $RF/100$ and $RF/128$).

Write Decoder

This function decodes the write gaps and verifies the validity of the data stream according to the Atmel e555x write method (pulse interval encoding).

HV Generator

This on-chip charge pump circuit generates the high voltage required for programming of the EEPROM.

DC Supply

Power is externally supplied to the IDIC via the two coil connections. The IC rectifies and regulates this RF source and uses it to generate its supply voltage.

Power-On Reset (POR)

This circuit delays the IDIC functionality until an acceptable voltage threshold has been reached.

Clock Extraction

The clock extraction circuit uses the external RF signal as its internal clock source.

Controller

The control-logic module executes the following functions:

- Load-mode register with configuration data from EEPROM block 0 after power-on and also during reading
- Control memory access (read, write)
- Handle write data transmission and write error modes
- The first two bits of the reader to tag data stream are the opcode, e.g., write, direct access or reset
- In password mode, the 32 bits received after the opcode are compared with the password stored in memory block 7

Mode Register

The mode register stores the configuration data from the EEPROM block 0. It is continually refreshed at the start of every block read and (re-)loaded after any POR event or reset command. On delivery the mode register is preprogrammed with the value '0014 8000'h which corresponds to continuous read of block 0, Manchester coded, RF/64.

Figure 3. Block 0 Configuration Mapping – e5550 Compatibility Mode

L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										0									
Lock Bit	Safer Key Note 1), 2)				Data Bit Rate								Modulation								PSK- CF	AOR	MAX- BLOCK	PWD	ST-Sequence Terminator	POR delay						
	0 Unlocked				RF/8 0 0 0								0 0 0 0 0 Direct								0 0	RF/2										
	1 Locked				RF/16 0 0 1								0 0 0 0 1 PSK1								0 1	RF/4										
					RF/32 0 1 0								0 0 0 1 0 PSK2								1 0	RF/8										
					RF/40 0 1 1								0 0 0 1 1 PSK3								1 1	Res.										
					RF/50 1 0 0								0 0 1 0 0 FSK1																			
					RF/64 1 0 1								0 0 1 0 1 FSK2																			
					RF/100 1 1 0								0 0 1 1 0 FSK1a																			
					RF/128 1 1 1								0 0 1 1 1 FSK2a																			
													0 1 0 0 0 Manchester																			
												1 0 0 0 0 Biphase('50)																				
												1 1 0 0 0 Reserved																				

1) If Master Key = 6 then test mode write commands are ignored
 2) If Master Key <> 6 or 9 then extended function mode is disabled





Modulator

The modulator consists of data encoders for the following basic types of modulation:

Table 1. Types of e5550-compatible Modulation Modes

Mode	Direct Data Output
FSK1a ⁽¹⁾	FSK/8-/5 '0' = r/8; '1' = r/5
FSK2a ⁽¹⁾	FSK/8-/10 '0' = r/8; '1' = r/10
FSK1 ⁽¹⁾	FSK/5-/8 '0' = r/5; '1' = r/8
FSK2 ⁽¹⁾	FSK/10-/8 '0' = r/10; '1' = r/8
PSK1 ⁽²⁾	Phase change when input changes
PSK2 ⁽²⁾	Phase change on bit clock if input high
PSK3 ⁽²⁾	Phase change on rising edge of input
Manchester	'0' = falling edge, '1' = rising edge
Biphase	'1' creates an additional mid-bit change
NRZ	'1' = damping on, '0' = damping off

- Notes: 1. A common multiple of bitrate and FSK frequencies is recommended.
 2. In PSK mode the selected data rate has to be an integer multiple of the PSK sub-carrier frequency.

Memory

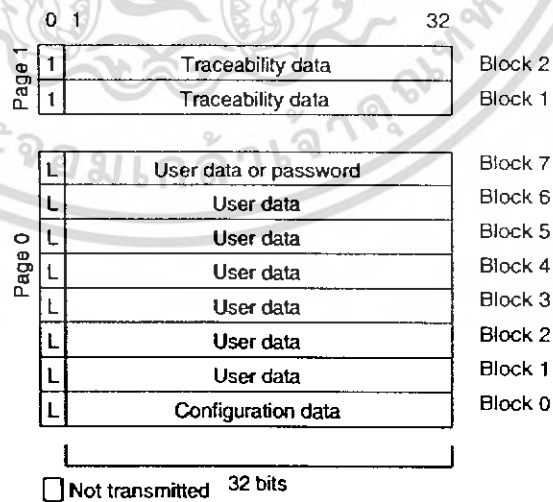
The memory is a 330-bit EEPROM, which is arranged in 10 blocks of 33 bits each. All 33 bits of a block, including the lock bit, are programmed simultaneously.

Block 0 of page 0 contains the mode/configuration data, which is not transmitted during regular-read operations. Block 7 of page 0 may be used as a write protection password.

Bit 0 of every block is the lock bit for that block. Once locked, the block (including the lock bit itself) is not re-programmable through the RF field again.

Blocks 1 and 2 of page 1 contain traceability data and are transmitted with the modulation parameters defined in the configuration register after the opcode '11' is issued by the reader (see Figure 11 on page 9). These traceability data blocks are programmed and locked by Atmel.

Figure 4. Memory Map



T5557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ 4517F-RFID-11/03

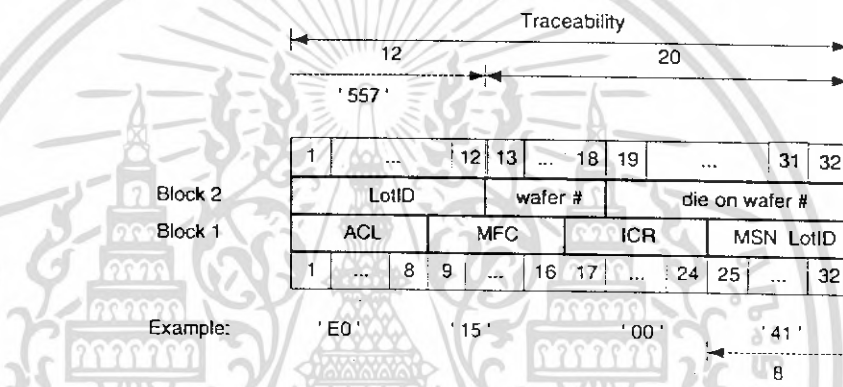
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Traceability Data Structure

Blocks 1 and 2 of page 1 contain the traceability data and are programmed and locked by Atmel during production testing. The most significant byte of block 1 is fixed to 'E0'hex, the allocation class (ACL) as defined in ISO/IEC 15963-1. The second byte is therefore defined as the manufacturer's ID of Atmel (= '15'hex). The following 8 bits are used as IC reference byte (ICR - Bits 47 to 40). The 3 most significant bits define the IC and/or foundry version of the T5557. The lower 5 bits are by default reset (=00) as the Atmel standard value. Other values may be assigned on request to high volume customers as tag issuer identification.

The lower 40 bits of the data encode the traceability information of Atmel and conform to a unique numbering system. These 40 data bits are divided in two sub-groups, a 5-digit lot ID number, the binary wafer number (5 bit) concatenated with the sequential die number per wafer.

Figure 5. T5557 Traceability Data Structure



- ACL Allocation class as defined in ISO/IEC 15963-1 = E0h
- MFC Manufacturer code of Atmel Corporation as defined in ISO/IEC 7816-6 = 15h
- ICR IC reference of silicon and/or tag manufacturer.
 - Top 3 bits define IC revision
 - Lower 5 bits may contain a customer ID code on request
- MSN Manufacturer serial number consists of:
- LotID 5-digit lot number, e.g., '38765'
- DPW 20 bits encoded as sequential die per wafer number (with top 5 bits = wafer#)

Operating the T5557

Initialization and POR Delay

The Power-On-Reset (POR) circuit remains active until an adequate voltage threshold has been reached. This in turn triggers the default start-up delay sequence. During this configuration period of about 192 field clocks, the T5557 is initialized with the configuration data stored in EEPROM block 0. During initialization of the configuration block 0, all T55570x variants the load damping is active permanently (see Figure 10 on page 9). The T55571x types (without damping option) achieve a longer read range based on the lower activation field strength.

If the POR-delay bit is reset, no additional delay is observed after the configuration period. Tag modulation in regular-read mode will be observed about 3 ms after entering the RF field. If the POR delay bit is set, the T5557 remains in a permanent damping state until 8190 internal field clocks have elapsed.

$$T_{INIT} = (192 + 8190 \times \text{POR delay}) \times T_C \approx 67 \text{ ms}; \quad T_C = 8 \mu\text{s at } 125 \text{ kHz}$$



Any field gap occurring during this initialization phase will restart the complete sequence. After this initialization time the T5557 enters regular-read mode and modulation starts automatically using the parameters defined in the configuration register.

Tag to Reader Communication

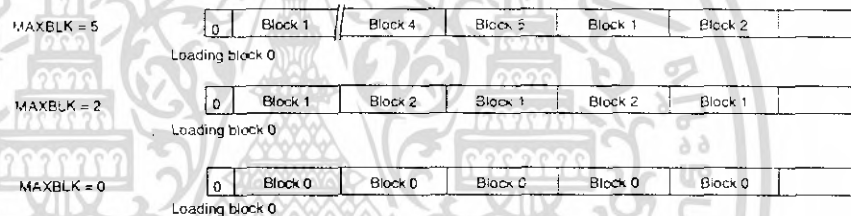
During normal operation, the data stored within the EEPROM is cycled and the Coil 1, Coil 2 terminals are load modulated. This resistive load modulation can be detected at the reader module.

Regular-read Mode

In regular-read mode data from the memory is transmitted serially, starting with block 1, bit 1, up to the last block (e.g., 7), bit 32. The last block which will be read is defined by the mode parameter field MAXBLK in EEPROM block 0. When the data block addressed by MAXBLK has been read, data transmission restarts with block 1, bit 1.

The user may limit the cyclic datastream in regular-read mode by setting the MAXBLK between 0 and 7 (representing each of the 8 data blocks). If set to 7, blocks 1 through 7 can be read. If set to 1, only block 1 is transmitted continuously. If set to 0, the contents of the configuration block (normally not transmitted) can be read. In the case of MAXBLK = 0 or 1, regular-read mode can not be distinguished from block-read mode.

Figure 6. Examples for Different MAXBLK Settings



Every time the T5557 enters regular- or block-read mode, the first bit transmitted is a logical '0'. The data stream starts with block 1, bit 1, continues through MAXBLK, bit 32, and cycles continuously if in regular-read mode.

Note: This behavior is different from the original e555x and helps to decode PSK-modulated data.

Block-read Mode

With the direct access command, the addressed block is repetitively read only. This mode is called block-read mode. Direct access is entered by transmitting the page access opcode ('10' or '11'), a single '0' bit and the requested 3-bit block address when the tag is in normal mode.

In password mode (PWD bit set), the direct access to a single block needs the valid 32-bit password to be transmitted after the page access opcode whereas a '0' bit and the 3-bit block address follow afterwards. In case the transmitted password does not match with the contents of block 7, the T5557 tag returns to the regular-read mode.

Note: A direct access to block 0 of page 1 will read the configuration data of block 0, page 0. A direct access to block 3 .. 7 of page 1 reads all data bits as zero.

e5550 Sequence Terminator

The sequence terminator ST is a special damping pattern which is inserted before the first block and may be used to synchronize the reader. This e5550-compatible sequence terminator consists of 4 bit periods with underlying data values of '1'. During the second and the fourth bit period, modulation is switched off (Manchester encoding – switched on). Biphase modulated data blocks need fixed leading and trailing bits in combination with the sequence terminator to be identified reliable.

The sequence terminator may be individually enabled by setting of mode bit 29 (ST = '1') in the e5550-compatibility mode (X-mode = '0').

In the regular-read mode, the sequence terminator is inserted at the start of each MAXBLK-limited read data stream.

In block-read mode – after any block-write or direct access command – or if MAXBLK was set to 0 or 1, the sequence terminator is inserted before the transmission of the selected block.

Especially this behavior is different to former e5550 – compatible ICs (T5551, T5554).

Figure 7. Read Data Stream with Sequence Terminator

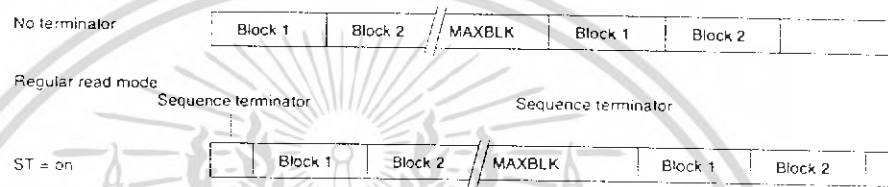
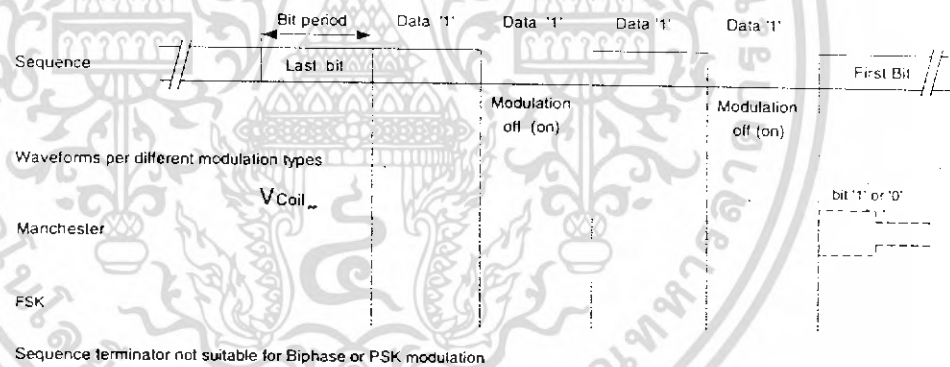


Figure 8. e5550-compatible Sequence Terminator Waveforms



Reader to Tag Communication

Data is written to the tag by interrupting the RF field with short field gaps (on-off keying) in accordance with the e5550 write method. The time between two gaps encodes the '0/1' information to be transmitted (pulse interval encoding). The duration of the gaps is usually 50 μs to 150 μs. The time between two gaps is nominally 24 field clocks for a '0' and 54 field clocks for a '1'. When there is no gap for more than 64 field clocks after a previous gap, the T5557 exits the write mode. The tag starts with the command execution if the correct number of bits were received. If there is a failure detected the T5557 does not continue and will enter regular-read mode.

Start Gap

The initial gap is referred to as the start gap. This triggers the reader to tag communication. During this mode of operation, the receive damping is permanently enabled to ease gap detection. The start gap may need to be longer than subsequent gaps in order to be detected reliably.



A start gap will be accepted at any time after the mode register has been loaded (≥ 3 ms). A single gap will not change the previously selected page (by former opcode '10' or '11').

Figure 9. Start of Reader to Tag Communication

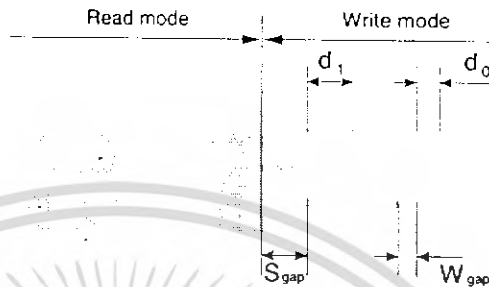


Table 2. Write Data Decoding Scheme

Parameters	Remark	Symbol	Min.	Max.	Unit
Start gap		S_{gap}	10	50	FC
Write gap	Normal write mode	W_{gap}	8	30	FC
Write data in normal mode	'0' data	d_0	16	31	FC
	'1' data	d_1	48	63	FC

Write Data Protocol

The T5557 expects to receive a dual bit opcode as the first two bits of a reader command sequence. There are three valid opcodes:

- The opcodes '10' and '11' precede all block write and direct access operations for page 0 and page 1
- The RESET opcode '00' initiates a POR cycle
- The opcode '01' precedes all test mode write operations. Any test mode access is ignored after master key (bits 1..4) in block 0 has been set to '6'. Any further modifications of the master key are prohibited by setting the lock bit of block 0 or the OTP bit.

Writing has to follow these rules:

- Standard write needs the opcode, the lock bit, 32 data bits and the 3-bit address (38 bits total)
- Protected write (PWD bit set) requires a valid 32-bit password between opcode and data, address bits
- For the AOR wake-up command an opcode and a valid password are necessary to select and activate a specific tag

Note: The data bits are read in the same order as written.

If the transmitted command sequence is invalid, the T5557 enters regular-read mode with the previously selected page (by former opcode '10' or '11').

T5557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด 4517F-RFID-11/03

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 10. Complete Writing Sequence

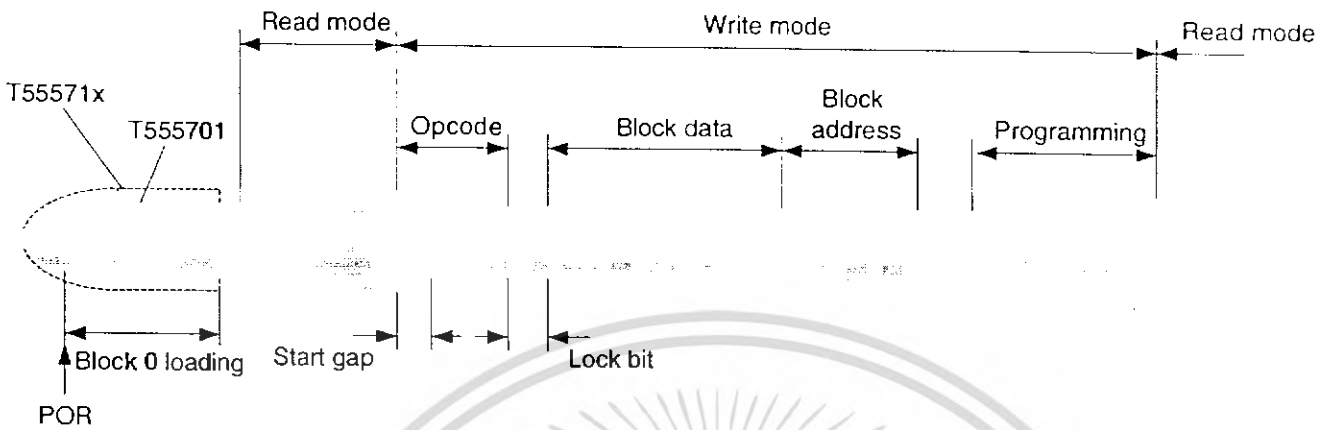


Figure 11. T5557 Command Formats

Standard write	Opcode: 1p* L 1 Data 32 2 Addr 0
Protected write	Opcode: 1p* 1 Password 32 L 1 Data 32 2 Addr 0
AOR (wake-up command)	Opcode: 10 1 Password 32
Direct access (PWD = 1)	Opcode: 1p* 1 Password 32 0 2 Addr 0
Direct access (PWD = 0)	Opcode: 1p* 0 2 Addr 0
Page 0/1 regular read	Opcode: 1p*
Reset command	Opcode: 00

* p = page selector

Password

When password mode is active (PWD = 1), the first 32 bits after the opcode are regarded as the password. They are compared bit by bit with the contents of block 7, starting at bit 1. If the comparison fails, the T5557 will not program the memory, instead it will restart in regular-read mode once the command transmission is finished.

Note: In password mode, MAXBLK should be set to a value below 7 to prevent the password from being transmitted by the T5557.

Each transmission of the direct access command (two opcode bits, 32 bits password, '0' bit plus 3 address bits = 38 bits) needs about 18 ms. Testing all possible combinations (about 4.3 billion) takes about two years.

Answer-On-Request (AOR) Mode

When the AOR bit is set, the T5557 does not start modulation in the regular-read mode after loading configuration block 0. The tag waits for a valid AOR data stream ("wake-up command") from the reader before modulation is enabled. The wake-up command consists of the opcode ('10') followed by a valid password. The selected tag will remain active until the RF field is turned off or a new command with a different password is transmitted which may address another tag in the RF field.



Table 3. T5557 — Modes of Operation

PWD	AOR	Behavior of Tag after Reset Command or POR	De-activate Function
1	1	Answer-On-Request (AOR) mode: <ul style="list-style-type: none"> • Modulation starts after wake-up with a matching password • Programming needs valid password 	Command with non-matching password deactivates the selected tag
1	0	Password mode: <ul style="list-style-type: none"> • Modulation in regular-read mode starts after reset • Programming and direct access needs valid password 	
0	--	Normal mode: <ul style="list-style-type: none"> • Modulation in regular-read mode starts after reset • Programming and direct access without password 	

Figure 12. Answer-On-Request (AOR) Mode

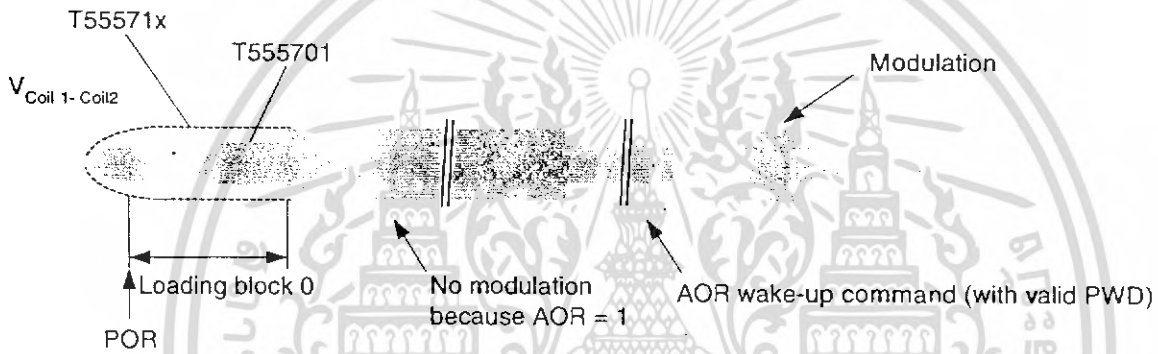


Figure 13. Coil Voltage after Programming of a Memory Block

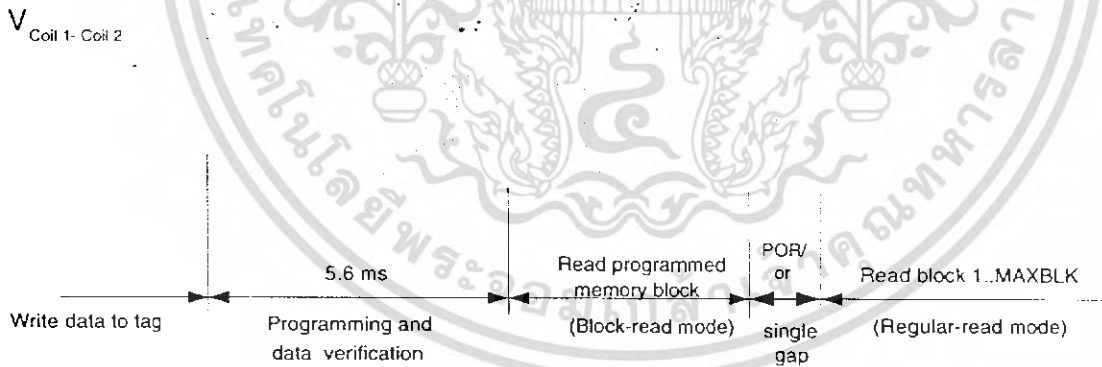
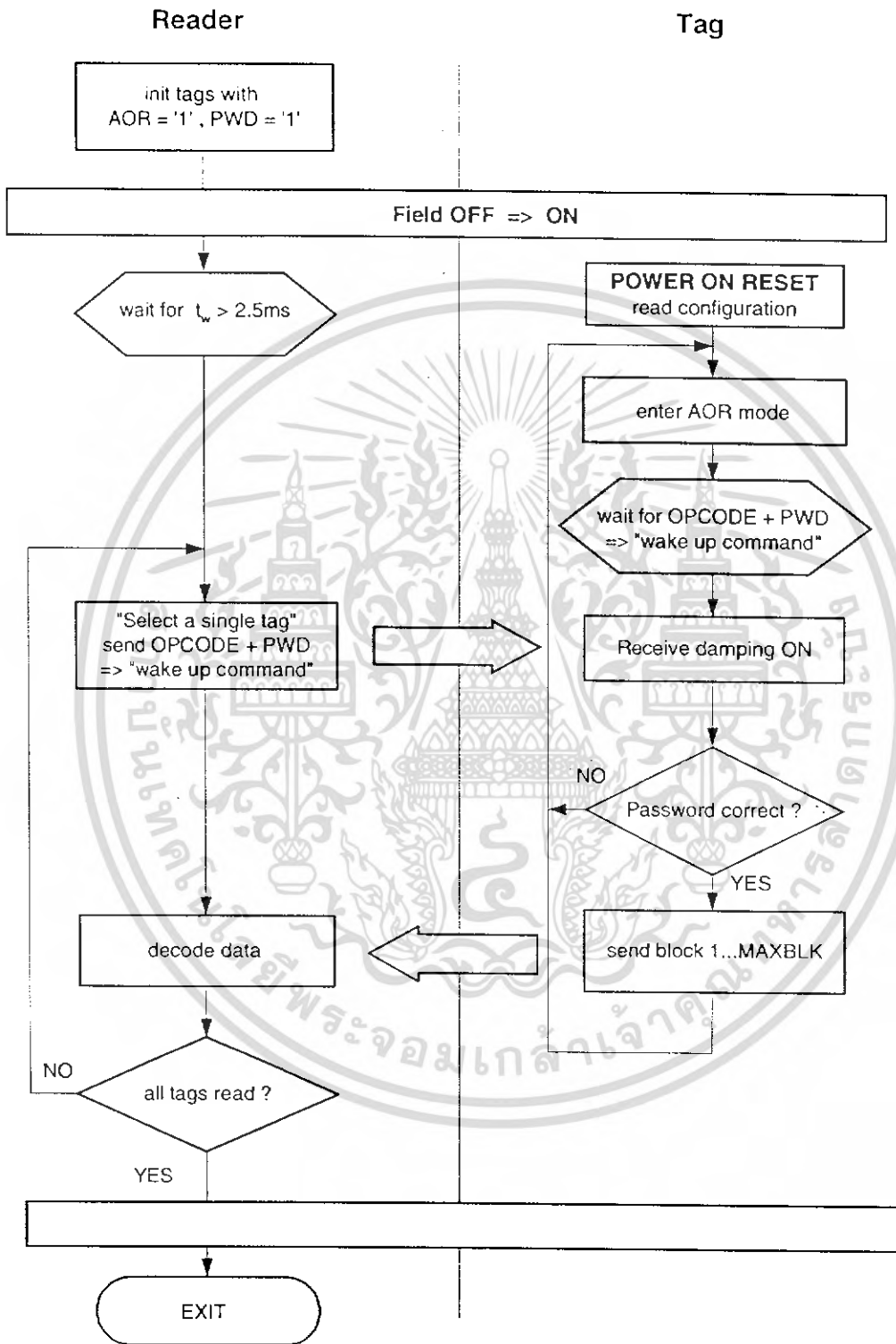


Figure 14. Anticollision Procedure Using AOR Mode





Programming

When all necessary information has been received by the T5557, programming may proceed. There is a clock delay between the end of the writing sequence and the start of programming.

Typical programming time is 5.6 ms. This cycle includes a data verification read to grant secure and correct programming. After programming was executed successfully, the T5557 enters block-read mode transmitting the block just programmed (see Figure 13 on page 10).

Note: This timing and behavior is different from the e555x-family predecessors.

Error Handling

Several error conditions can be detected to ensure that only valid bits are programmed into the EEPROM. There are two error types, which lead to two different actions.

Errors During Writing

The following detectable errors could occur during writing data into the T5557:

- Wrong number of field clocks between two gaps (i.e., not a valid '1' or '0' pulse stream)
- Password mode is activated and the password does not match the contents of block 7
- The number of bits received in the command sequence is incorrect

Valid bit counts accepted by the T5557 are:

Password write	70 bits	(PWD = 1)
Standard write	38 bits	(PWD = 0)
AOR wake up	34 bits	(PWD = 1)
Direct access with PWD	38 bits	(PWD = 1)
Direct access	6 bits	(PWD = 0)
Reset command	2 bits	
Page 0/1 regular-read	2 bits	

If any of these erroneous conditions were detected, the T5557 enters regular-read mode, starting with block 1 of the page defined in the command sequence.

Errors Before/During Programming

If the command sequence was received successfully, the following error could still prevent programming:

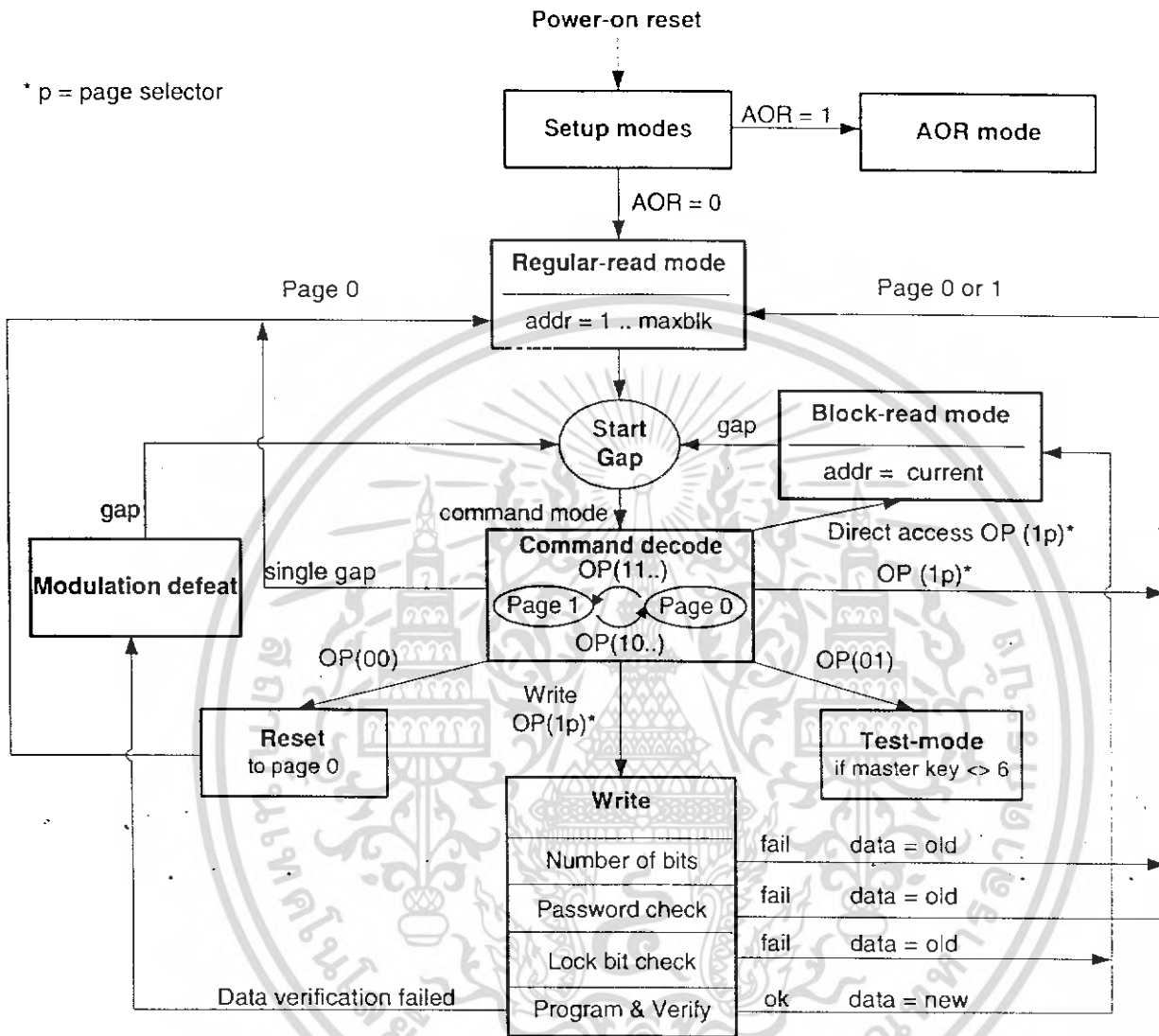
- The lock bit of the addressed block is set already
- In case of a locked block, programming mode will not be entered. The T5557 reverts to block-read mode continuously transmitting the currently addressed block.

If the command sequence is validated and the addressed block is not write protected, the new data will be programmed into the EEPROM memory. The new state of the block write protection bit (lock bit) will be programmed at the same time accordingly.

Each programming cycle consists of 4 consecutive steps: erase block, erase verification (data = '0'), programming, write verification (corresponding data bits = '1').

- If a data verification error is detected after an executed data block programming, the tag will stop modulation (modulation defeat) until a new command is transmitted.

Figure 15. T5557 Functional Diagram



T5557 in Extended Mode (X-mode)

In general, the block 0 setting of the master key (bits 1 to 4) to the value '6' or '9' together with the X-mode bit will enable the extended mode functions.

- Master key = '9': Test mode access and extended mode are both enabled.
- Master key = '6': Any test mode access will be denied but the extended mode is still enabled.

Any other master key setting will prevent the activation of the T5557 extended mode options, even when the X-mode bit is set.

Binary Bit-rate Generator

In extended mode the data rate is binary programmable to operate at any data rate between RF/2 and RF/128 as given in the formula below.

$$\text{Data rate} = \text{RF}/(2n+2)$$



OTP Functionality

If the OTP bit is set to '1', all memory blocks are write protected and behave as if all lock bits are set to 1. If the master key is set to '6' additionally, the T5557 mode of operation is locked forever (= OTP functionality).

If the master key is set to '9', the test-mode access allows the re-configuration of the tag again.

Figure 16. Block 0 — Configuration Map in Extended Mode (X-mode)

L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	1	0	0	1	0	0	0	0							1																	
Lock Bit	Master Key Note 1), 2)				Data Bit Rate $RF/(2n+2)$				X-Mode	Modulation				PSK- CF	AOR	OTP	MAX- BLOCK	PWD	SST-Sequence Start Marker	Fast write	Inverse Data	POR-Delay										
	0	Unlocked				Direct	0	0		0	0	0	0	0	0	0	1	RF/2														
	1	Locked				PSK1	0	0		0	0	1	1	0	RF/8																	
						PSK2	0	0		0	1	0	1	1	Res.																	
						PSK3	0	0		0	1	1																				
						FSK1	0	0		1	0	0																				
						FSK2	0	0		1	0	1																				
						Manchester	0	1		0	0	0																				
						Biphase ('50)	1	0		0	0	0																				
						Biphase ('57)	1	1		0	0	0																				

1) If Master Key = 6 and bit 15 set, then test-mode access is disabled and extended mode is active
 2) If Master Key = 9 and bit 15 set, then extended mode is enabled

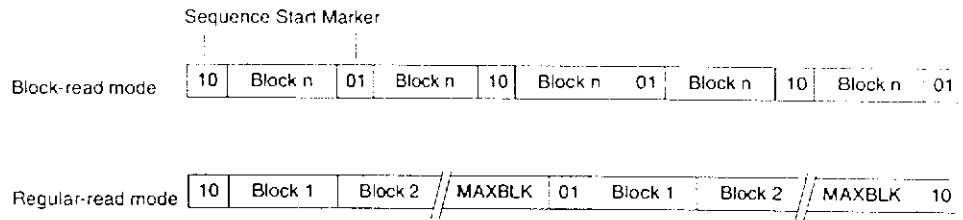
Table 4. T5557 Types of Modulation in Extended Mode

Mode	Direct Data Output Encoding	Inverse Data Output Encoding
FSK1 ⁽¹⁾	FSK/5-8 '0' = RF/5; '1' = RF/8	FSK/8-5 '0' = RF/8; '1' = RF/5 (= FSK1a)
FSK2 ⁽¹⁾	FSK/10-8 '0' = RF/10; '1' = RF/8	FSK/8-10 '0' = RF/8; '1' = RF/10 (= FSK2a)
PSK1 ⁽²⁾	Phase change when input changes	Phase change when input changes
PSK2 ⁽²⁾	Phase change on bit clock if input high	Phase change on bit clock if input low
PSK3 ⁽²⁾	Phase change on rising edge of input	Phase change on falling edge of input
Manchester	'0' = falling edge, '1' = rising edge on mid-bit	'1' = falling edge, '1' = rising edge on mid-bit
Biphase 1 ('50)	'1' creates an additional mid-bit change	'0' creates an additional mid-bit change
Biphase 2 ('57)	'0' creates an additional mid-bit change	'1' creates an additional mid-bit change
NRZ	'1' = damping on, '0' = damping off	'0' = damping on, '1' = damping off

- Notes: 1. A common multiple of bitrate and FSK frequencies is recommended.
 2. In PSK mode the selected data rate has to be an integer multiple of the PSK sub-carrier frequency.

Sequence Start Marker

Figure 17. T5557 Sequence Start Marker in Extended Mode

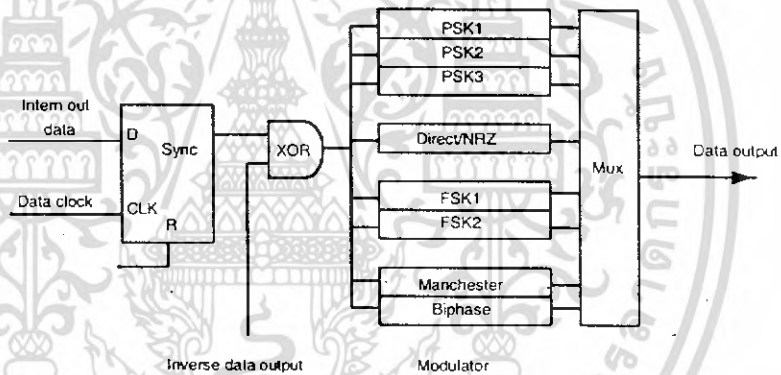


The T5557 sequence start marker is a special damping pattern, which may be used to synchronize the reader. The sequence start marker consists of two bits ('01' or '10') which are inserted as header before the first block to be transmitted if the bit 29 in extended mode is set. At the start of a new block sequence, the value of the two bits is inverted.

Inverse Data Output

The T5557 supports in its extended mode (X-mode) an inverse data output option. If inverse data is enabled, the modulator as shown in Figure 18 works on inverted data (see Table 4 on page 14). This function is supported for all basic types of encoding.

Figure 18. Data Encoder for Inverse Data Output



Fast Write

In the optional fast write mode the time between two gaps is nominally 12 field clocks for a '0' and 27 field clocks for a '1'. When there is no gap for more than 32 field clocks after a previous gap, the T5557 will exit the write mode. Please refer to Table 5 and Figure 8 on page 7.

Table 5. Fast Write Data Decoding Schemes

Parameters	Remark	Symbol	Min.	Max.	Unit
Start gap	—	S_{gap}	10	50	FC
Write gap	Normal write mode	Wn_{gap}	8	30	FC
	Fast write mode	Wf_{gap}	8	20	FC
Write data in normal mode	'0' data	d_0	16	31	FC
	'1' data	d_1	48	63	FC
Write data in fast mode	'0' data	d_0	8	15	FC
	'1' data	d_1	24	31	FC

Figure 19. Example of Manchester Coding with Data Rate RF/16

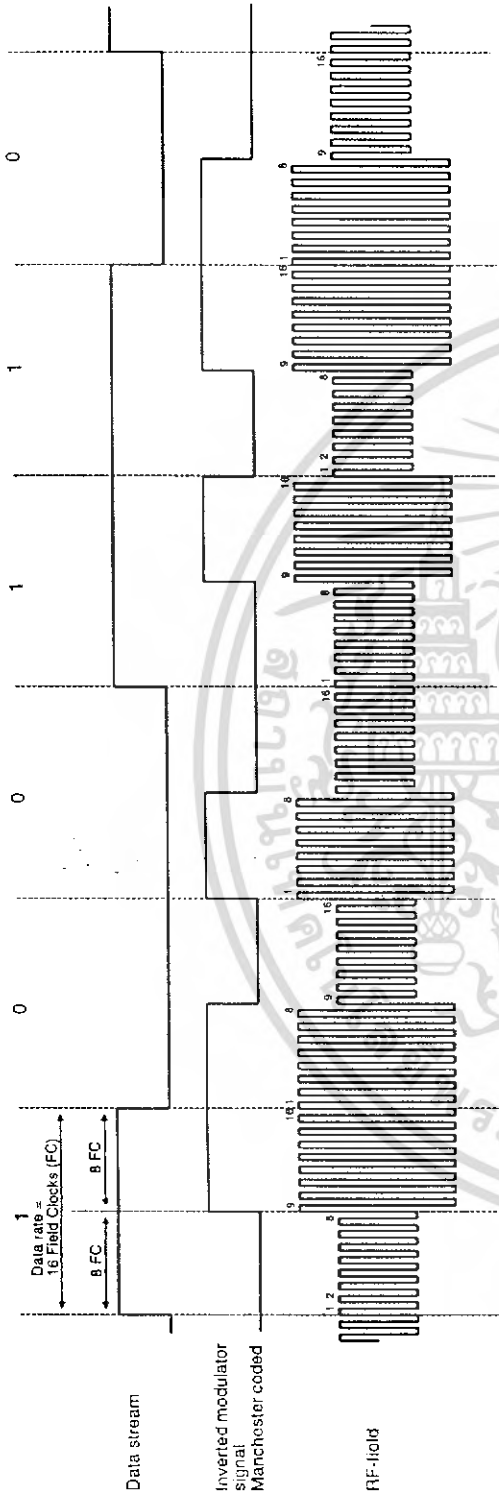


Figure 20. Example of Biphas Coding with Data Rate RF/16

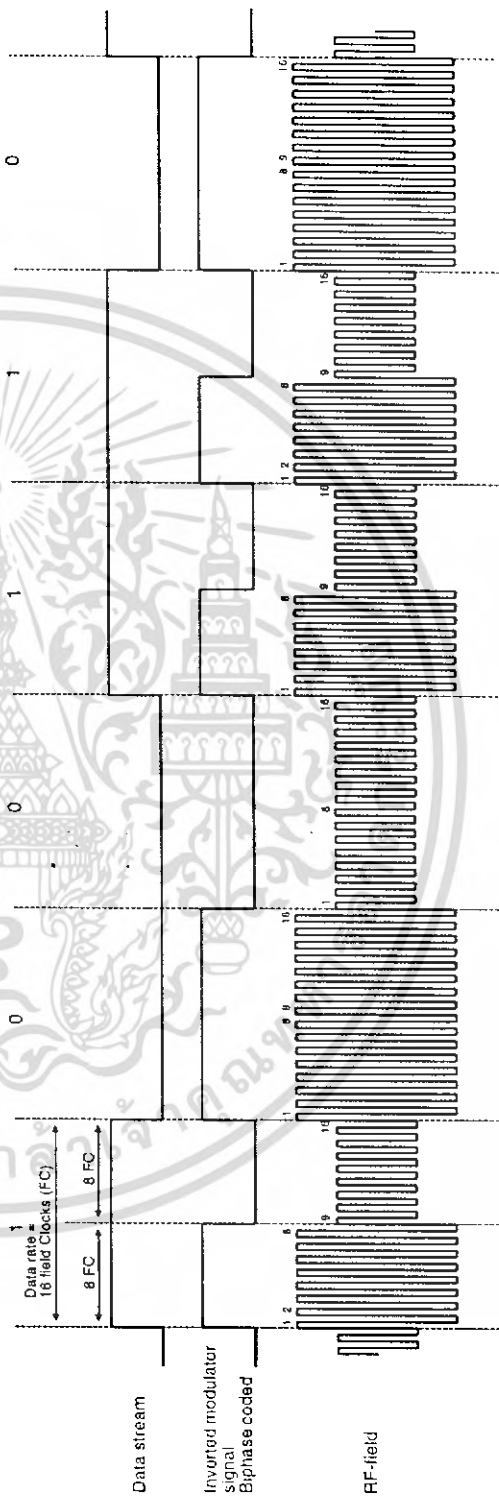


Figure 21. Example: FSK1a Coding with Data Rate RF/40, Subcarrier $f_0 = RF/8$, $f_1 = RF/5$

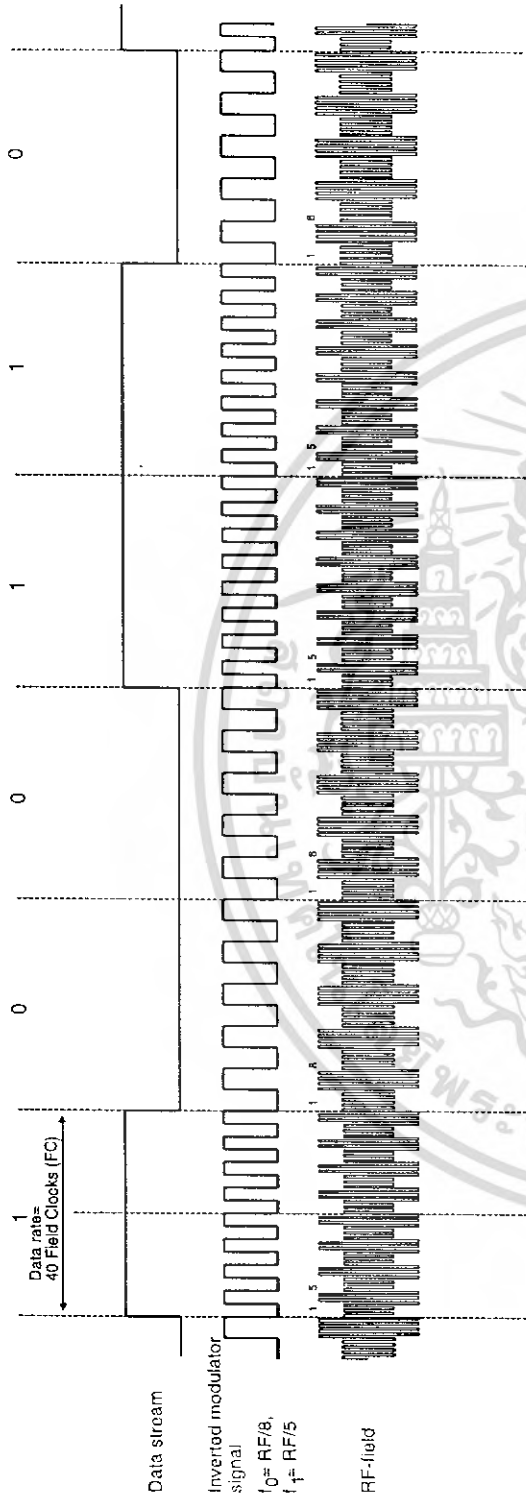


Figure 22. Example of PSK1 Coding with Data Rate RF/16

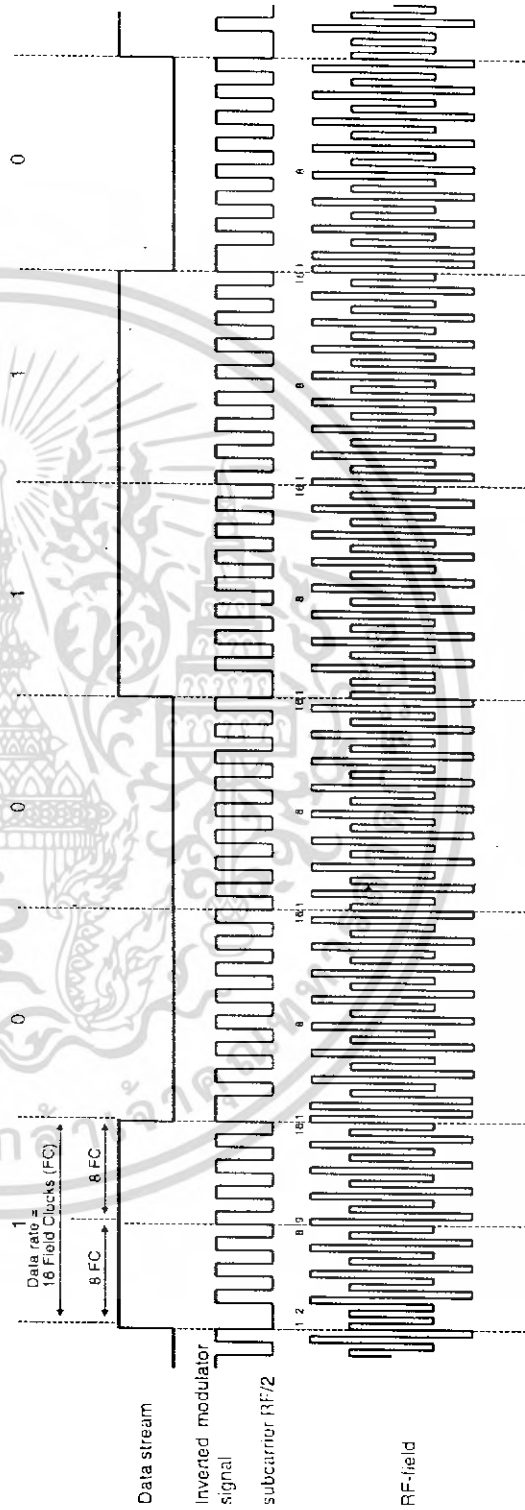


Figure 23. Example of PSK2 Coding with Data Rate RF/16

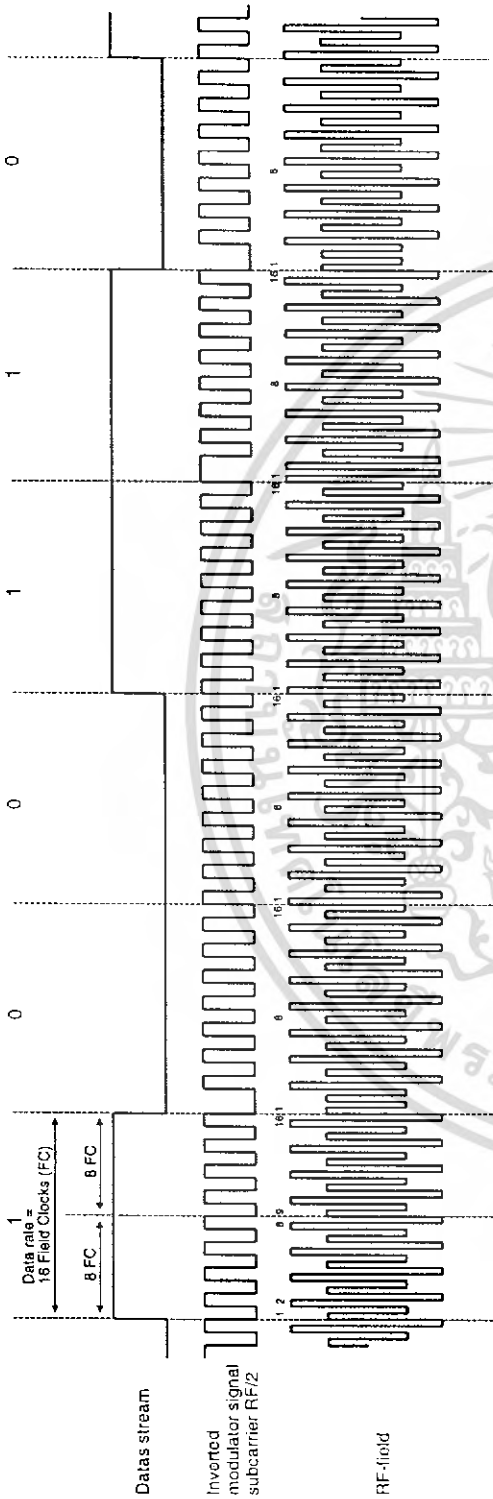
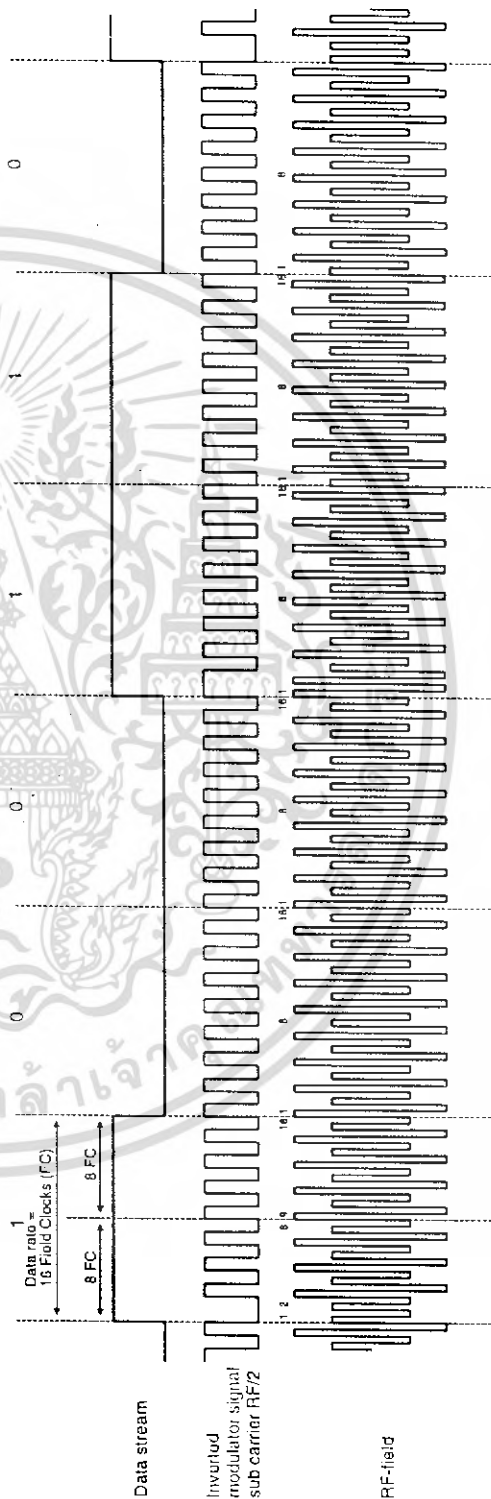


Figure 24. Example of PSK3 Coding with Data Rate RF/16



Absolute Maximum Ratings

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Parameters	Symbol	Value	Unit
Maximum DC current into Coil 1/Coil 2	I_{coil}	20	mA
Maximum AC current into Coil 1/Coil 2 $f = 125$ kHz	$I_{coil p}$	20	mA
Power dissipation (dice) (free-air condition, time of application: 1 s)	P_{tot}	100	mW
Electrostatic discharge maximum to MIL-Standard 883 C method 3015	V_{max}	4000	V
Operating ambient temperature range	T_{amb}	-40 to +85	°C
Storage temperature range (data retention reduced)	T_{stg}	-40 to +150	°C

Electrical Characteristics

$T_{amb} = +25^{\circ}\text{C}$; $f_{coil} = 125$ kHz; unless otherwise specified

No.	Parameters	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Type*
1	RF frequency range		f_{RF}	100	125	150	kHz	
2.1	Supply current (without current consumed by the external LC tank circuit)	$T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}^{(1)}$ (see Figure 24 on page 18)	I_{DD}		1.5	3	μA	T
2.2		Read – full temperature range			2	4	μA	Q
2.3		Programming full temperature range			25	40	μA	Q
3.1	Coil voltage (AC supply)	POR threshold (50 mV hysteresis)	$V_{coil pp}$	3.2	3.6	4.0	V	Q
3.2		Read mode and write command ⁽²⁾		6		V_{clamp}	V	Q
3.3		Program EEPROM ⁽²⁾		8		V_{clamp}	V	Q
4	Start-up time	$V_{coil pp} = 6$ V	$t_{startup}$		2.5	3	ms	Q
5	Clamp voltage	10 mA current into Coil 1/2	V_{clamp}	17		23	V	T

*) Type means: T: directly or indirectly tested during production; Q: guaranteed based on initial product qualification data

- Notes:
- I_{DD} measurement setup $R = 100$ k; $V_{CLK} = V_{coil} = 5$ V; EEPROM programmed to 00 ... 000 (erase all); chip in modulation defeat. $I_{DD} = (V_{OUTmax} - V_{CLK})/R$
 - Current into Coil 1/Coil 2 is limited to 10 mA. The damping circuitry has the same structure as the e5550. The damping characteristics are defined by the internally limited supply voltage (= minimum AC coil voltage)
 - V_{mod} measurement setup: $R = 2.3$ k; $V_{CLK} = 3$ V; setup with modulation enabled (see Figure 25 on page 20).
 - Since EEPROM performance is influenced by assembly processes, Atmel confirms the parameters for DOW (tested dice on uncutted wafer) delivery.
 - The tolerance of the on-chip resonance capacitor C_r is $\pm 10\%$ at 3σ over whole production. The capacitor tolerance is $\pm 3\%$ at 3σ on a wafer basis.
 - The tolerance of the microcodule resonance capacitor C_r is $\pm 5\%$ at 3σ over whole production.



Electrical Characteristics

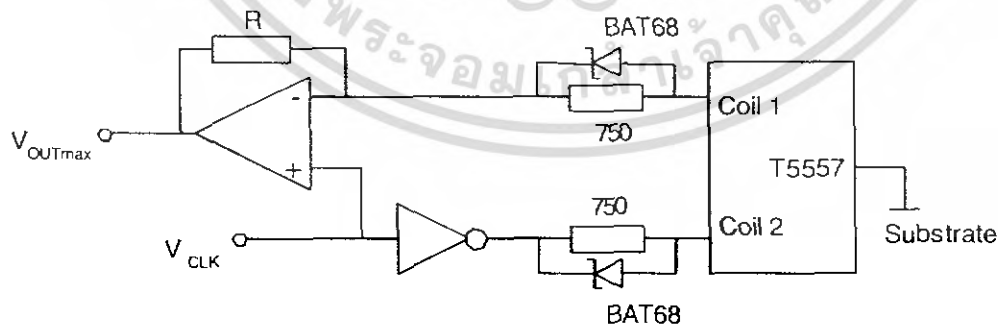
$T_{amb} = +25^{\circ}C$; $f_{coil} = 125\text{ kHz}$; unless otherwise specified

No.	Parameters	Test Conditions	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Type*
6.1	Modulation parameters	$V_{coilpp} = 6\text{ V}$ on test circuit generator and modulation ON ⁽³⁾	V_{modpp}		4.2	4.8	V	T
6.2			I_{modpp}	400	600	μA	T	
6.3			Thermal stability	V_{mod}/T_{amb}		-6	$\text{mV}/^{\circ}\text{C}$	Q
7	Programming time	From last command gap to re-enter read mode (64 + 648 internal clocks)	T_{prog}	5	5.7	6	ms	T
8	Endurance	Erase all / Write all ⁽⁴⁾	n_{cycle}	100000			Cycles	Q
9.1	Data retention	$T_{op} = 55^{\circ}\text{C}$ ⁽⁴⁾	$t_{retention}$	10	20	50	Years	
9.2		$T_{op} = 150^{\circ}\text{C}$ ⁽⁴⁾	$t_{retention}$	96			hrs	T
9.3		$T_{op} = 250^{\circ}\text{C}$ ⁽⁴⁾	$t_{retention}$	24			hrs	Q
10	Resonance capacitor	Mask option ⁽⁵⁾	C_r	70	78	86	pF	T
11.1	Microdual capacitor parameters	Capacitance tolerance T_{amb}	C_r	313.5	330	346.5	pF	T
11.2		Temperature coefficient	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD
11.3			TBD	TBD	TBD	TBD	TBD	TBD

*) Type means: T: directly or indirectly tested during production; Q: guaranteed based on initial product qualification data

- Notes:
- I_{DD} measurement setup $R = 100\text{ k}$; $V_{CLK} = V_{coil} = 5\text{ V}$; EEPROM programmed to 00 ... 000 (erase all); chip in modulation defeat. $I_{DD} = (V_{OUTmax} - V_{CLK})/R$
 - Current into Coil 1/Coil 2 is limited to 10 mA. The damping circuitry has the same structure as the e5550. The damping characteristics are defined by the internally limited supply voltage (= minimum AC coil voltage)
 - V_{mod} measurement setup: $R = 2.3\text{ k}$; $V_{CLK} = 3\text{ V}$; setup with modulation enabled (see Figure 25 on page 20).
 - Since EEPROM performance is influenced by assembly processes, Atmel confirms the parameters for DOW (tested dice on uncutted wafer) delivery.
 - The tolerance of the on-chip resonance capacitor C_r is $\pm 10\%$ at 3σ over whole production. The capacitor tolerance is $\pm 3\%$ at 3σ on a wafer basis.
 - The tolerance of the microdual resonance capacitor C_r is $\pm 5\%$ at 3σ over whole production.

Figure 25. Measurement Setup for I_{DD} and V_{mod}



Ordering Information⁽²⁾

T 5 5 5 7	a b	M c c	- x x x	Package	Drawing
				- DDW - Dice on wafer, 6" un-sawn wafer, thickness 300 µm - DDT - Dice in Tray (waffle pack), thickness 300 µm - DBW - Dice on solder bumped wafer, thickness 390 µm Sn63Pb37 on 5 µm Ni/Au, height 70 µm - TAS - SO8 Package - PAE - MOA2 Micro-Module	see Figure 27 on page 23 see Figure 28 on page 23 see Figure 31 on page 26 see Figure 29 on page 24
				Customer ID⁽¹⁾ - Atmel standard (corresponds to "00") M01 - Customer 'X' unique ID code ⁽¹⁾	
				11 - 2 Pads without on-chip C 14 - 4 Pads with on-chip 75 pF 15 - Micro - Module with 330 pF 01 - 2 Pads without C; Damping during initialisation	see Figure 26 on page 22 see Figure 27 on page 23 see Figure 29 on page 24 see Figure 26 on page 22

- Notes: 1. Unique customer ID code programming according to Figure 5 is linked to a minimum order quantity of 1 Mio parts per year.
 2. For available order codes refer to Atmel Sales/Marketing.

Ordering Examples
 Recommended)

T555711-DDW Tested dice on unsawn 6" wafer, thickness 300 µm, no on-chip capacitor, no damping during POR initialisation; especially for ISO 11784/785 and access control applications

Available Order Codes

T555711-DDW, DDT, TAS
 T555714-DDW, DBW, TAS
 T555715-PAE





Read/Write analog front end for 125kHz RFID Basestation

Description

The EM4095 (previously named P4095) chip is a CMOS integrated transceiver circuit intended for use in an RFID basestation to perform the following functions:

- antenna driving with carrier frequency
- AM modulation of the field for writable transponder
- AM demodulation of the antenna signal modulation induced by the transponder

communicate with a microprocessor via simple interface.

- Data transmission by Amplitude Modulation with externally adjustable modulation index using single ended driver
- Multiple transponder protocol compatibility (Ex: EM400X, EM4050, EM4150, EM4070, EM4170, EM4069 .)
- Sleep mode 1µA
- USB compatible power supply range
- 40 to +85°C temperature range
- Small outline plastic package SO16

Features

- Integrated PLL system to achieve self adaptive carrier frequency to antenna resonant frequency
- No external quartz required
- 100 to 150 kHz carrier frequency range
- Direct antenna driving using bridge drivers
- Data transmission by OOK (100% Amplitude Modulation) using bridge driver

Applications

- Car immobiliser
- Hand held reader
- Low cost reader

Typical Operating Configuration

Read Only Mode

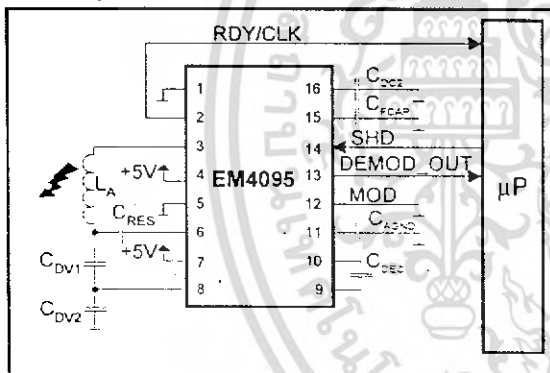


Fig. 1

Pin Assignment

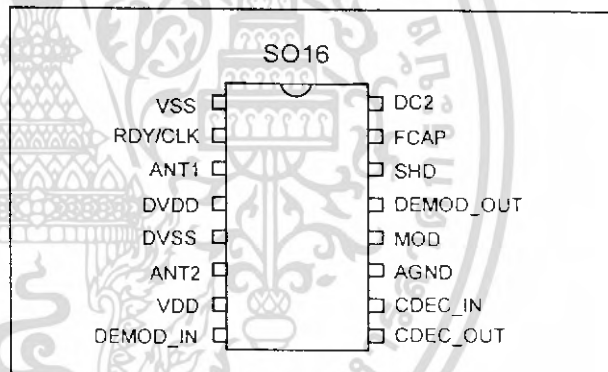


Fig. 3

Read/Write Mode

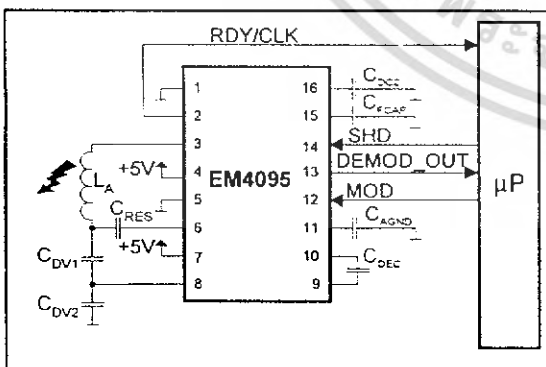


Fig. 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



EM4095

System principle

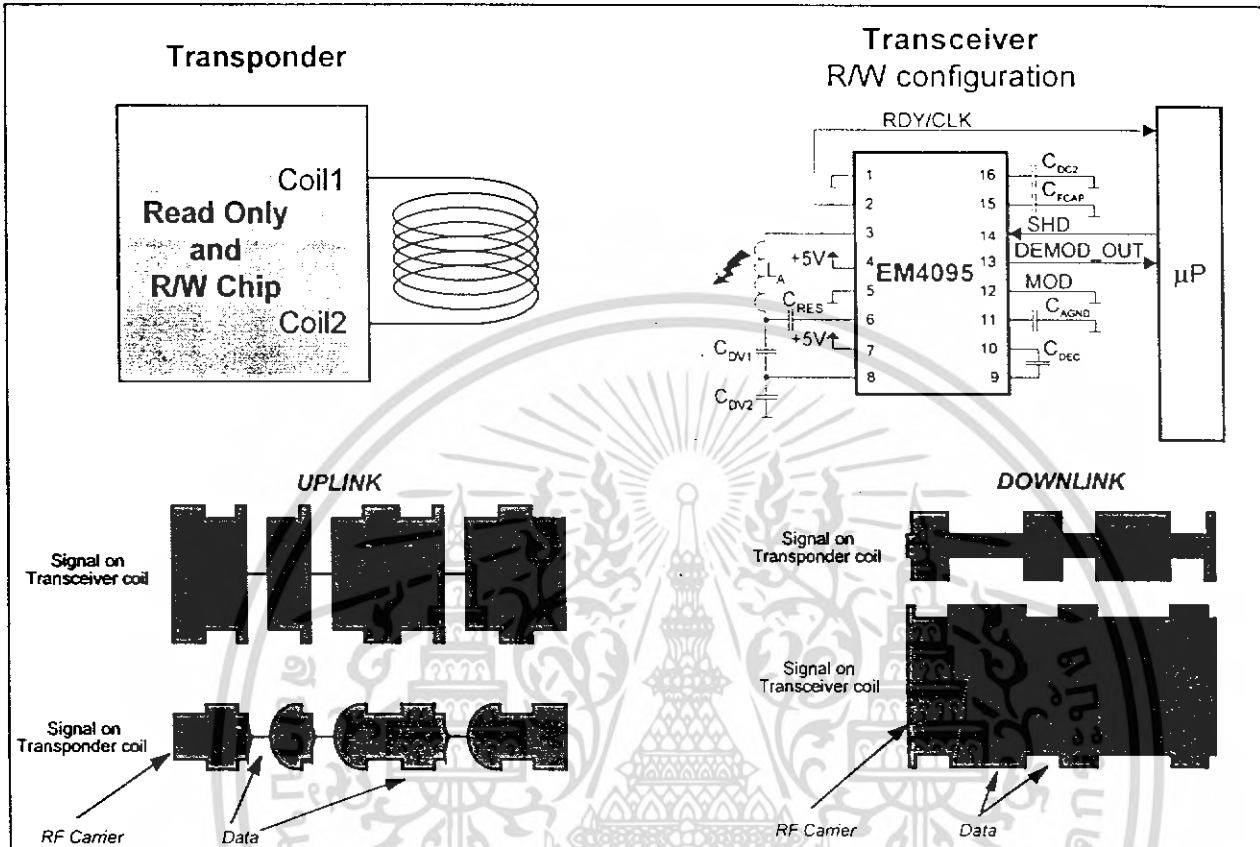


Fig. 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



EM4095

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Conditions
Storage temperature	T_{STO}	-55 to +150°C
Maximum voltage at V _{DD}	V_{DDmax}	V _{SS} +6V
Minimum voltage at V _{DD}	V_{DDmin}	V _{SS} -0.3V
Max. voltage other pads	V_{MAX}	V _{DD} +0.3V
Min. voltage other pads	V_{MIN}	V _{SS} -0.3V
Max. junction temperature	T_{JMAX}	+125°C
Electrostatic discharge max. to MIL-STD-883C method 3015 against V _{SS}	V_{ESD}	4000V
Electrostatic discharge max. to MIL-STD-883C method 3015 (only for pins ANT1 and ANT2) against V _{SS}	V_{ESD_ANT}	10000V
Maximum Input/Output current on all pads except V _{DD} , V _{SS} , DV _{DD} , DV _{SS} , ANT1, ANT2, RDY/CLK	I_{IMAX} I_{OMAX}	10mA
Maximum AC peak current on ANT1 and ANT2 pads 100 kHz duty cycle 50%	I_{ANTmax}	300mA

Stresses above these listed maximum ratings may cause permanent damages to the device. Exposure beyond specified operating conditions may affect device reliability or cause malfunction.

Handling Procedures

This device has built-in protection against high static voltages or electric fields; however, anti-static precautions must be taken as for any other CMOS component. Unless otherwise specified, proper operation can only occur when all terminal voltages are kept within the voltage range. Unused inputs must always be tied to a defined logic voltage level.

Operating Conditions

Parameter	Symb	Min	Typ	Max	Units
Operating junction temperature	T_J	-40		+110	°C
Supply voltage	V_{DD}	4.1	5	5.5	V
Antenna circuit resonant frequency	F_{RES}	100	125	150	kHz
AC peak current on ANT1 & ANT2 pads	I_{ANT}			250	mA
C _{FCAP}		*	10	*	nF
C _{DEC}		*	100	*	nF
C _{DC2}		*	6.80	*	nF
C _{AGND}		100		220	nF
Package thermal resistor SO16	R_{th-Ja}	69	70	71	°C/W

* ±10% tolerance capacitors should be used

** According to 1S2P JEDEC test board

Due to antenna driver current the internal junction temperature is higher than ambient temperature. Please calculate ambient temperature range from max. antenna current and package Thermal Resistor. It is the user's responsibility to guarantee that T_J remains below 110°C.

Supply voltage (V_{DD} and DV_{DD} pads) must be blocked by a 100nF capacitor (to V_{SS}) as close as possible to the chip



EM4095

Electrical and Switching Characteristics:

Parameters specified below are valid only in case the device is used according to Operating Conditions defined on previous page.

$V_{SS}=D_{VSS}=0V$, $V_{DD}=D_{VDD}=5V$, $T_j = -40$ to $110^{\circ}C$, unless otherwise specified

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
Supply current in sleep mode	$I_{DDsleep}$			1	2	μA
Supply current excluding drivers current	I_{DDon}			5	7	mA
AGND level	V_{AGND}	Note 1	2.35	2.5	2.65	V
<i>Logic signals SHD, MOD, DEMOD_OUT</i>						
Input logic high	V_{IH}		$0.8V_{DD}$			V
Input logic low	V_{IL}				$0.2V_{DD}$	V
Output logic high	V_{OH}	$I_{SOURCE}=1mA$	$0.9V_{DD}$			V
Output logic low	V_{OL}	$I_{SINK}=1mA$			$0.1V_{DD}$	V
MOD pull down resistor	R_{PD}	$0.2V_{DD}$	20	50	90	k Ω
SHD pull up resistor	R_{PU}	$0.8V_{DD}$	20	50	90	k Ω
<i>PLL</i>						
Antenna capture frequency range	F_{ANT_C}		100		150	kHz
Antenna locking frequency range	F_{ANT_L}		100		150	kHz
<i>Drivers</i>						
ANT drivers output resistance	R_{AD}	$I_{ANT}=100mA$		3	9	Ω
RDY/CLK driver output resistance	R_{CL}	$I_{RDY/CLK}=10mA$		12	36	Ω
<i>AM demodulation</i>						
DEMOD_IN common mode range	V_{CM}		$V_{SS} + 0.5$		$V_{DD} - 0.5$	V
DEMOD_IN input sensitivity	V_{sense}	Note 2		0.85	2	mVpp

Note 1: $AGND$ is a EM4095 internal reference point. Any external connection except specified capacitor to V_{SS} may lead to device malfunction.

Note 2: Modulating signal 2Khz square wave on 125 kHz carrier, total signal inside V_{CM}



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



EM4095

Timing Characteristics:

Parameters specified below are valid only in case the device is used according to Operating Conditions defined on previous page.

$V_{SS}=D_{VSS}=0V$, $V_{DD}=D_{VDD}=5V$

Parameter	Symbol	Test Conditions	Typ	Max	Units
Set-up time after a sleep period	T_{set}		25	35	ms
Time from full power to modulation state	T_{mdon}	antenna circuit specifications: $Q=15, F_{RES}=125KHz$		50	μs
AM demodulation: Delay time from input to output	T_{pd}	modulation index: 100% Modulating signal 2KHz square wave 10mVpp	40	100	μs
Recovery time of reception after antenna modulation	T_{rec}	Note 1	400	500	μs

Note 1: RF period is time of one period transmitted on ANT outputs (at 125 kHz $8\mu s$). T_{rec} after antenna modulation receiver chain is ready to demodulate. The condition is of course that the amplitude on antenna has already reached its steady state by that time (this depends on Q of antenna). See also Application Notes.

Block Diagram

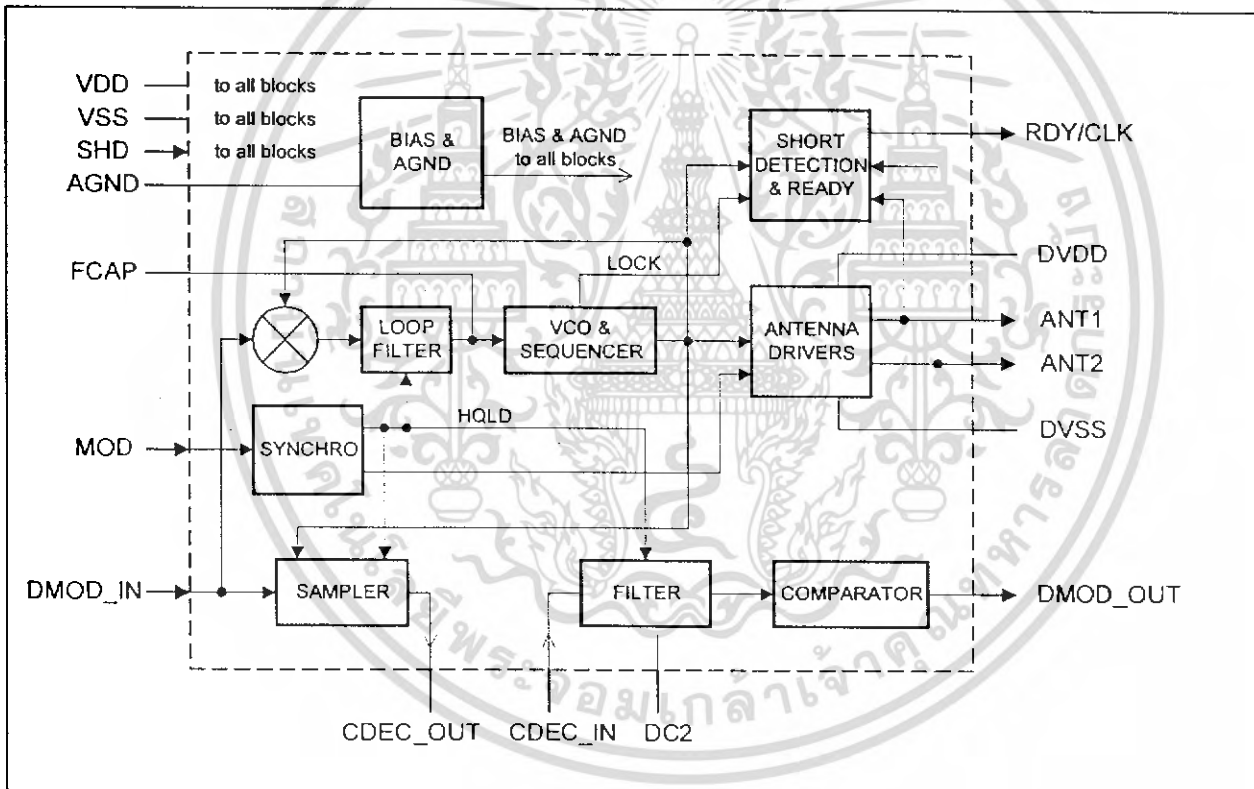


Fig. 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



EM4095

Functional Description

General

The EM4095 is intended to be used with an attached antenna circuit and a microcontroller. Few external components are needed to achieve DC and RF filtering, current sensing and power supply decoupling.

A stabilised power supply has to be provided. Please refer to EM4095 Application Notes for advice.

Device operation is controlled by logic inputs SHD and MOD. When SHD is high EM4095 is in sleep mode, current consumption is minimised. At power up the input SHD has to be high to enable correct initialisation. When SHD is low the circuit is enabled to emit RF field, it starts to demodulate any amplitude modulation (AM) signal seen on the antenna. This digital signal coming from the AM demodulation block is provided through DEMOD_OUT pin to the microcontroller for decoding and processing.

High level on MOD pin forces in tri-state the main antenna drivers synchronously with the RF carrier. While MOD is high the VCO and AM demodulation chain are kept in state before the MOD went high. This ensures fast recovery after MOD is released. The switching ON of VCO and AM demodulation is delayed by 41 RF clocks after falling edge on MOD. In this way the VCO and AM demodulation operating points are not perturbed by start-up of antenna resonant circuit.

Analog Blocks

The circuit performs the two functions of an RFID basestation, namely: transmission and reception. Transmission involves antenna driving and AM modulation of the RF field. The antenna drivers deliver a current into the external antenna to generate the magnetic field.

Reception involves the AM demodulation of the antenna signal modulation induced by the transponder. This is achieved by sensing the absorption modulation applied by the tag (transponder).

Transmission

Referring to the block diagram, transmission is achieved by a Phase Locked Loop (PLL) and the antenna drivers.

Drivers

The antenna drivers supply the reader basestation antenna with the appropriate energy. They deliver current at the resonant frequency which is typically 125 kHz. Current delivered by drivers depends on Q of external resonant circuit.

It is strongly recommended that design of antenna circuit is done in a way that maximum peak current of 250 mA is never exceeded (see Typical Operating Configuration for antenna current calculation). Another limiting factor for antenna current is Thermal Convection of package. Maximum peak current should be designed in a way that internal junction temperature does not exceed maximum junction temperature at maximum application ambient temperature. 100% modulation (field stop) is done by switching OFF the drivers. The ANT drivers are protected against antenna DC short circuit to the power supplies. When a short circuit has been detected the RDY/CLK pin is pulled low while the main driver is forced in tri-state. The circuit can be restarted by activating the SHD pin.

Phase locked loop

The PLL is composed of the loop filter, the Voltage Controlled Oscillator (VCO), and the phase comparator blocks. By using an external capacitive divider, pin DEMOD_IN gets information about the actual high voltage signal on antenna.

Phase of this signal is compared with the signal driving antenna drivers. Therefore the PLL is able to lock the carrier frequency to the resonant frequency of the antenna. Depending on the antenna type the resonant frequency of the system can be anywhere in the range from 100 kHz to 150 kHz. Wherever the resonant frequency is in this range it will be maintained by the Phase Lock Loop.

Reception

The demodulation input signal for the reception block is the voltage sensed on the antenna. DEMOD_IN pin is also used as input to Reception chain. The signal level on the DEMOD_IN input must be lower than $VDD-0.5V$ and higher than $VSS+0.5V$. The input level is adjusted by the use of an external capacitive divider. Additional capacitance of divider must be compensated by accordingly smaller resonant capacitor. The AM demodulation scheme is based on the "AM Synchronous Demodulation" technique.

The reception chain is composed of sample and hold, DC offset cancellation, bandpass filter and comparator. DC voltage of signal on DEMOD_IN is set to AGND by internal resistor. The AM signal is sampled, the sampling is synchronised by a clock from VCO. Any DC component is removed from this signal by the CDEC capacitor. Further filtering to remove the remaining carrier signal, high and low frequency noise is made by second order highpass filter and CDC2. The amplified and filtered receive signal is fed to asynchronous comparator. Comparator output is buffered on output pin DEMOD_OUT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



EM4095

Signal RDY/CLK

This signal provides the external microprocessor with clock signal which is synchronous with the signal on ANT1 and with information about EM4095 internal state. Clock signal synchronous with ANT1 indicates that PLL is in lock and that Reception chain operation point is set. When SHD is high RDY/CLK pin is forced low. After high to low transition on SHD the PLL starts-up, and the reception chain is switched on. After time T_{SET} the PLL is locked and reception chain operation point has been established. At this moment the same signal which is being transmitted to ANT1 is also put to RDY/CLK pin indicating to microprocessor that it can start observing signal on DEMOD_OUT and giving at the same time reference clock signal. Clock on RDY/CLK pin is continuous, it is also present during time the ANT drivers are OFF due to high level on MOD pin. During the time T_{SET} from high to low transition on SHD pin RDY/CLK pin is pulled down by 100 k Ω pull down resistor. The reason for this is in additional functionality of RDY/CLK pin in case of AM modulation with index which is lower than 100%. In that case it is used as auxiliary driver which maintains lower amplitude on coil during modulation. (see also Typical Operating Configuration)

Remark: Please refer to AN4095 for external components calculation and limits.

Typical Operating Configuration

Read Only Mode

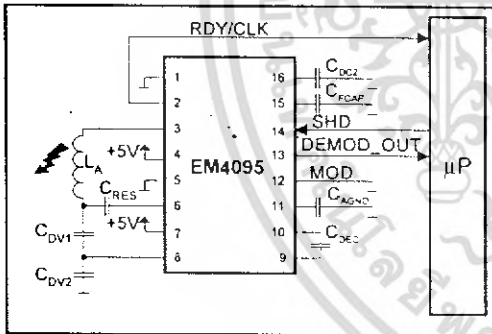


Fig. 6

Read/Write mode (Low Q factor antenna)

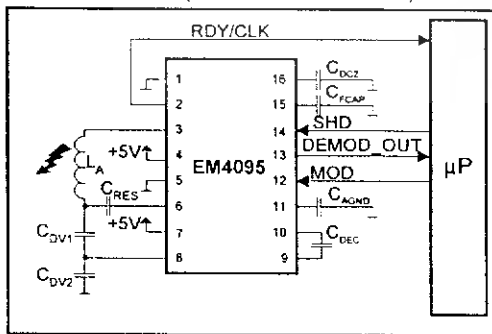


Fig. 7

Read/Write mode (High Q factor antenna)

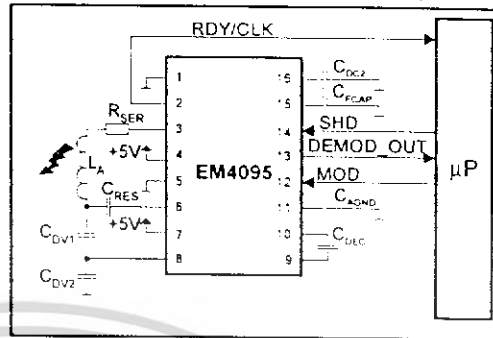


Fig. 8

Read/Write mode (AM modulation)

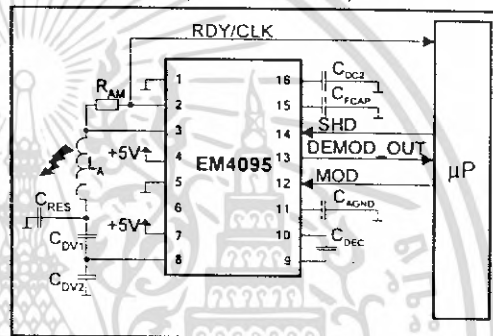


Fig. 9

Figure 6 presents EM4095 used in Read Only mode. Pin MOD is not used. It is recommended to connect it to VSS.

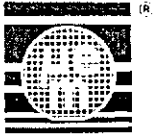
Figure 7 presents typical RW configuration for OOK communication protocol reader to transponder (eg. EM4150). It is recommended to be used with low Q factor antennas (up to 15).

When the antenna quality is high using configuration of figure 6 or 7 the voltage on antenna can arrive in the range of few hundred volts and antenna peak current may exceed its maximum value. In such a case the capacitive divider ratio has to be high thus limiting the sensitivity. For such case it is better to reduce antenna circuit quality by adding serial resistor. In this way the antenna current is lower and thus power dissipation of IC is reduced with practically the same performance (Fig. 8).

In the case AM modulation communication protocol reader to transponder (eg. EM4069) is needed a single ended configuration has to be used (figure 9). When pin MOD is pulled high driver on ANT1 is put in three state, driver RDY/CLK continues driving thus maintaining lower antenna current. Modulation index is adjusted by resistor R_{AM} . As mentioned above RDY/CLK signal becomes active only after the demodulation chain operating point is set.

Before it is pulled down by high impedance pull down resistor (100 k Ω) in order not to load ANT1 output. In the case of AM modulation configuration the total antenna current change at the moment RDY/CLK pin becomes active, so external microprocessor has to wait another T_{SET} before it can start observing DEMOD_OUT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ... ต้องการอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร... การค้า



EM4095

Read Only mode with external peak detector

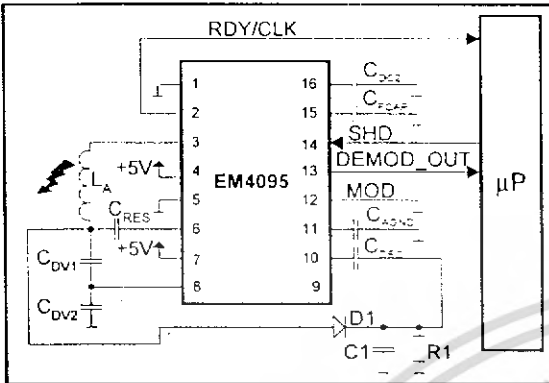


Fig. 10

As mentioned above for high Q antennas the voltage on antenna is high and read sensitivity is limited by demodulator sensitivity due to capacitive divider. Read sensitivity (and thus reading range) can be increased by using external envelope detector circuit. Input is taken on antenna high voltage side output is directly fed to CDEC_IN pin. However, the capacitor divider is still needed for PLL locking. Such configuration is shown in figure 5, the envelope detector is formed by three components: D1, R1 and C1.

The configuration presented in figure 9 may also be used for read write applications but it has a drawback in the case fast recovery of reading is needed after communication reader to transponder is finished. The reason is in fact that DC voltage after diode D1 is lost during modulation and it takes very long time before it is established again.

Read/Write mode with external peak detector

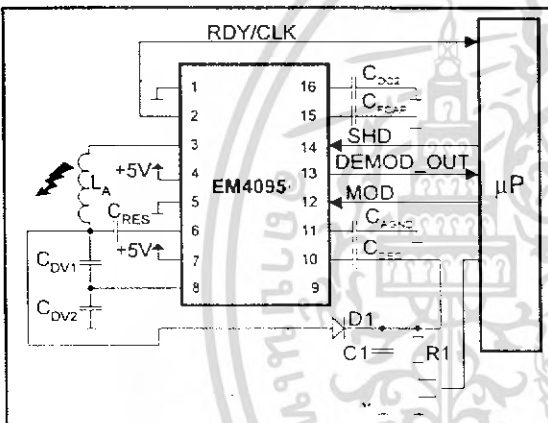
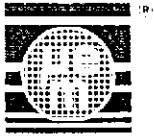


Fig. 11

Figure 10 presents a solution to that problem. A high voltage NMOS transistor blocks the discharge path during modulation, so operating point is preserved. The signal controlling NMOS gate has to be put low synchronously with signal MOD, but it can be put high only after the amplitude on antenna has recovered after modulation.

PCB Layout

Refer to "EM4095 Application Note" (App. Note 404)



EM4095

Pin Description

SOIC 16 package

Pin	Name	Description	Type
1	V _{SS}	Negative power supply (substrate)	GND
2	RDY/CLK	Ready flag and clock output, driver for AM modulation	O
3	ANT1	Antenna driver	O
4	D _{VDD}	Positive power supply for antenna drivers	PWR
5	D _{VSS}	Negative power supply for antenna drivers	GND
6	ANT2	Antenna driver	O
7	V _{DD}	Positive power supply	PWR
8	DEMOD_IN	Antenna sensing voltage	ANA
9	CDEC_OUT	DC blocking capacitor connection « out »	ANA
10	CDEC_IN	DC blocking capacitor connection « in »	ANA
11	A _{GND}	Analog ground	ANA
12	MOD	A High level voltage modulates the antenna	IPD
13	DEMOD_OUT	Digital signal representing the AM seen on the antenna	O
14	SHD	A High level voltage forces the circuit into sleep mode	IPU
15	FCAP	PLL Loop filter capacitor	ANA
16	DC2	DC decoupling capacitor	ANA

GND: reference ground PWR: power supply ANA: analog signal
 IPD: input with internal pull down IPU: input with internal pull up O: output

Package and Ordering Information

Dimensions of SOIC 16 Package (table in millimeters)

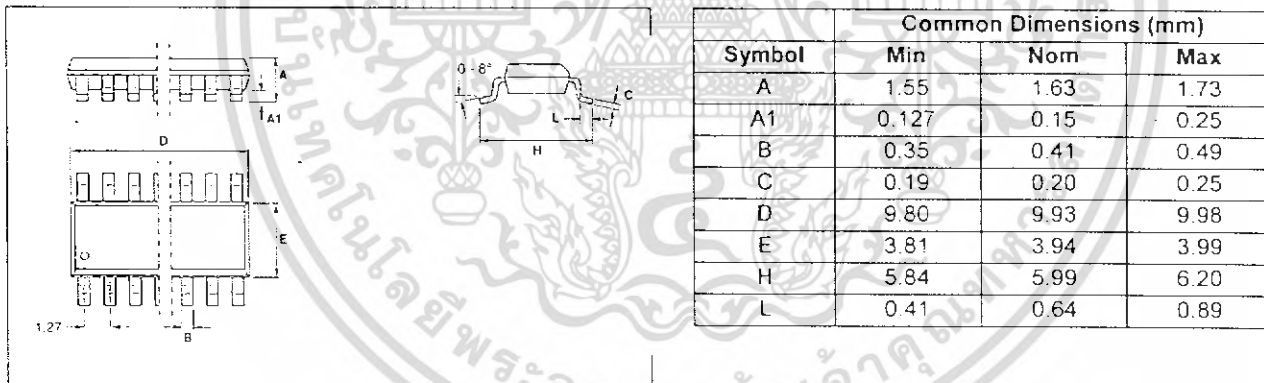


Fig. 12

Ordering Information

Please make sure to give the complete part number when ordering.
 The EM4095 is available in the following package:

Part Number	Package	Delivery Form
EM4095HMSO16A	SOIC 16 package	stick

Product Support

Check our Web Site under Products/RF Identification section.
 Questions can be sent to cid@emmicroelectronic.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



Appendix

Equations

Antenna resonant frequency f_0 :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_A C_0}} \quad (1)$$

Where C_0 is resonant capacitor composed of C_{RES} , C_{DV1} and C_{DV2} :

$$C_0 = C_{RES} + \frac{C_{DV1} * C_{DV2}}{C_{DV1} + C_{DV2}} \quad (2)$$

Usually antenna coil is specified by its inductance (L_A) and Q factor (Q_A). Serial resistance of antenna is defined by following equation:

$$R_{ANT} = \frac{2\pi f_0 L_A}{Q_A} \quad (3)$$

The equations which follow are valid for bridge configuration as defined on Figures 1, 2 and 3. For figures 1 and 2 R_{SER} has to be considered 0.

The AC current amplitude at resonant frequency is defined as follows:

$$I_{ANT} = \frac{4}{\pi} \frac{V_{dd} - V_{ss}}{R_{ANT} + R_{SER} + 2R_{AD}} \quad (4)$$

RMS antenna current (important for power dissipation calculation):

$$I_{RMS} = \frac{I_{ANT}}{\sqrt{2}} \quad (5)$$

Peak to peak voltage on antenna is defined by following equation:

$$V_{ANTPP} = \frac{I_{ANT}}{\pi f_0 C_0} \quad (6)$$

To ensure correct operation of the AM demodulation chain, the AC peak to peak voltage on DEMOD_IN pin (V_{DMOD_INpp}) has to be inside common mode range. Once peak to peak voltage on antenna is known the capacitor divider division factor can be calculated:

$$V_{DMOD_INpp} = V_{ANTPP} \frac{C_{DV1}}{C_{DV1} + C_{DV2}} \quad (7)$$

Power dissipation is composed of power dissipated on ANT drivers and internal power consumption:

$$P = 2 \cdot I_{RMS}^2 \cdot R_{AD} + I_{DDon} (V_{DD} - V_{SS}) \quad (7)$$

Temperature increase of die due to power dissipation is:

$$\Delta T = P \cdot R_{Th} \quad (8)$$

Where R_{Th} is Package thermal resistor.

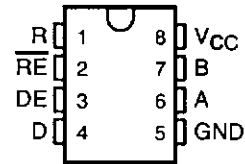
EM Microelectronic-Marlin SA cannot assume responsibility for use of any circuitry described other than circuitry entirely embodied in an EM Microelectronic-Marlin SA product. EM Microelectronic-Marlin SA reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time. You are strongly urged to ensure that the information given has not been superseded by a more up-to-date version.

SN65176B, SN75176B DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVERS

SLLS101D – JULY 1985 – REVISED APRIL 2003

- Bidirectional Transceivers
- Meet or Exceed the Requirements of ANSI Standards TIA/EIA-422-B and TIA/EIA-485-A and ITU Recommendations V.11 and X.27
- Designed for Multipoint Transmission on Long Bus Lines in Noisy Environments
- 3-State Driver and Receiver Outputs
- Individual Driver and Receiver Enables
- Wide Positive and Negative Input/Output Bus Voltage Ranges
- Driver Output Capability . . . ± 60 mA Max
- Thermal Shutdown Protection
- Driver Positive and Negative Current Limiting
- Receiver Input Impedance . . . 12 k Ω Min
- Receiver Input Sensitivity . . . ± 200 mV
- Receiver Input Hysteresis . . . 50 mV Typ
- Operate From Single 5-V Supply

SN65176B . . . D OR P PACKAGE
SN75176B . . . D, P, OR PS PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The SN65176B and SN75176B differential bus transceivers are integrated circuits designed for bidirectional data communication on multipoint bus transmission lines. They are designed for balanced transmission lines and meet ANSI Standards TIA/EIA-422-B and TIA/EIA-485-A and ITU Recommendations V.11 and X.27.

The SN65176B and SN75176B combine a 3-state differential line driver and a differential input line receiver, both of which operate from a single 5-V power supply. The driver and receiver have active-high and active-low enables, respectively, that can be connected together externally to function as a direction control. The driver differential outputs and the receiver differential inputs are connected internally to form differential input/output (I/O) bus ports that are designed to offer minimum loading to the bus when the driver is disabled or $V_{CC} = 0$. These ports feature wide positive and negative common-mode voltage ranges, making the device suitable for party-line applications.

ORDERING INFORMATION

TA	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (P)	Tube of 50	SN75176BP	75176B
	SOIC (D)	Tube of 75	SN75176BD	
		Reel of 2500	SN75176BDR	A176B
-40°C to 105°C	PDIP (P)	Tube of 50	SN65176BP	SN65176BP
	SOIC (D)	Tube of 75	SN65176BD	65176B
		Reel of 2500	SN65176BDR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated
On products compliant to MIL-PRF-38535, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN65176B, SN75176B DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVERS

SLLS101D – JULY 1985 – REVISED APRIL 2003

description/ordering information (continued)

The driver is designed for up to 60 mA of sink or source current. The driver features positive and negative current limiting and thermal shutdown for protection from line-fault conditions. Thermal shutdown is designed to occur at a junction temperature of approximately 150°C. The receiver features a minimum input impedance of 12 kΩ, an input sensitivity of ±200 mV, and a typical input hysteresis of 50 mV.

The SN65176B and SN75176B can be used in transmission-line applications employing the SN75172 and SN75174 quadruple differential line drivers and SN75173 and SN75175 quadruple differential line receivers.

Function Tables

DRIVER

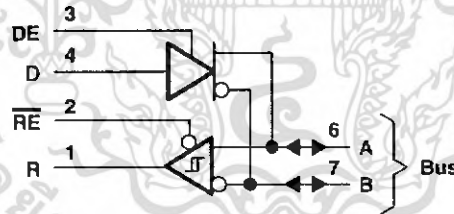
INPUT D	ENABLE DE	OUTPUTS	
		A	B
H	H	H	L
L	H	L	H
X	L	Z	Z

RECEIVER

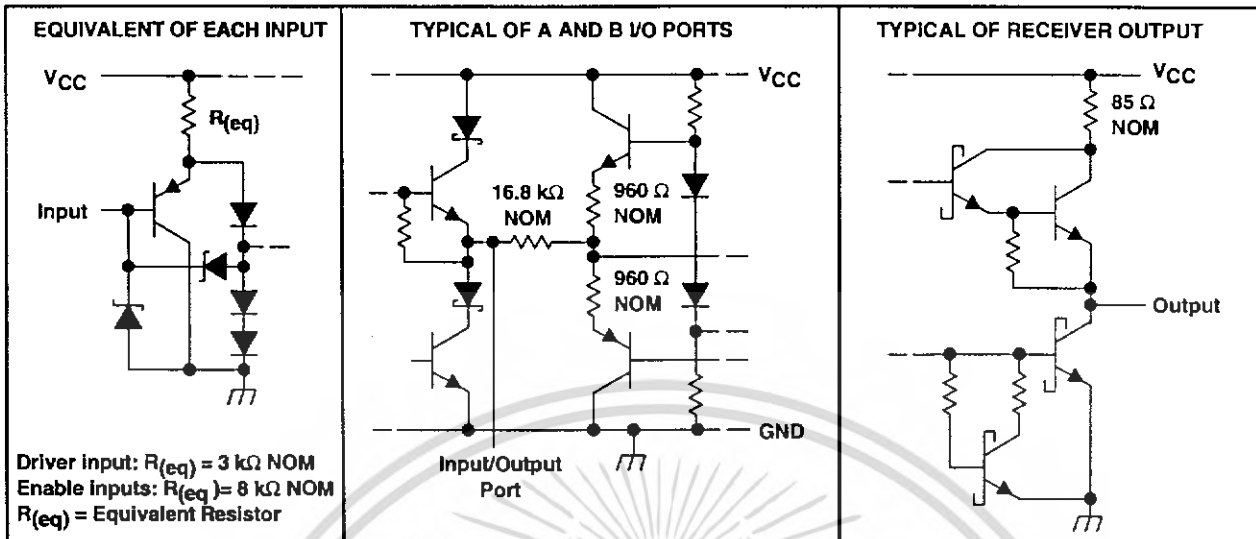
DIFFERENTIAL INPUTS A-B	ENABLE \overline{RE}	OUTPUT R
$V_{ID} \geq 0.2 V$	L	H
$-0.2 V < V_{ID} < 0.2 V$	L	?
$V_{ID} \leq -0.2 V$	L	L
X	H	Z
Open	L	?

H = high level, L = low level, ? = indeterminate,
X = irrelevant, Z = high impedance (off)

logic diagram (positive logic)



schematics of inputs and outputs



absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)	7 V
Voltage range at any bus terminal	-10 V to 15 V
Enable input voltage, V_I	5.5 V
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Notes 2 and 3): D package	97°C/W
P package	85°C/W
PS package	95°C/W
Operating virtual junction temperature, T_J	150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES:
1. All voltage values, except differential input/output bus voltage, are with respect to network ground terminal.
 2. Maximum power dissipation is a function of $T_J(\text{max})$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_J(\text{max}) - T_A) / \theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.
 3. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

SN65176B, SN75176B DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVERS

SLLS101D – JULY 1985 – REVISED APRIL 2003

recommended operating conditions

			MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{CC}	Supply voltage		4.75	5	5.25	V
V _I or V _{IC}	Voltage at any bus terminal (separately or common mode)				12 -7	V
V _{IH}	High-level input voltage	D, DE, and \overline{RE}	2			V
V _{IL}	Low-level input voltage	D, DE, and \overline{RE}			0.8	V
V _{ID}	Differential input voltage (see Note 4)				±12	V
I _{OH}	High-level output current	Driver			-60	mA
		Receiver			-400	µA
I _{OL}	Low-level output current	Driver			60	mA
		Receiver			8	
T _A	Operating free-air temperature	SN65176B	-40		105	°C
		SN75176B	0		70	

NOTE 4: Differential input/output bus voltage is measured at the noninverting terminal A, with respect to the inverting terminal B.



TI TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

DRIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IK} Input clamp voltage	$I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_O Output voltage	$I_O = 0$	0		6	V
V_{OD1} Differential output voltage	$I_O = 0$	1.5	3.6	6	V
V_{OD2} Differential output voltage	$R_L = 100 \Omega$, See Figure 1	$1/2 V_{OD1}$ or 2V			V
	$R_L = 54 \Omega$, See Figure 1	1.5	2.5	5	
V_{OD3} Differential output voltage	See Note 5	1.5		5	V
ΔV_{OD} Change in magnitude of differential output voltage§	$R_L = 54 \Omega$ or 100Ω , See Figure 1			± 0.2	V
V_{OC} Common-mode output voltage	$R_L = 54 \Omega$ or 100Ω , See Figure 1			+3 -1	V
ΔV_{OC} Change in magnitude of common-mode output voltage§	$R_L = 54 \Omega$ or 100Ω , See Figure 1			± 0.2	V
I_O Output current	Output disabled, See Note 6	$V_O = 12 \text{ V}$		1	mA
		$V_O = -7 \text{ V}$		-0.8	
I_{IH} High-level input current	$V_I = 2.4 \text{ V}$			20	μA
I_{IL} Low-level input current	$V_I = 0.4 \text{ V}$			-400	μA
I_{OS} Short-circuit output current	$V_O = -7 \text{ V}$			-250	mA
	$V_O = 0$			-150	
	$V_O = V_{CC}$			250	
	$V_O = 12 \text{ V}$			250	
I_{CC} Supply current (total package)	No load	Outputs enabled	42	70	mA
		Outputs disabled	26	35	

† The power-off measurement in ANSI Standard TIA/EIA-422-B applies to disabled outputs only and is not applied to combined inputs and outputs.

‡ All typical values are at $V_{CC} = 5 \text{ V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$.

§ ΔV_{OD} and ΔV_{OC} are the changes in magnitude of V_{OD} and V_{OC} , respectively, that occur when the input is changed from a high level to a low level.

¶ The minimum V_{OD2} with a $100\text{-}\Omega$ load is either $1/2 V_{OD1}$ or 2 V , whichever is greater.

NOTES: 5. See ANSI Standard TIA/EIA-485-A, Figure 3.5, Test Termination Measurement 2.

6. This applies for both power on and off; refer to ANSI Standard TIA/EIA-485-A for exact conditions. The TIA/EIA-422-B limit does not apply for a combined driver and receiver terminal.

switching characteristics, $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $R_L = 110 \Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_d(\text{OD})$ Differential-output delay time	$R_L = 54 \Omega$, See Figure 3		15	22	ns
$t_t(\text{OD})$ Differential-output transition time	$R_L = 54 \Omega$, See Figure 3		20	30	ns
t_{PZH} Output enable time to high level	See Figure 4		85	120	ns
t_{PZL} Output enable time to low level	See Figure 5		40	60	ns
t_{PHZ} Output disable time from high level	See Figure 4		150	250	ns
t_{PLZ} Output disable time from low level	See Figure 5		20	30	ns



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN65176B, SN75176B DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVERS

SLLS101D – JULY 1985 – REVISED APRIL 2003

SYMBOL EQUIVALENTS

DATA-SHEET PARAMETER	TIA/EIA-422-B	TIA/EIA-485-A
V_O	V_{Oa}, V_{Ob}	V_{Oa}, V_{Ob}
$ V_{OD1} $	V_O	V_O
$ V_{OD2} $	$V_t (R_L = 100 \Omega)$	$V_t (R_L = 54 \Omega)$
$ V_{OD3} $		V_t (test termination measurement 2)
$\Delta V_{OD} $	$ V_t - \bar{V}_t $	$ V_t - \bar{V}_t $
V_{OC}	$ V_{Os} $	$ V_{Os} $
$\Delta V_{OC} $	$ V_{Os} - \bar{V}_{Os} $	$ V_{Os} - \bar{V}_{Os} $
I_{OS}	$ I_{sa} , I_{sb} $	
I_O	$ I_{xa} , I_{xb} $	I_{ia}, I_{ib}

RECEIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of common-mode input voltage, supply voltage, and operating free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT	
V_{IT+} Positive-going input threshold voltage	$V_O = 2.7 \text{ V}, I_O = -0.4 \text{ mA}$			0.2	V	
V_{IT-} Negative-going input threshold voltage	$V_O = 0.5 \text{ V}, I_O = 8 \text{ mA}$	-0.2‡			V	
V_{hys} Input hysteresis voltage ($V_{IT+} - V_{IT-}$)			50		mV	
V_{IK} Enable input clamp voltage	$I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V	
V_{OH} High-level output voltage	$V_{ID} = 200 \text{ mV}, I_{OH} = -400 \mu\text{A},$ See Figure 2		2.7		V	
V_{OL} Low-level output voltage	$V_{ID} = -200 \text{ mV}, I_{OL} = 8 \text{ mA},$ See Figure 2			0.45	V	
I_{OZ} High-impedance-state output current	$V_O = 0.4 \text{ V to } 2.4 \text{ V}$			± 20	μA	
I_I Line input current	Other input = 0 V, See Note 7			1 -0.8	mA	
I_{IH} High-level enable input current	$V_{IH} = 2.7 \text{ V}$			20	μA	
I_{IL} Low-level enable input current	$V_{IL} = 0.4 \text{ V}$			-100	μA	
r_i Input resistance	$V_I = 12 \text{ V}$		12		k Ω	
I_{OS} Short-circuit output current		-15		-85	mA	
I_{CC} Supply current (total package)	No load			42 26	55 35	mA

† All typical values are at $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$.

‡ The algebraic convention, in which the less positive (more negative) limit is designated minimum, is used in this data sheet for common-mode input voltage and threshold voltage levels only.

NOTE 7: This applies for both power on and power off. Refer to EIA Standard TIA/EIA-485-A for exact conditions.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

switching characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $C_L = 15\text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH} Propagation delay time, low- to high-level output	$V_{ID} = 0\text{ to }3\text{ V}$, See Figure 6		21	35	ns
t_{PHL} Propagation delay time, high- to low-level output			23	35	
t_{PZH} Output enable time to high level	See Figure 7		10	20	ns
t_{PZL} Output enable time to low level			12	20	
t_{PHZ} Output disable time from high level	See Figure 7		20	35	ns
t_{PLZ} Output disable time from low level			17	25	

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

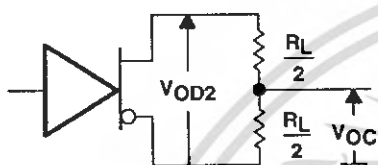


Figure 1. Driver V_{OD} and V_{OC}

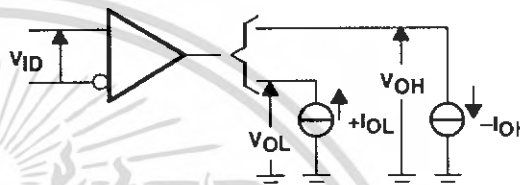
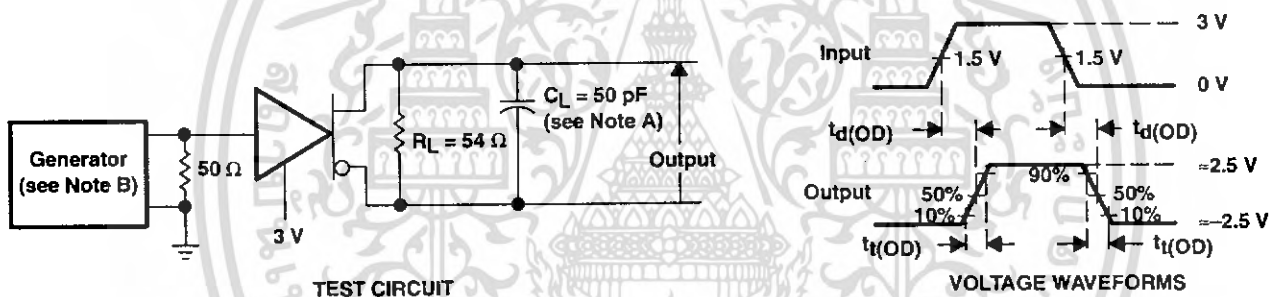


Figure 2. Receiver V_{OH} and V_{OL}



TEST CIRCUIT

VOLTAGE WAVEFORMS

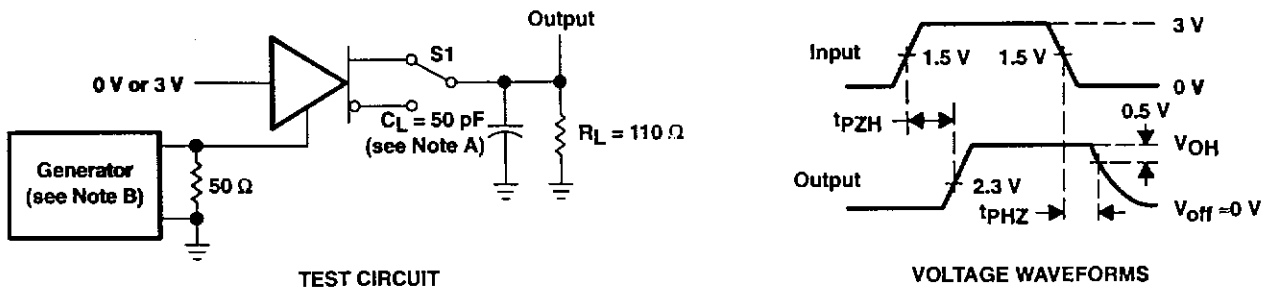
- NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. The input pulse is supplied by a generator having the following characteristics: $PRR \leq 1\text{ MHz}$, 50% duty cycle, $t_r \leq 6\text{ ns}$, $t_f \leq 6\text{ ns}$, $Z_O = 50\ \Omega$.

Figure 3. Driver Test Circuit and Voltage Waveforms

SN65176B, SN75176B DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVERS

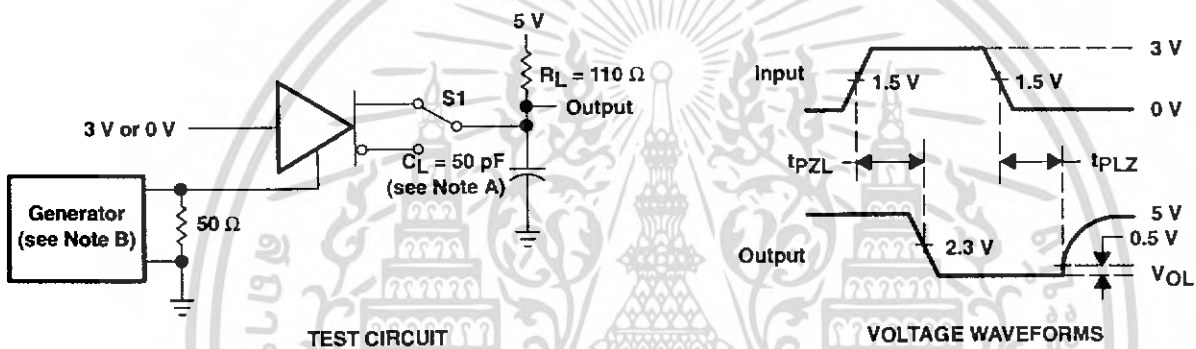
SLLS101D—JULY 1985—REVISED APRIL 2003

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



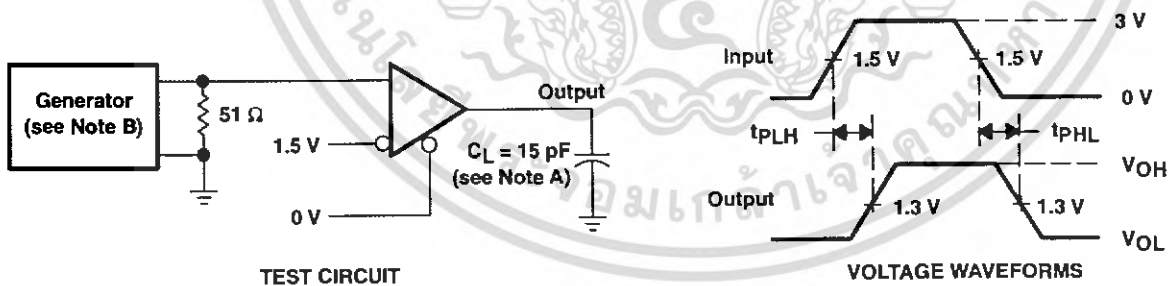
- NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. The input pulse is supplied by a generator having the following characteristics: PRR \leq 1 MHz, 50% duty cycle, $t_r \leq 6$ ns, $t_f \leq 6$ ns, $Z_0 = 50 \Omega$.

Figure 4. Driver Test Circuit and Voltage Waveforms



- NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. The input pulse is supplied by a generator having the following characteristics: PRR \leq 1 MHz, 50% duty cycle, $t_r \leq 6$ ns, $t_f \leq 6$ ns, $Z_0 = 50 \Omega$.

Figure 5. Driver Test Circuit and Voltage Waveforms



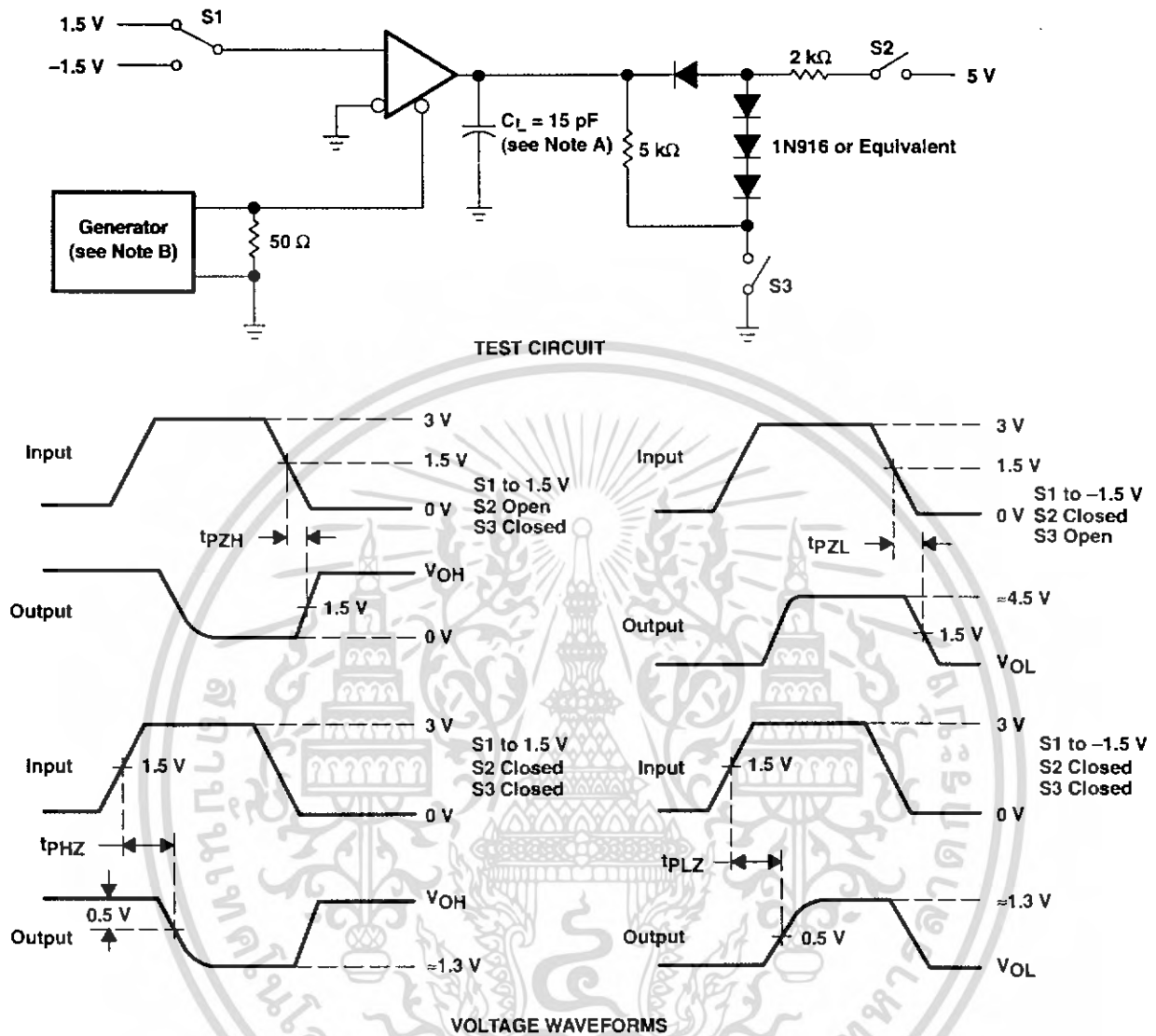
- NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
B. The input pulse is supplied by a generator having the following characteristics: PRR \leq 1 MHz, 50% duty cycle, $t_r \leq 6$ ns, $t_f \leq 6$ ns, $Z_0 = 50 \Omega$.

Figure 6. Receiver Test Circuit and Voltage Waveforms

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A. C_L includes probe and jig capacitance.
 B. The input pulse is supplied by a generator having the following characteristics: PRR \leq 1 MHz, 50% duty cycle, $t_r \leq$ 6 ns, $t_f \leq$ 6 ns, $Z_0 = 50 \Omega$.

Figure 7. Receiver Test Circuit and Voltage Waveforms

SN65176B, SN75176B
DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVERS

SLLS101D – JULY 1985 – REVISED APRIL 2003

TYPICAL CHARACTERISTICS

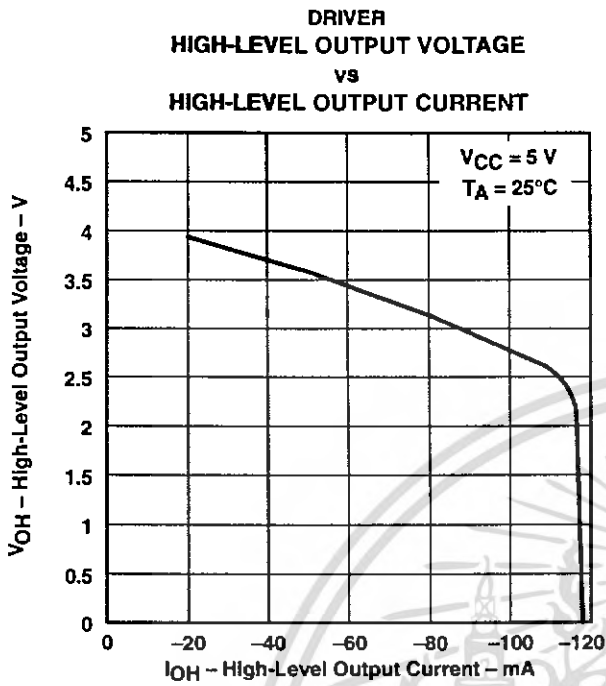


Figure 8

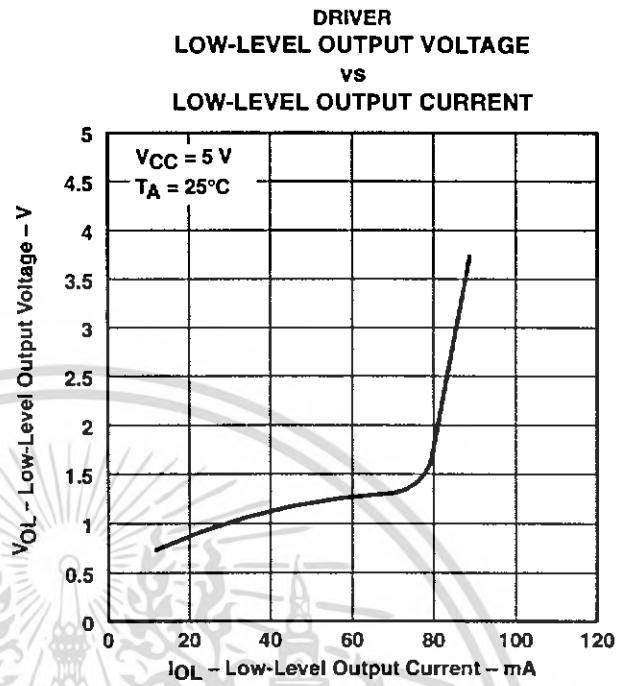


Figure 9

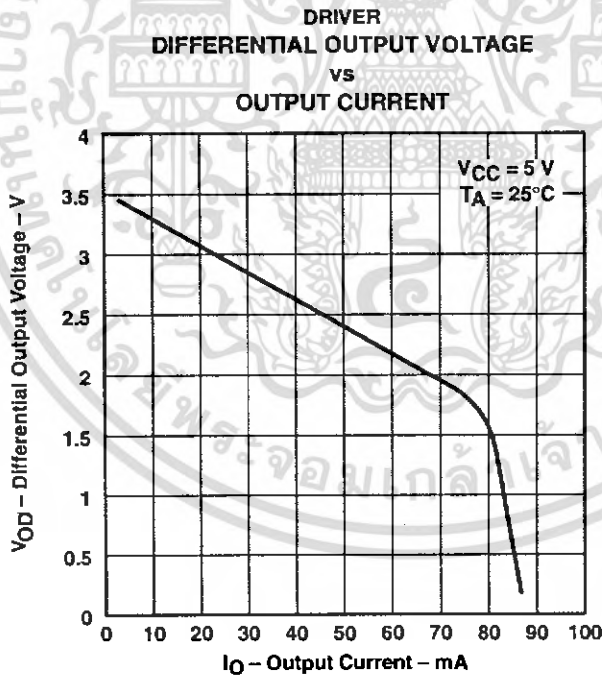


Figure 10



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS

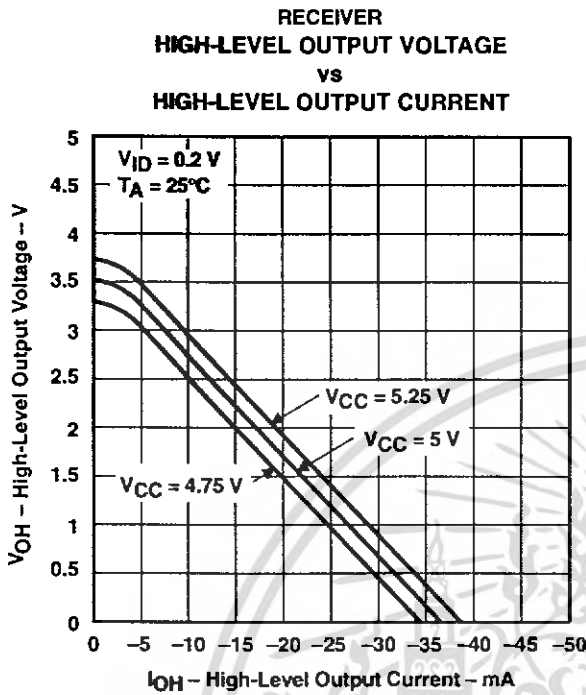
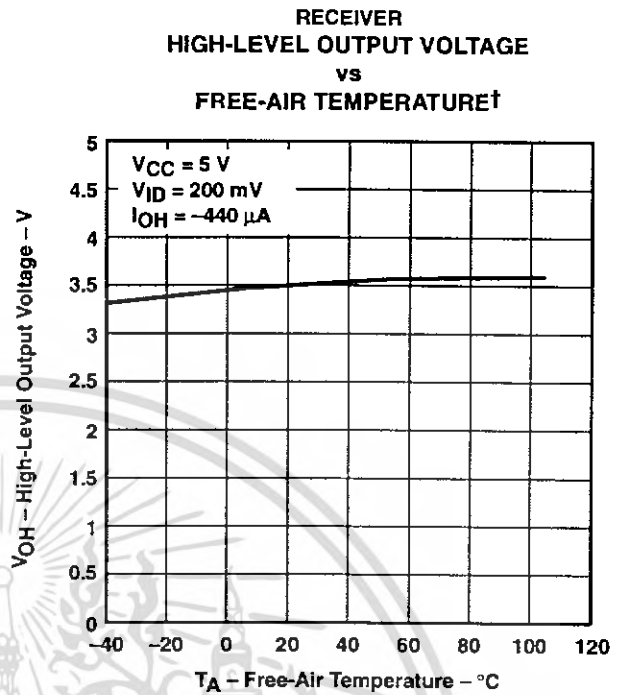


Figure 11



† Only the 0°C to 70°C portion of the curve applies to the SN75176B.

Figure 12

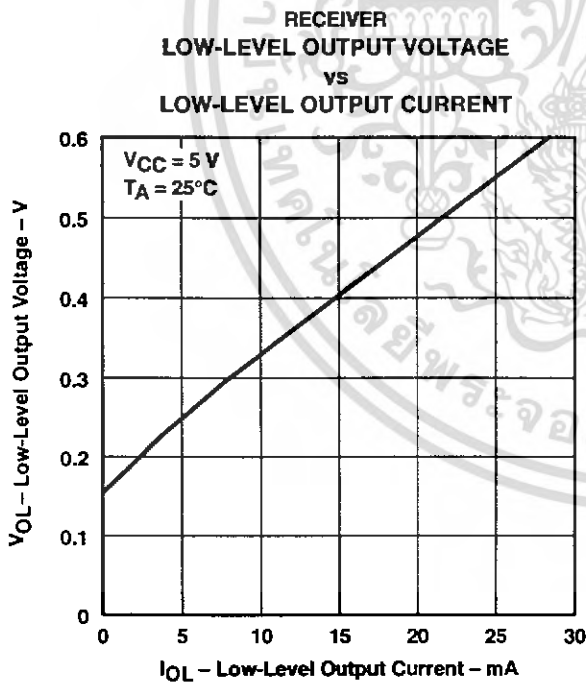


Figure 13

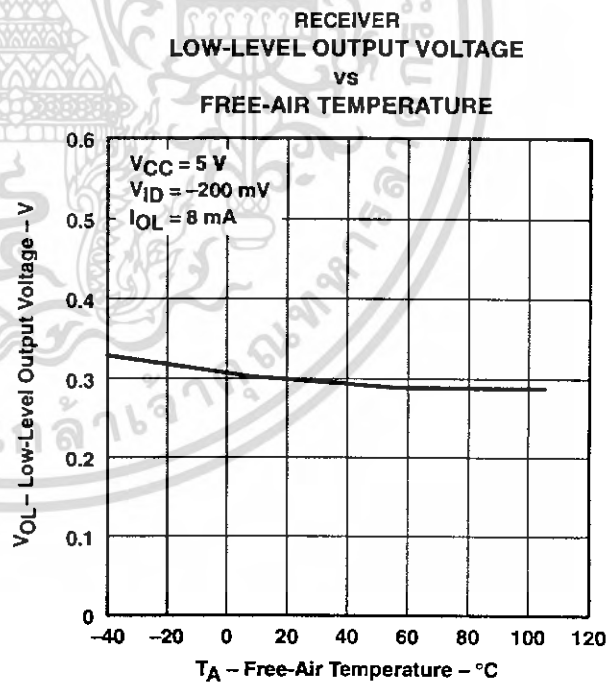


Figure 14



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

SN65176B, SN75176B DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVERS

SLLS101D – JULY 1985 – REVISED APRIL 2003

TYPICAL CHARACTERISTICS

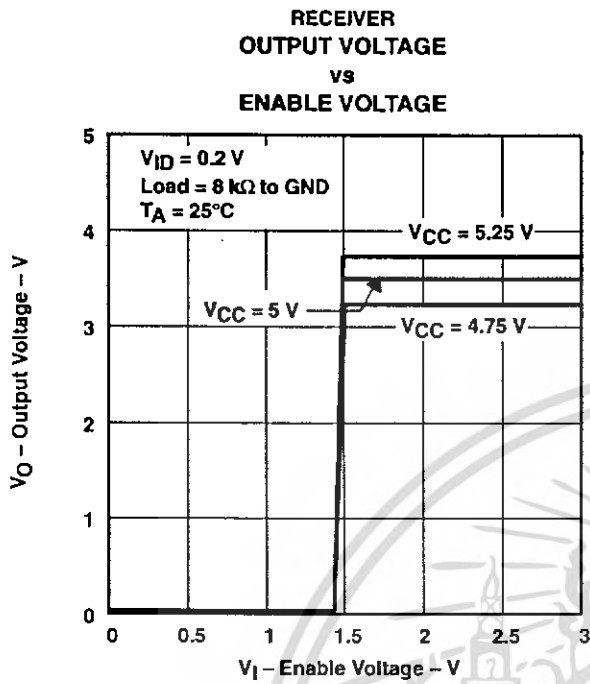


Figure 15

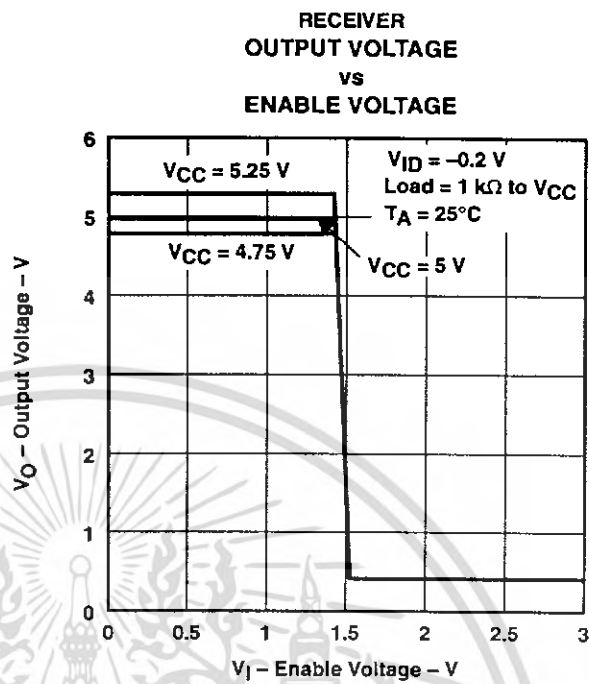
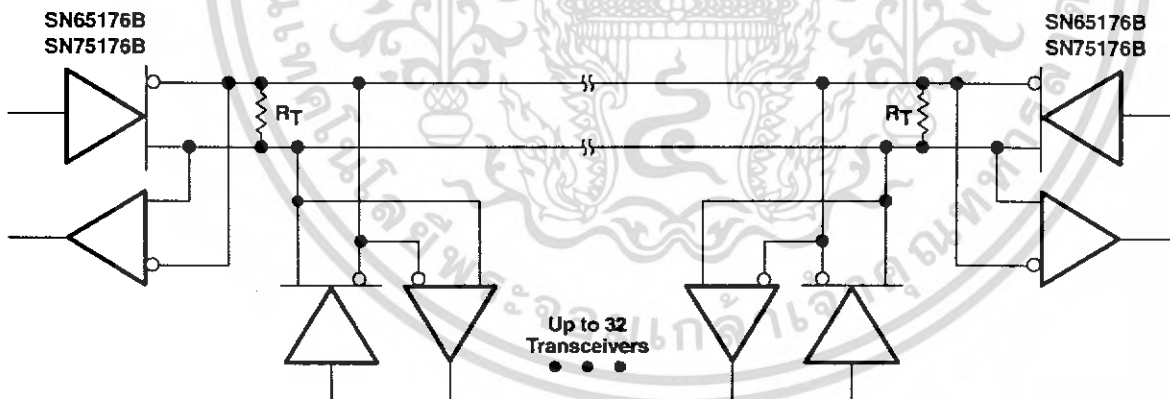


Figure 16

APPLICATION INFORMATION



NOTE A: The line should be terminated at both ends in its characteristic impedance ($R_T = Z_0$). Stub lengths off the main line should be kept as short as possible.

Figure 17. Typical Application Circuit



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status ⁽¹⁾	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan ⁽²⁾	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp ⁽³⁾
SN65176BD	ACTIVE	SOIC	D	8	75	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1YEAR
SN65176BDE4	ACTIVE	SOIC	D	8	75	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1YEAR
SN65176BDG4	ACTIVE	SOIC	D	8	75	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
SN65176BDR	ACTIVE	SOIC	D	8	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1YEAR
SN65176BDRE4	ACTIVE	SOIC	D	8	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1YEAR
SN65176BDRG4	ACTIVE	SOIC	D	8	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
SN65176BP	ACTIVE	PDIP	P	8	50	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-NC-NC-NC
SN65176BPE4	ACTIVE	PDIP	P	8	50	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-NC-NC-NC
SN75176BD	ACTIVE	SOIC	D	8	75	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1YEAR
SN75176BDE4	ACTIVE	SOIC	D	8	75	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1YEAR
SN75176BDG4	ACTIVE	SOIC	D	8	75	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1YEAR
SN75176BDR	ACTIVE	SOIC	D	8	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1YEAR
SN75176BDRE4	ACTIVE	SOIC	D	8	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1YEAR
SN75176BDRG4	ACTIVE	SOIC	D	8	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1YEAR
SN75176BP	ACTIVE	PDIP	P	8	50	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-NC-NC-NC
SN75176BPE4	ACTIVE	PDIP	P	8	50	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-NC-NC-NC
SN75176BPSR	ACTIVE	SO	PS	8	2000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
SN75176BPSRG4	ACTIVE	SO	PS	8	2000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM

⁽¹⁾ The marketing status values are defined as follows:

ACTIVE: Product device recommended for new designs.

LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

OBSELETE: TI has discontinued the production of the device.

⁽²⁾ Eco Plan - The planned eco-friendly classification: Pb-Free (RoHS) or Green (RoHS & no Sb/Br) - please check <http://www.ti.com/productcontent> for the latest availability information and additional product content details.

TBD: The Pb-Free/Green conversion plan has not been defined.

Pb-Free (RoHS): TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.

Green (RoHS & no Sb/Br): TI defines "Green" to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame