การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดีสำหรับลานจอดรถและเครื่องลงเวลาอัตโนมัติ

RFID APPLICATION FOR CAR PARK AND ACCESS CONTROL SYSTEMS

นายนฤดล ภูกองไชย รหัส 50364645

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 19 มี.ค. 2555
เลขทะเบียน 157534402
เลขเรียกหนังสือ วร.
4269ก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดีสำหรับลานจอดรถและเครื่องลงเวลาอัตโนมัติ

ผู้ดำเนินโครงงาน นายนฤดล ภูกองไชย รหัส 50364645

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร.พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ดร.พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร.ธนิต มาลากร)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร.ยงยุทธ ชนบดีเฉลิมรุ่ง)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดีสำหรับลานจอดรถและเครื่องลงเวลาอัตโนมัติ
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายนฤดล ภูกองไชย รหัส 50364645
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร.พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2553

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานระบบ RFID กับลานจอดรถและระบบลงเวลาอัตโนมัติ ซึ่งในการจัดทำในครั้งนี้มีการใช้งานเครื่องอ่านบัตร RFID 125KHz เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลโดยใช้มาตรฐาน RS485 ร่วมกับการเขียนโปรแกรมซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างโปรแกรม Visual Basic 2008 และโปรแกรม Microsoft Access ภายในโปรแกรมแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็นส่วนของลานจอดรถ ซึ่งการทำงานจะมีการบันทึกเวลาเข้า – ออก และมีการคำนวณเวลาในการใช้ลานจอดรถและค่าบริการ ส่วนที่สองเป็นส่วนของระบบลงเวลาเข้า – ออกอาคารอัตโนมัติ ซึ่งมีการบันทึกเวลา เข้า – ออก และมีการคำนวณเวลารวมที่บุคคลอยู่ในอาคาร พร้อมทั้งแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้

ระบบที่จัดทำขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับอาคารและลานจอดรถต่างๆเพื่อให้การจัดการระบบควบคุมลานจอดรถและเข้าออกอาคารโดยอัตโนมัติสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Project title	RFID Application for Car Park and Access Control System
Name	Mr.Naruedon Phukongchai
Project advisor	Dr.Ponpisut Worrajiran
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2010

Abstract

This project is an applications of RFID systems for a car park and an office building. In this work,125 kHz RFID readers were used in conjunction with the Visual Basic 2008 and Microsoft Access programs. The system was separated into two parts. The first part, which was designed for a car park, recorded in/out time and calculated the period of car park usage and fee. The second part, which was designed for an office building, recorded in/out time and calculated the total amount of time that the user was in the building. After all, the system was tested and proved to be working well. It could be used in an actual car park and office building with some minor modifications.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.พรพิศุทธิ์ วรจิรันตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาและตรวจทานปริญญานิพนธ์ให้ถูกต้อง ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้ดำเนินโครงงานจนสามารถดำเนินการจัดทำโครงงานนี้จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณ คุณสรวัตร ประภานิติเสถียร ที่ช่วยแนะนำการใช้งานโปรแกรม Microsoft Access และ Visual Basic 2008 ในระหว่างการดำเนินโครงงาน

เหนือสิ่งอื่นใดผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้มอบความรัก ความห่วงใยและกำลังใจให้กับผู้ดำเนินโครงงาน ตลอดจนคอยเป็นทุกสิ่งทุกอย่างที่ดีตลอดมาและขอขอบคุณทุกๆคนในครอบครัวที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วยที่คอยกระตุ้นและให้กำลังใจตลอดการดำเนินโครงงาน

นายนฤคล ภูกองไชย

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 กิจกรรมการดำเนินงาน 2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.6 งบประมาณ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 เทคโนโลยี RFID (RFID Technology) 4
2.1.1 RFID คืออะไร 4
2.1.2 ประวัติความเป็นมาของระบบอาร์เอฟไอดี 4
2.1.3 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี 5
2.1.4 องค์ประกอบของแท็ก 6
2.1.5 เครื่องอ่าน (Reader) 8
2.1.6 การทำงานของ RFID 10
2.1.7 หลักการและเทคนิคเบื้องต้นในการรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน 12
2.2 ระบบฐานข้อมูล (Database) 22
2.2.1 ความหมายของระบบฐานข้อมูล 22
2.2.2 ระบบฐานข้อมูล (Database System) 22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.3 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล 22
2.2.4 แอพลิเคชันฐานข้อมูล 22
2.2.5 ระบบจัดการฐานข้อมูล 23
2.2.6 ดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ 23
2.2.7 ข้อมูล 24
2.2.8 ผู้บริหารฐานข้อมูล 24
2.2.9 ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) 24
2.3 การออกแบบวงจรส่งข้อมูลแบบอนุกรม 25
2.3.1 RS232 25
2.3.2 RS485 26
2.4 สายส่งข้อมูล 27
2.4.1 สายคู่บิดเกลียว 27
2.4.2 สายโคแอกเชียล 27
2.4.3 สายใยแก้วนำแสง 28

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 29
3.2 ตัวอ่าน RFID และ Tag 29
3.3 การออกแบบและจัดทำวงจรส่งข้อมูลระยะไกลโดยใช้ RS323 และ RS485 31
3.4 การออกแบบหน้าต่างโปรแกรมและ Flowchart การทำงานของโปรแกรม 34
3.5 การออกแบบระบบฐานข้อมูล 36

บทที่ 4ผลการทดลอง
4.1 แสดงการจำลองระบบลานจอดรถและระบบลงเวลาอัตโนมัติ 39
4.2 การใช้งานโปรแกรมในส่วนของพนักงานเก็บเงิน 41
4.3 การใช้งานในส่วนของผู้ดูแลระบบ 42

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 51

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 51

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อไป 52

เอกสารอ้างอิง 53

ภาคผนวก 54

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 140

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 เซอร์โรเบิร์ต อเล็กซานเดอร์ วัตสัน-วัตต์ กับเครื่องเรดาร์ยุคแรก 5
2.2 ระบบอาร์เอฟไอดี 6
2.3 องค์ประกอบทั่วไปของแท็ก 7
2.4 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครชิปของแท็กแบบพาสซีฟ 7
2.5 แท็กแบบแอ็กทีฟที่มีแบตเตอรี่ Lithium 2 ก้อนอยู่ภายใน 8
2.6 โครงสร้างภายในเครื่องอ่าน RFID 8
2.7 เครื่องอ่านแบบพกพา 9
2.8 เครื่องอ่านแบบติดผนัง 9
2.9 เครื่องอ่านแบบอุโมงค์ 10
2.10 เครื่องอ่านแบบประตู 10
2.11 สนามแม่เหล็กจากกระบวนการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ 11
2.12 แสดงหลักการทำงานของ LF HF และ UHF 11
2.13 ตัวอย่างการเข้ารหัสแบบต่าง ๆ 12
2.14 ตัวอย่างการทำ ASK 13
2.15 เครื่องอ่านทำงานร่วมกับแท็กหลาย ๆ อันพร้อม ๆ กัน 13
2.16 ตัวอย่างอัลกอริธึมในการป้องกันการชนกันของข้อมูล (Anti-Collision) ในแท็ก 14
2.17 แสดงย่านความถี่ใช้งานของ RFID 16
2.18 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในระบบคลังสินค้า 18
2.19 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในร้านค้า 19
2.20 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในด้านเกษตรกรรม 20
2.21 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในทางการแพทย์ 20
2.22 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในการควบคุมการเข้าออกอาคาร/บัตรประจำตัว 21
2.23 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในระบบห้องสมุด 21
2.24 แสดงระบบจัดการฐานข้อมูล 23
2.25 แสดงความสัมพันธ์ของตารางในฐานข้อมูล 24
2.26 แสดงการส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องอ่าน RFID ผ่านทาง RS232 25
2.27 แสดงการส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องอ่าน RFID ผ่านทาง RS485 และRS232 26
2.28 แสดงสายคู่บิดเกลียวประเภทมีฉนวนหุ้มและไม่มีฉนวนหุ้ม 27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.29 แสดงรูปสายโคแอกเชียล 27

2.30 แสดงรูปของสายใยแก้วนำแสง 28

3.1 แสดงการเชื่อมต่อเพื่อการใช้งานตัวอ่าน RFID 30

3.2 แสดงลักษณะภายนอกและโครงสร้างภายในของ Tag ที่นำมาใช้งาน 30

3.3 แสดงวงจรการส่งข้อมูลจากเครื่องอ่าน RFID ไปยังคอมพิวเตอร์ 31

3.4 แสดงเชื่อมต่อระหว่างเครื่องอ่าน RFID เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางสาย USB 32

3.5 แสดงเชื่อมต่อระหว่างเครื่องอ่าน RFID วงจรส่งข้อมูล RS485 32

3.6 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่าง RFID READER หลายตัวเข้ากับคอมพิวเตอร์ 33

3.7 แสดงโครงข่ายการเชื่อมต่อที่ใช้ในโครงงาน 33

3.8 แสดง Flowchart ของโปรแกรม RFID APPLICATION FOR ACCESSCONTROL 34

3.9 แสดงหน้าต่างโปรแกรมการใช้งานในส่วนของพนักงานเก็บค่าบริการ 35

3.10 แสดงส่วนประกอบของตาราง customer 36

3.11 แสดงส่วนประกอบของตาราง category 36

3.12 แสดงส่วนประกอบของตาราง Record of car park 37

3.13 แสดงส่วนประกอบของตาราง Admin 37

3.14 แสดงส่วนประกอบของตาราง record of access control 37

3.15 แสดงส่วนประกอบของตาราง No. RFID 38

3.16 แสดงส่วนประกอบของตาราง Record of admin 38

4.1 แผนผังแสดงตำแหน่งและการจัดวางอุปกรณ์ในลานจอดรถ 39

4.2 แผนผังแสดงตำแหน่งและการจัดวางอุปกรณ์ของระบบลงเวลาอัตโนมัติ 40

4.3 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะที่ยังไม่มีผู้ใช้บริการ 41

4.4 แสดงการลงชื่อเข้าใช้หรือออกจากลานจอดรถ พร้อมหน้าจอแสดงผล 41

4.5 แสดงการลงชื่อเข้าใช้หรือออกจากอาคาร พร้อมหน้าจอแสดงผล 42

4.8 แสดงหน้าต่างเข้าระบบของผู้ดูแลระบบ 42

4.9 แสดงหน้าต่างเมนูต่างๆ ในการเลือกใช้งานของผู้ดูแลระบบ 43

4.10 แสดงหน้าต่างรายชื่อลูกค้า 43

4.11 แสดงหน้าต่างเพิ่มข้อมูลลูกค้า 43

4.12 แสดงหน้าต่างแก้ไขหรือลบข้อมูลลูกค้า 44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.13 แสดงหน้าต่างรายชื่อผู้ดูแลระบบ 44

4.14 แสดงหน้าต่างแก้ไขข้อมูลผู้ดูแลระบบ 45

4.15 แสดงหน้าต่างเพิ่มหรือลบข้อมูลผู้ดูแลระบบ 45

4.16 แสดงหน้าต่างหมายเลข RFID ทั้งหมด 45

4.17 แสดงหน้าต่างเพิ่มหมายเลขบัตร RFID 46

4.18 แสดงหน้าต่างประเภทของลูกค้าและค่าบริการต่อนาที 46

4.19 แสดงหน้าต่างการเพิ่มประเภทลูกค้าและค่าบริการ 46

4.20 แสดงหน้าต่างการแก้ไขประเภทลูกค้าและค่าบริการ 47

4.21 แสดงหน้าต่างการใส่รหัสบัตรเข้าลานจอดรถและหน้าต่างแสดงผลจากการใส่ 47

4.22 แสดงหน้าต่างการใส่รหัสบัตรออกลานจอดรถและหน้าต่างแสดงผลจากการใส่ 47

4.23 แสดงหน้าต่างการใส่รหัสบัตรเข้าอาคารและหน้าต่างแสดงผลจากการใส่ 48

4.24 แสดงหน้าต่างการใส่รหัสบัตรออกจากอาคารและหน้าต่างแสดงผลจากการใส่ 48

4.25 แสดงหน้าต่างการบันทึกเวลาเข้า – ออกอาคาร 48

4.26 แสดงหน้าต่างการเรียกดูฐานข้อมูลของลูกค้า 49

4.27 แสดงหน้าต่างการบันทึกเวลาเข้า – ออกลานจอดรถ 49

4.28 แสดงหน้าต่างการบันทึกเวลาเข้า - ออกระบบของผู้ดูแลระบบ 50

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (RFID : Radio Frequency Identification) เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในหลายๆด้าน เช่น ระบบขนส่งสินค้า (Logistics) ระบบคลังสินค้า ระบบการจัดการฟาร์มอัตโนมัติ ระบบควบคุมการเข้าออกอาคาร ระบบลานจอดรถ ระบบตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอื่นๆอีกมากมาย

ระบบอาร์เอฟไอดีนี้ได้มีการเข้ามาแทนที่ระบบ Auto ID แบบเก่าซึ่งมีข้อจำกัดในการใช้งานมากกว่าระบบอาร์เอฟไอดี ซึ่งระบบอาร์เอฟไอดีนั้นมีข้อได้เปรียบระบบ Auto ID แบบเก่าในหลายๆด้าน เช่น ระบบบาร์โค้ดกับระบบอาร์เอฟไอดี มีข้อแตกต่างกันมากมาย คือ ระบบบาร์โค้ดจะใช้แสงในการอ่านรหัส จะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางจึงจะสามารถอ่านได้ สามารถอ่านได้ทีละรหัส และรหัสนั้นจะต้องอยู่ในระยะที่สามารถอ่านได้และอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับเครื่องอ่าน ส่วนระบบอาร์เอฟไอดีนั้นสามารถอ่านได้ทีละหลายๆ tag และสามารถอ่านได้ในระยะไกลกว่าระบบเดิม อาร์เอฟไอดีสามารถที่จะอ่านได้แม้ในทัศนะวิสัยที่ไม่ดีหรือมีการกีดขวางระหว่างเครื่องอ่านกับ tag เนื่องจากว่าใช้ระบบคลื่นวิทยุในการอ่านและสามารถที่จะอ่านได้แม้กระทั่ง tag กับเครื่องอ่านจะไม่ได้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาระบบการทำงานของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

1.2.3 เพื่อประยุกต์ใช้งานเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีกับระบบลานจอดรถและเครื่องลงเวลาอัตโนมัติ

1.2.4 เพื่อศึกษาระบบฐานข้อมูลและประยุกต์ใช้งานฐานข้อมูลกับระบบลานจอดรถและระบบลงเวลาอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 จัดทำแบบจำลองลานจอดรถระบบอาร์เอฟไอดี

1.3.2 จัดทำเครื่องลงเวลาอัตโนมัติด้วยระบบอาร์เอฟไอดี

1.3.3 สร้างระบบฐานข้อมูลและการใช้งานระบบฐานข้อมูลเพื่อลงเวลาเข้าทำงานและคำนวณค่าจอดรถอัตโนมัติ

1.4 กิจกรรมการดำเนินงาน

หัวข้อการปฏิบัติงาน	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ศึกษาเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี												
ศึกษาระบบฐานข้อมูลและศึกษาวิธีการใช้งานระบบอาร์เอฟไอดีร่วมกับโปรแกรม Visual Basic												
ออกแบบระบบลานจอดรถและระบบลงเวลาอัตโนมัติ												
เขียนโปรแกรมใช้งานระบบลานจอดรถและระบบลงเวลาอัตโนมัติด้วยระบบอาร์เอฟไอดี												
จัดทำแบบจำลองลานจอดรถและระบบลงเวลาอัตโนมัติด้วยระบบอาร์เอฟไอดี												
ทดลองการใช้งานระบบและสรุปผล												
จัดทำปริญญานิพนธ์												

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจในระบบอาร์เอฟไอดี

1.5.2 สามารถนำระบบอาร์เอฟไอดีไปประยุกต์ใช้งานได้

1.5.3 มีความรู้ความเข้าใจในวิธีการเขียนโปรแกรมฐานข้อมูลและสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานระบบอาร์เอฟไอดีได้

1.6 งบประมาณ

ค่าถ่ายเอกสาร	200	บาท
ค่า tag ที่ใช้ในระบบ RFID	300	บาท
ค่าจัดทำปกปริญญานิพนธ์	500	บาท
รวม	1000	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 เทคโนโลยี RFID (RFID Technology)

2.1.1 RFID คืออะไร

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นเทคโนโลยีการระบุข้อมูลที่แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุหรือบุคคลด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ถูกพัฒนามาในยุค คริสต์ศักราช 1970 เพื่อวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการบ่งชี้วัตถุในระยะไกลได้ โดยมีจุดเด่นคือสามารถอ่านข้อมูลจากแท็ก (Tag) ได้หลาย ๆ แท็กแบบไร้สัมผัสและสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนะวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถจะอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิปที่อยู่ในแท็ก ในปัจจุบันได้มีการนำเอาอาร์เอฟไอดีไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากนำมาใช้ทดแทนระบบรหัสแท่งแบบเดิม ได้แก่ การใช้งานในบัตรชนิดต่าง ๆ เช่น บัตรประจำตัวพนักงาน บัตรโดยสาร บัตรสำหรับเปิดประตูห้องพักในโรงแรม บัตรที่จอดรถตามศูนย์การค้าต่าง ๆ แท็กสำหรับติดกระเป๋าเดินทาง แท็กสำหรับติดสินค้า หนังสือหรือฉลากยา บางครั้งเราอาจพบเห็นอยู่ในรูปของแท็กสินค้าซึ่งมีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษได้ หรือเป็นแค็ปซูลขนาดเล็กฝังเอาไว้ในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติต่าง ๆ [9]

2.1.2 ประวัติความเป็นมาของระบบอาร์เอฟไอดี

ประวัติการเริ่มต้นของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีนั้น ย้อนกลับไปถึงสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งประเทศในกลุ่มพันธมิตรและกลุ่มอักษะ ได้มีการใช้เรดาร์ซึ่งถูกค้นพบโดย เซอร์โรเบิร์ต อเล็กซานเดอร์ วัดสัน-วัตต์ ในปี ค.ศ. 1935 ใช้ในการตรวจจับและเตือนเครื่องบินที่กำลังเข้ามา แต่ปัญหาของการใช้เรดาร์ในยุคนั้นคือไม่สามารถแยกแยะระหว่างเครื่องบินรบว่าเป็นของฝ่ายไหน ทางฝั่งเยอรมันได้ค้นพบว่าเมื่อนักบินบินหมุนตัวแล้วจะทำให้มีการสะท้อนสัญญาณเรดาร์ที่เปลี่ยนไป ทำให้ทราบว่าเครื่องบินที่บินเข้ามาเป็นของฝ่ายเยอรมัน ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของอาร์เอฟไอดีแบบที่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการสะท้อนคลื่นวิทยุ โดยไม่ต้องมีเครื่องส่งวิทยุ (passive)

รูปที่ 2.1 เซอร์โรเบิร์ต อเล็กซานเดอร์ วัตสัน-วัตต์ กับเครื่องเรดาร์ยุคแรก[4]

เมื่อเทคโนโลยีเรดาร์มีการพัฒนาขึ้น นักบินสามารถที่จะสื่อสารระหว่างเครื่องบินกับสถานีภาคพื้นดินหรือระหว่างนักบินด้วยกัน เป็นระบบแยกแยะระหว่างมิตรกับศัตรูหรือ IFF (aircraft Identification Friend or Foe systems) โดยที่เมื่อเครื่องบินได้รับสัญญาณเรดาร์จากภาคพื้นดินหรือระหว่างเครื่องบิน ตัวเครื่องบินจะส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ตอบกลับไปทำให้ทราบว่าเป็นเครื่องบินของฝ่ายไหน ซึ่งถือว่าเป็นการสื่อสารอาร์เอฟไอดีแบบที่วัตถุส่งคลื่นวิทยุจากตัวเองไปยังผู้ถาม (แบบ active)

ยุคเริ่มแรกของการใช้อาร์เอฟไอดีในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ระบบกันขโมย (EAS: Electric Article Surveillance) ในห้างสรรพสินค้า ซึ่งตัวสินค้าจะมีการติดอาร์เอฟไอดีแบบ 1 บิตซึ่งจะมีค่าเป็น '0' หรือ '1' เมื่อสินค้ามีการชำระเงินตัวบิตจะถูกตั้งค่าเป็น '0' ทำให้สามารถนำออกจากร้านได้ ในกรณีที่ไม่มีการชำระสินค้าเมื่อนำสินค้าผ่านประตูเครื่องตรวจแท็กกันขโมยจะทำการอ่านค่าจากวัตถุในถุงของลูกค้ามีค่าเป็น '1' ก็จะมีสัญญาณเตือนขึ้นมา [7]

2.1.3 ส่วนประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี

ในระบบอาร์เอฟไอดี มีองค์ประกอบหลัก ๆ อยู่ 3 ส่วนด้วยกัน

ส่วนแรก คือ แท็ก หรือ ทรานสปอนเดอร์ (tag or Transponder) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่าง ๆ ที่เราต้องการ โดยแท็กนั้นจะประกอบด้วยสายอากาศและไมโครชิปที่มีการบันทึกหมายเลข (ID) หรือข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ

ส่วนที่สอง คือ เครื่องสำหรับอ่านแท็ก (Interrogator/Reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ถ้าเปรียบเทียบกับระบบบรหัสแท่ง แท็กในระบบอาร์เอฟไอดีเปรียบได้กับตัวรหัสแท่งที่ติดกับฉลากของสินค้าและเครื่องอ่านในระบบอาร์เอฟไอดี คือเครื่องอ่านรหัสแท่ง (Scanner) โดยข้อแตกต่างของทั้งสองระบบคือ ระบบอาร์เอฟไอดี จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่านหรือเขียน ส่วนระบบบรหัสแท่งจะใช้แสงเลเซอร์ในการอ่าน โดยข้อเสียของระบบบรหัสแท่งคือ การอ่าน (สแกน) เป็นการใช้แสงในการอ่านรหัสแท่ง ซึ่งจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับลำแสงที่ยิงจาก

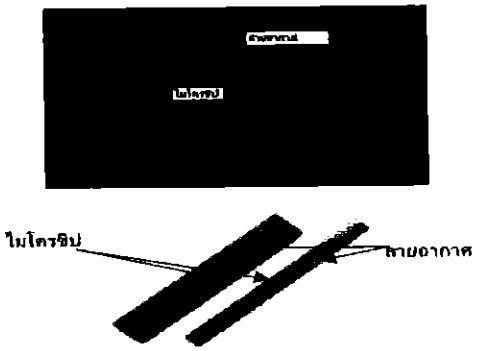
เครื่องสแกน และสามารถอ่านได้ทีละรหัสในระยะใกล้ ๆ แต่ระบบอาร์เอฟไอดี มีความแตกต่างโดยสามารถอ่านรหัสจากแท็กได้โดยไม่ต้องเห็นแท็กหรือแท็กนั้นซ่อนอยู่ภายในวัตถุและไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวเส้นตรงกับคลื่น เพียงอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้ก็สามารถอ่านข้อมูลได้และการอ่านแท็กในระบบอาร์เอฟไอดียังสามารถอ่านได้ทีละหลาย ๆ แท็กในเวลาเดียวกัน โดยระยะในการอ่านข้อมูลได้ไกลกว่าระบบรหัสแท่งอีกด้วย

ส่วนที่สาม คือ ระบบประยุกต์ใช้งาน รวมถึงระบบฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์ประยุกต์ใช้งานหรือระบบฐานข้อมูล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบการใช้งานที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบข้อมูลสินค้า ระบบบริหารงานบุคคล ฯลฯ [9]

รูปที่ 2.2 ระบบอาร์เอฟไอดี[4]

2.1.4 องค์ประกอบของแท็ก

โครงสร้างภายในของแท็กจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ **ส่วนของไมโครชิป** (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุ เช่น รหัสสินค้า และขดลวดขนาดเล็ก หรือแบบบาง ๆ ซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) สำหรับรับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุและสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิป โดยทั่วไปตัวแท็กอาจอยู่ในรูปแบบที่เป็นกระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำเอาไปติด และมีหลายรูปแบบ เช่น บัตรเครดิต เหรียญ กระดุม ฉลากสินค้า แค็ปซูล หรือแท็ก เป็นต้น ทั้งนี้เราสามารถแบ่งแท็กที่มีใช้งานกันอยู่ได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่ Passive Tag และ Active Tag โดยแต่ละชนิดก็จะมีความแตกต่างกันในแง่ของการใช้งาน ราคา โครงสร้างและหลักการทำงาน



รูปที่ 2.3 องค์ประกอบทั่วไปของแท็ก[4]

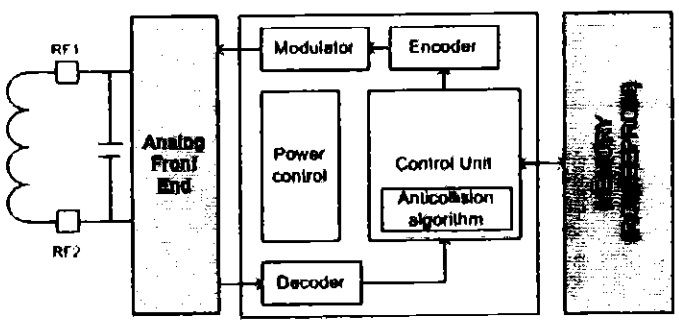
นอกจากการแบ่งประเภทของแท็กตามที่กล่าวมาแล้วยังสามารถแบ่งประเภทของแท็กจากรูปแบบการอ่านและหรือเขียนข้อมูลได้เป็น 3 แบบ คือ

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

2.1.4.1 แท็กแบบพาสซีฟ

แท็กชนิดนี้ทำงานได้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใด ๆ เพราะภายในแท็กจะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่ ทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก ระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตร ขึ้นอยู่กับกำลังของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ โดยปกติแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำน้อย โดยทั่วไปประมาณ 16-1,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ

ไมโครชิปหรือไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แบบแท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้ ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตาซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปโครงสร้างภายในส่วนที่เป็นไอซีของแท็กนั้นก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ ส่วนควบคุมการทำงานของภาครับ-ส่งสัญญาณวิทยุ (Analog Front-End) ส่วนควบคุมภาคลอจิก (Digital Control Unit) และ ส่วนของหน่วยความจำ (Memory) ซึ่งอาจจะเป็นแบบ Rom หรือ EEPROM



รูปที่ 2.4 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครชิปของแท็กแบบพาสซีฟ[4]

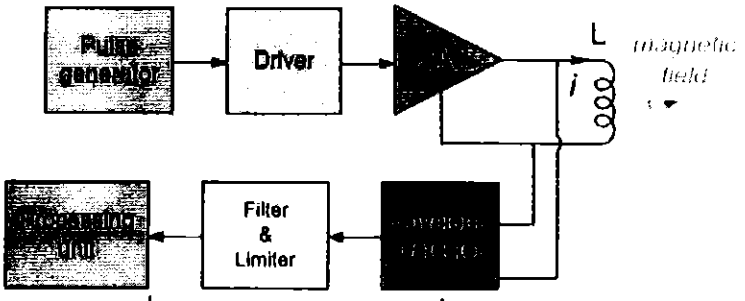
2.1.4.2 แท็กแบบแอ็กทีฟ

แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน โดยแท็กแบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 100 เมตร ข้อเสียของแท็กแบบนี้คือ มีราคาต่อหน่วยสูง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีอายุการใช้งานที่จำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ซึ่งจะมีอายุการใช้งานประมาณ 3-7 ปี และสามารถส่งสัญญาณออกมาเองได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น การตั้งเวลา หรือเมื่อกรณีที่มีเหตุอันควรตามที่โปรแกรมเอาไว้หรือเมื่อได้รับสัญญาณสอบถามจากเครื่องอ่าน

รูปที่ 2.5 แท็กแบบแอ็กทีฟที่มีแบตเตอรี่ Lithium 2 ก้อนอยู่ภายใน [5]

2.1.5 เครื่องอ่าน (Reader)

โดยหน้าที่ของเครื่องอ่านก็คือ การเชื่อมต่อเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลลงในแท็กด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ ภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง เพื่อใช้รับ-ส่งสัญญาณ ภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูลซึ่งมักจะเป็นวงจรจำพวกไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์

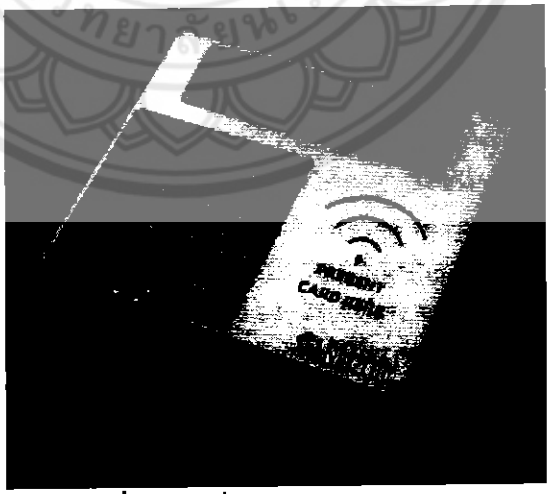


รูปที่ 2.6 โครงสร้างภายในเครื่องอ่าน RFID[4]

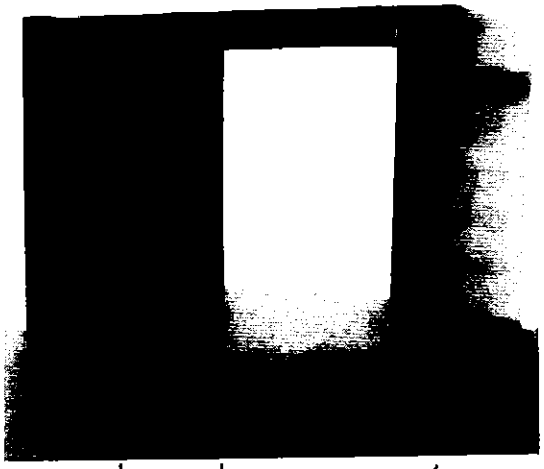
องค์ประกอบหลักเริ่มจากส่วนกำเนิดสัญญาณรูปเหลี่ยม (pulse generator) ความถี่พาห์เพื่อส่งสัญญาณไปยังภาคขับ (driver) เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการขับภาคขยายกำลัง(Power Amplifier, AF)

ซึ่งทำหน้าที่ขับกระแสสัญญาณต่อไปยังขดลวดเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กเชื่อมโยงไปยังส่วนแท็ก ขณะเดียวกัน ส่วนขดลวดดังกล่าวก็จะทำหน้าที่เสมือนเป็นสายอากาศ (Antenna) รับสัญญาณสนามแม่เหล็กความถี่คลื่นพาห์ที่ถูกมอดูเลตเชิงขนาดจากข้อมูลจำเพาะของส่วนแท็ก จากนั้นส่วนตรวจจับขอบ (envelope detector) ก็จะแยกข้อมูลออกจากสัญญาณคลื่นพาห์และขยายจนกระทั่งได้ระดับศักดาของข้อมูลตามมาตรฐานลอจิก เพื่อส่งต่อเข้าส่วนประมวลผลข้อมูล (processing unit) ต่อไป โดยทั่วไปหน่วยประมวลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งอัลกอริธึมที่อยู่ภายในโปรแกรมจะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (decode) ที่ได้รับ และทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยลักษณะ ขนาด และรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทการใช้งาน เช่น แบบมือถือขนาดเล็ก หรือติดผนัง จนไปถึงขนาดใหญ่เท่าประตู (Gate size)

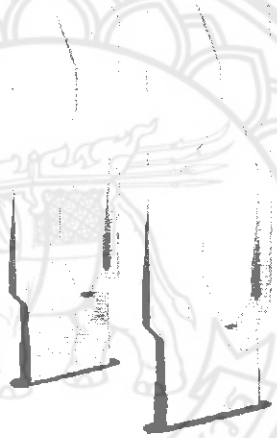
รูปที่ 2.7 เครื่องอ่านแบบพกพา[4]



รูปที่ 2.8 เครื่องอ่านแบบติดผนัง[4]



รูปที่ 2.9 เครื่องอ่านแบบอุโมงค์[4]



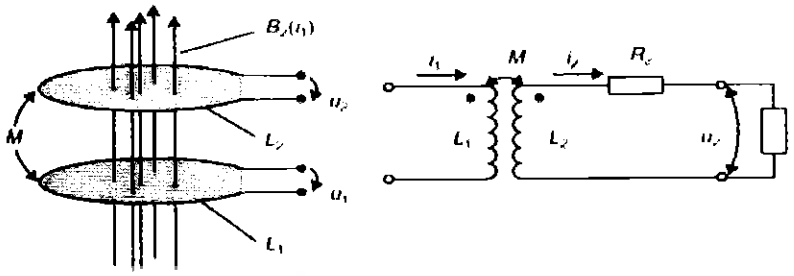
รูปที่ 2.10 เครื่องอ่านแบบประตู[9]

2.1.6 การทำงานของ RFID

2.1.6.1 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ

แท็กชนิดนี้ทำงานได้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใด ๆ โดยทั่วไปการทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ ในย่านความถี่ต่ำและสูง (LF และ HF) จะใช้หลักการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ (Inductive coupling) ซึ่งเกิดจากการอยู่ใกล้กันของขดลวดจากเครื่องอ่านที่กำลังทำงานและสายอากาศของแท็ก ทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจากเครื่องอ่านไปยังไมโครชิปในแท็กผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เมื่อไมโครชิปได้รับพลังงานก็จะทำงานตามลักษณะเฉพาะของข้อมูลรหัสประจำตัว ปฏิกิริยาของไมโครชิปดังกล่าวเครื่องอ่านจะรับรู้ได้ผ่านสนามเหล็กและจะทำการตีความเป็นข้อมูลดิจิตอลแสดงถึงรหัสประจำตัวที่ส่งมาจากแท็กได้ ลักษณะเงื่อนไขในการทำการเหนี่ยวนำแบบชักพาทำให้การอ่านข้อมูลที่ได้ไม่ไกลมากนัก โดยทั่วไประยะอ่านสูงสุดจะประมาณ 1 เมตรขึ้นอยู่กับกำลังงานของเครื่องส่งและคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ โดยปกติแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็ก โดยทั่วไปประมาณ 16-1,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อ

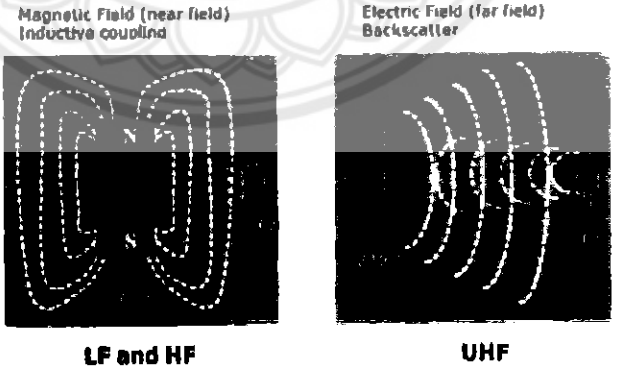
หน่วยต่ำ ไมโครชิปหรือไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นได้ตั้งแต่แบบแท่ง หรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดการใช้งานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 2.11 สนามแม่เหล็กจากกระบวนการคู่ควบแบบเหนี่ยวนำ[4]

ส่วนในระบบความถี่สูงยิ่ง (UHF) แทนที่จะใช้การสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จะใช้การคู่ควบแบบแผ่กระจาย (Propagation coupling) โดยที่สายอากาศของเครื่องอ่านจะทำการส่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปคลื่นวิทยุออกมา ซึ่งเมื่อแท็กได้รับสัญญาณผ่านสายอากาศของตน แท็กก็จะทำงานโดยการสะท้อนกลับคลื่นที่ได้รับซึ่งถูกปรับค่าตามรหัสประจำตัวของตนไปยังเครื่องอ่าน (backscattering)

ทั้งนี้การทำงานในย่านความถี่ต่างกันจะทำให้มีคุณสมบัติการทะลุทะลวงต่างกันรวมทั้งประสิทธิภาพโดยรวมจะขึ้นกับเงื่อนไขอื่น ๆ ด้วย เช่น ขนาดของสายอากาศหรือสัญญาณรบกวน



รูปที่ 2.12 แสดงหลักการทำงานของ LF HF และ UHF [4]

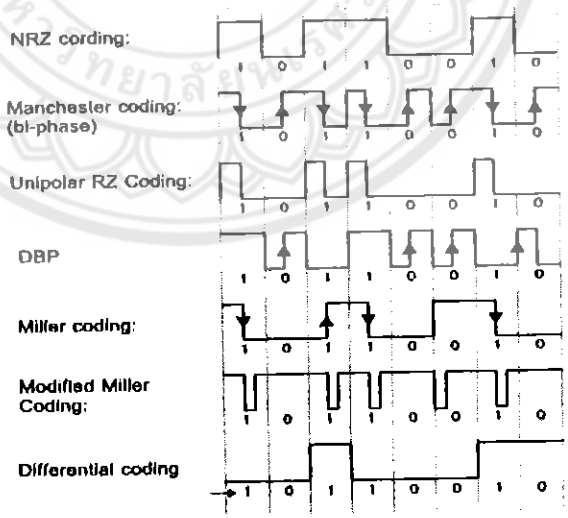
2.1.6.2 การทำงานของแท็กอาร์เอฟไอดีแบบแอ็กทีฟ

แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน โดยหลักใหญ่ ๆ อาจสามารถแบ่งตามหลักการทำงานได้เป็น ทรานสปอนเดอร์แบบแอ็ก

ทีฟ ซึ่งจะทำการส่งข้อมูลออกก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณจากเครื่องอ่านและแบบเครื่องบอกตำแหน่งหรือบีคอน (beacon) ซึ่งสัญญาณจะถูกปล่อยออกมาเป็นระยะๆ ตลอดเวลาการใช้งานของแท็กหรือทรานสปอนเดอร์แบบแอ็กทีฟนั้น อาจพบได้ในระบบต่าง ๆ เช่น ระบบจ่ายเงินในทางด่วนหรือด่านตรวจ ขณะที่เบคอนอาจพบได้ในระบบที่ต้องการการบ่งชี้พิกัดแบบเวลาจริง (Real-time locating system, RTLS) เช่น การจัดการการขนส่งสินค้า เป็นต้น โดยแท็กแบบนี้สามารถมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 100 เมตร ข้อเสียของแท็กแบบนี้คือ มีราคาต่อหน่วยสูง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีอายุการ ใช้งานที่จำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ซึ่งจะมีอายุการใช้งานประมาณ 3-7 ปี

2.1.7 หลักการและเทคนิคเบื้องต้นในการรับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน

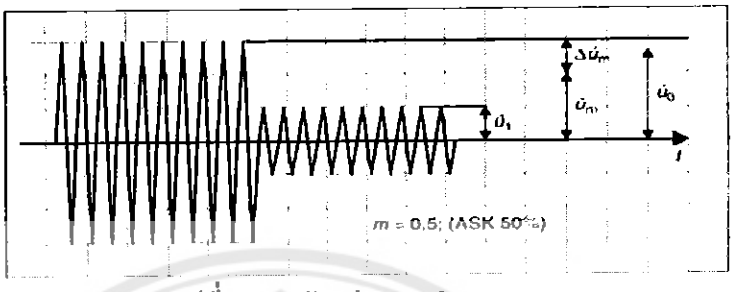
กระบวนการส่งสัญญาณระหว่างอาร์เอฟไอดีและเครื่องอ่านโดยทั่วไป เป็นไปตามกระบวนการทางด้านการสื่อสารระบบดิจิตอล นั่นคือ การเตรียมข้อมูลดิจิตอลที่จะส่งผ่านโดยการทำการเข้ารหัสเพื่อให้อยู่ในความเหมาะสมสำหรับการส่งผ่านช่องสัญญาณ (Channel) คำว่าเหมาะสม หมายถึงว่าสัญญาณมีโอกาสจะถูกส่งผ่านช่องสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวน (noise) โดยมีค่าผิดพลาดน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ซึ่งวิธีการเข้ารหัสนั้นมีได้หลายแบบโดยการเลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับช่องสัญญาณที่จะส่งผ่าน ตัวอย่างเทคนิคการเข้ารหัส เช่น การเข้ารหัสสัญญาณแบบ NRZ การเข้ารหัสแบบ Manchester การเข้ารหัสแบบ Miller การเข้ารหัสแบบ Differential เป็นต้น



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการเข้ารหัสแบบต่าง ๆ [4]

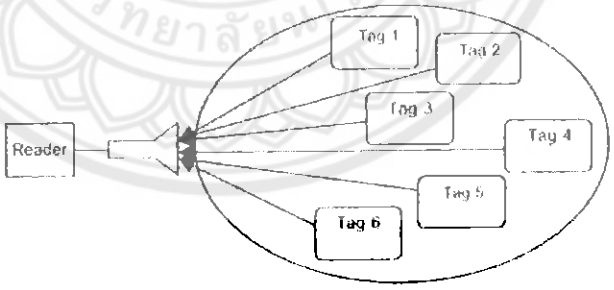
ซึ่งหลังจากการเข้ารหัสสัญญาณแล้ว สัญญาณจะถูกทำการกล้ำสัญญาณ (Modulation) กับคลื่นพาหะย่านที่สูงกว่าเพื่อทำการส่ง - รับข้อมูลในย่านนั้น ๆ

การกล้ำสัญญาณ หมายถึงการปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของคลื่นพาหะซึ่งเป็นคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น แอมปลิจูด เฟส หรือความถี่ ตามค่าของข้อมูลที่จะส่ง ตัวอย่างเช่น ในการกล้ำสัญญาณแบบ ASK (amplitude shift keying) ค่าแอมปลิจูดของคลื่นพาหะจะถูกเปลี่ยนอยู่ระหว่างค่าสองค่า ขึ้นกับค่าไบนารีของสัญญาณที่ถูกเข้ารหัส ดังเช่นในรูปที่ 2.13

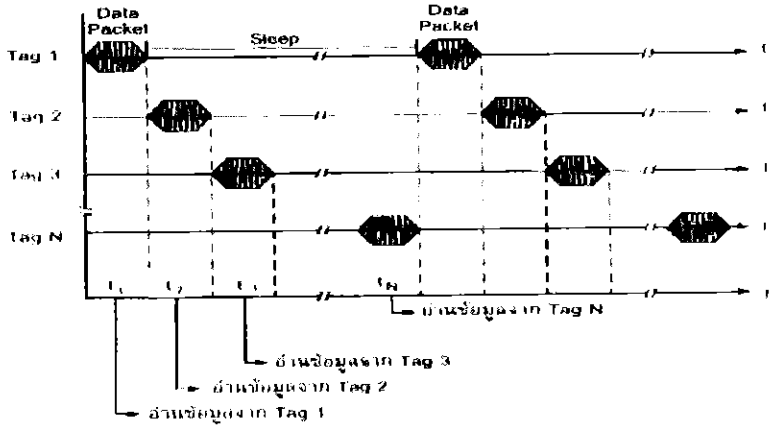


รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการทำ ASK [4]

นอกจากนี้ ข้อดีอีกส่วนหนึ่งของระบบอาร์เอฟไอดี คือการอ่านข้อมูลจากแท็กได้หลาย ๆ แท็กในเวลาเดียวกัน โดยระบบป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-collision) ซึ่งจะทำให้การอ่านข้อมูลของแท็กจำนวนมากทำได้อย่างรวดเร็วพร้อม ๆ กัน ตัวอย่างการทำการป้องกันการชนกัน เช่น การใช้เทคนิค TDMA (Time Division Multiple Access) ซึ่งจะเป็นการจัดลำดับการอ่านค่าจากแท็กในเวลาที่ต่าง ๆ กันไปทำให้สามารถอ่านได้ครบทุกแท็กเป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้น อาร์เอฟไอดี ยังมีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ เช่น การทำผลรวมตรวจสอบ (Checksum)



รูปที่ 2.15 เครื่องอ่านทำงานร่วมกับแท็กหลาย ๆ อันพร้อม ๆ กัน [4]



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างอัลกอริธึมในการป้องกันการชนกันของข้อมูล (Anti-Collision) ในแท็ก[4]

2.1.8 มาตรฐานของอาร์เอฟไอดี

โดยมาตรฐานระหว่างประเทศ สำหรับการใช้งานอาร์เอฟไอดี มีอยู่ 2 หน่วยงานหลัก ได้แก่ International Organization of Standard หรือ ISO (http:/www.iso.org) และ EPC Global (http:/www.epcglobalinc.org) โดยที่มาตรฐานของอาร์เอฟไอดี มีการกำหนดไว้ 4 ด้านดังนี้

- มาตรฐานด้านเทคโนโลยี (Technology)
- มาตรฐานรูปแบบของข้อมูล (Data format)
- มาตรฐานวิธีการทดสอบ (Conformance)
- มาตรฐานการใช้งาน (Applications)

ทั้งนี้ทั้งสองหน่วยงานได้มีการกำหนดมาตรฐานต่างๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบมาตรฐานระหว่าง ISO/IEC และ EPC

	ISO/IEC	EPC
ด้านเทคโนโลยี (Technology)	ISO/IEC 18000 – RF-IC for Item Management Part2 -< 135 kHz Part3 – 13.56 MHz Part4 – 2450 MHz Part6 – 860 – 960 MHz Part7 – 433.92 MHz (active)	Class I-V (13.56 and UHF only) Class 0/Class I: read-only passive tags Class II tags : passive tags with additional functionality Class III tags: semi–passive RFID tags Class IV tags: active tags With broad-band peer-to-peer Communication

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) เปรียบเทียบมาตรฐานระหว่าง ISO/IEC และ EPC

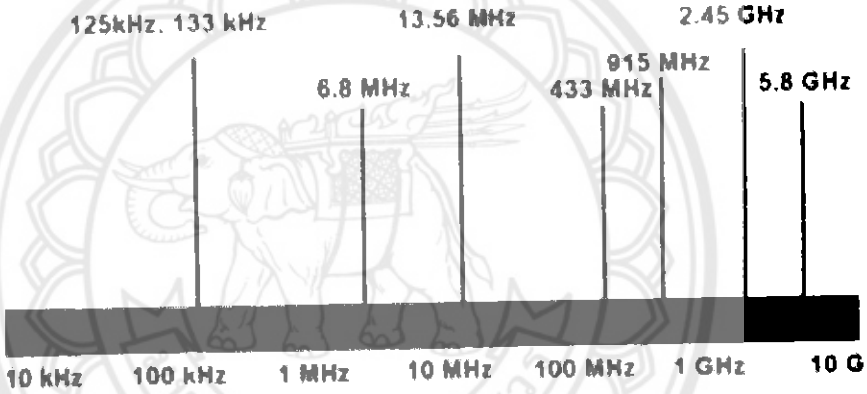
	ISO/IEC	EPC
ด้านเทคโนโลยี (Technology) (ต่อ)		Class V tags : Readers Can Power other Class I, II and III tags: Communication with Classes IV and V
มาตรฐานวิธีการทดสอบ (Conformance)	ISO/IEC 18047 – RF-ID deviceConformance test methods	-
การใช้งาน (Applications)	ISO/IEC 14443 HF- 13.56 MHz Part 1 [ISO/IEC 14443-1:2000(E)] Part 2 [ISO/IEC 14443-2:2001(E)] RF 106 kbit 847.5 kHz Part 3 [ISO/IEC 14443-3:2001(E)] multi-protocol reader Part 4 [ISO/IEC 14443-4:2001(E)] defines the high-level data transmission protocols 106 Kbps	

หมายเหตุ : EPC: Electronic Product code คือการกำหนดรหัสสินค้าโดยใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และนอกเหนือจาก ISO และ EPC Global แล้วยังมีหน่วยงานอื่นอีก เช่น Ubiquitous ID หรือมาตรฐาน UID ที่ทางประเทศญี่ปุ่นให้การสนับสนุนและกำหนดมาตรฐานเพื่อใช้งานในประเทศโดยมีความแตกต่างกับ ISO และ EPC Global ในเชิงรายละเอียดทางเทคนิค หรือจะเป็นมาตรฐาน AIM (Automatic Identification Manufacturers) ที่กำหนดโดย AIDC (Automatic Identification and Data Collection) ซึ่งเป็นผู้เริ่มต้นทำรหัสแท่ง เป็นต้น [9]

2.1.9 คลื่นความถี่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี

ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้งานกันในระบบอาร์เอฟไอดี จะอยู่ในย่านความถี่พลเรือน ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดในการใช้งานในเชิงการแพทย์ วิทยาศาสตร์ และอุตสาหกรรม สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารทั่วไป โดยมี 4 ย่านความถี่ใช้งาน คือ สำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันในระบบอาร์เอฟไอดี อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ย่านใหญ่ ๆ ได้แก่

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency : LF) ต่ำกว่า 150 กิโลเฮิรตซ์ (kHz)
- ย่านความถี่สูง (High Frequency : HF) 13.56/27.125 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave frequency) 2.45/5.8 กิกะเฮิรตซ์ (GHz)



รูปที่ 2.17 แสดงย่านความถี่ใช้งานของ RFID [9]

ถ้าเปรียบเทียบคลื่นความถี่ที่ใช้งานในแต่ละย่านความถี่ในด้านของระยะการอ่านสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 ความถี่ที่ใช้งานของอาร์เอฟไอดี [4]

ความถี่	ระยะที่อ่านได้
125 – 134 กิโลเฮิรตซ์	น้อยกว่า 1 เมตร (10 เซนติเมตร)
13.56 เมกะเฮิรตซ์	น้อยกว่า 1.5 เมตร (~1 เมตร)
860 – 960 เมกะเฮิรตซ์	2-5 เมตร 1 – 100 เมตร (แท็กแบบแอ็กทีฟ)
2.45 กิกะเฮิรตซ์	น้อยกว่า 1 เมตร (แท็กแบบพาสซีฟ) 1-15 เมตร (แท็กแบบแอ็กทีฟ)

2.1.10 การประยุกต์ใช้งาน RFID

ในปัจจุบันมีการนำระบบอาร์เอฟไอดี มาประยุกต์ใช้งานหลากหลายด้าน เช่น ระบบคลังสินค้า ด้านระบบการขนส่ง ด้านการทหาร ด้านการแพทย์และสาธารณสุข ด้านการเกษตรกรรมและปศุสัตว์ ธุรกิจการบิน ธุรกิจการเงิน การศึกษา การท่องเที่ยว อุตสาหกรรมการผลิต ตัวอย่างการใช้งานได้แก่

2.1.10.1 การประยุกต์ใช้ RFID ในห่วงโซ่อุปทาน และระบบลอจิสติกส์

2.1.10.1.1 การประยุกต์ใช้ RFID ในอุตสาหกรรมการผลิต

ในกระบวนการจัดซื้อและเก็บรักษาวัตถุดิบต่าง ๆ เทคโนโลยี RFID จะสามารถช่วยลดเวลาในการจัดซื้อ รักษาปริมาณวัตถุดิบให้เพียงพอต่อการใช้งานและจัดสรรปริมาณการใช้กำลังคนและอุปกรณ์ต่าง ๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงยังช่วยกระชับเวลาในวงจรของการจัดซื้อ เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต เช่นเดียวกันเทคโนโลยี RFID จะช่วยในการจัดสรรปริมาณการใช้กำลังคนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงยังช่วยกระชับเวลาในวงจรของการจัดซื้อ เพิ่มประสิทธิภาพและช่วยให้สามรถติดตามสถานะของสิ่งของต่าง ๆ ได้ทุกระยะจึงป้องกันการสูญหายได้เป็นอย่างดี

2.1.10.1.2 การประยุกต์ใช้ RFID ในคลังสินค้า

ในกระบวนการรับและส่งสินค้า เทคโนโลยี RFID จะช่วยย่นระยะเวลาในการนับจำนวนตรวจสอบสินค้าลง รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบความถูกต้องของสินค้าดังกล่าวในส่วนของการสั่งซื้อก็จะช่วยเพิ่มความถูกต้อง และความปลอดภัยให้สูงขึ้น ในส่วนของการจัดวางสินค้าก็จะช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากการวางสิ่งของผิดที่ผิดตำแหน่ง และย่นระยะเวลาในการระบุตำแหน่งที่ใช้ในการวางสินค้านั้น ๆ โดยแถบ RFID จะแสดงถึงตำแหน่งที่ใช้ในการวางสินค้านั้นโดยอัตโนมัติ และส่งสัญญาณเตือนเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้น นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น เทคโนโลยี RFID ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนงานต่างๆ ทั้งการจัดการอุปสงค์ อุปทาน และรวมถึงการเชื่อมโยงระหว่างคลังสินค้ากับหน่วยงานอื่น ๆที่เกี่ยวข้อง

รูปที่ 2.18 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในระบบคลังสินค้า [2]

2.1.10.1.3 การประยุกต์ใช้ RFID ในระบบการขนส่ง

ในเรื่องของการบริหารจัดการ และการดูแลรักษาทรัพย์สินนั้น เทคโนโลยี RFID จะเข้ามาช่วยเหลือในส่วนของการเพิ่มประสิทธิผลที่ได้รับจากการใช้บริการสินทรัพย์นั้น ๆ ลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น และป้องกันความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานที่อาจเกิดขึ้น ในส่วนของการบริหารจัดการภายในลานจอดรถ RFID จะช่วยเพิ่มประสิทธิผลที่ได้รับจากการใช้บริการสินทรัพย์ต่าง ๆ เช่นกัน และยังรวมไปถึงการติดตามรถขนส่ง การติดตามสินค้า การตรวจสอบความถูกต้องของเส้นทางการขนส่ง เพิ่มความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพโดยรวม นอกเหนือจากนี้ ยังสามารถใช้การติดตามและประเมินศักยภาพของผู้ทำสัญญารับช่วงได้อีกเป็นอย่างดี

2.1.10.1.4 การประยุกต์ใช้ RFID ในร้านค้า

เริ่มต้นตั้งแต่ในส่วนของการรับสินค้า RFID จะช่วยลดระยะเวลาในการตรวจรับสินค้า และรวมถึงการลดปริมาณคนงานที่ทำหน้าที่รับสินค้า เพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้อง จากงานวิจัยของ Accentor กล่าวว่า ระบบ RFID สามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับคนงานลงได้โดยลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบรับสินค้าลง 65% คลังสินค้า 25% การนับสินค้าถึง 100% ในส่วนของการจัดเรียงก็จะช่วยย่นระยะเวลาในการจัดเรียงเนื่องจากสามารถระบุตำแหน่งในการตรวจสอบสินค้าคงเหลือ นอกจากนั้น RFID ยังสามารถช่วยเหลือในงานรับคืนสินค้า โดยจะตรวจสอบได้ว่าสินค้านั้น ๆ เป็นสินค้าที่ขายไปจากที่ไหน เมื่อไร ในสภาพเช่นไรและยังรวมถึงเพิ่มความถูกต้องในการคืนเงิน ภายหลังการขาย RFID สามารถช่วยตรวจสอบสภาพการรับประกันสินค้า โดยสามารถทำให้การตรวจสอบเป็นไปด้วยความรวดเร็ว และทำให้การซ่อมบำรุง หรือเปลี่ยนสินค้าทดแทนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

รูปที่ 2.19 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในร้านค้า [4]

2.1.10.1.5 การประยุกต์ใช้ RFID ระหว่างหน่วยธุรกิจในห่วงโซ่อุปทาน

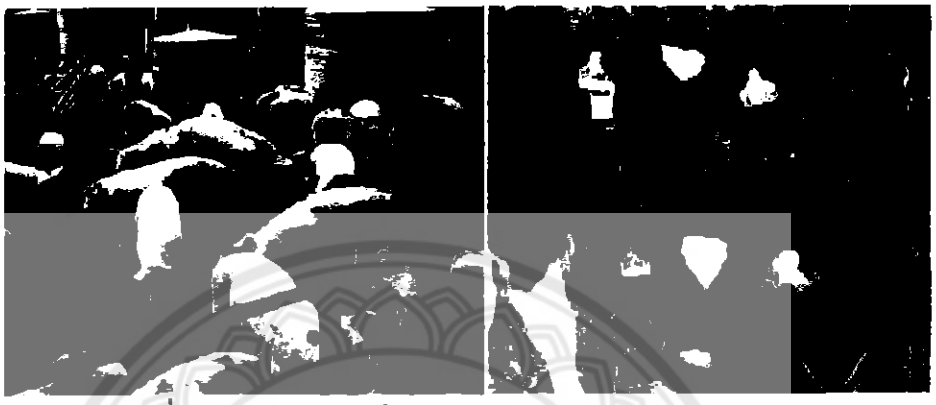
เทคโนโลยี RFID จะช่วยลดปัญหาสินค้าหมดเนื่องจากสามารถตรวจสอบปริมาณสินค้าได้ตลอดเวลา และยังช่วยให้สามารถวางแผนการจัดซื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยอ้างอิงจากพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคโดยตรง ลดปริมาณสินค้าคงคลัง (Safety Stock) ทุกหน่วยธุรกิจสามารถส่งข้อมูลต่าง ๆ ไปยังส่วนงานที่เกี่ยวข้องได้โดยสะดวกและในระยะเวลาอันสั้น การซื้อขายสินค้าปลอมแปลงก็จะลดปริมาณลง ประสิทธิภาพของสินค้าสูงขึ้น ในส่วนของความปลอดภัยก็จะช่วยลดการรุกล้ำของสิ่งของเครื่องมือต่าง ๆ ที่ไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าในแต่ละพื้นที่ที่หวงห้าม

2.1.10.2 การประยุกต์ใช้ RFID ในอุตสาหกรรมรถยนต์

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID กับอุตสาหกรรมรถยนต์สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทงานหลัก ๆ คือ การติดตามส่วนประกอบรถยนต์ การบริหารจัดการอุปกรณ์ เครื่องมือ และการประยุกต์ใช้กับตัวรถยนต์ ในส่วนของการติดตามส่วนประกอบรถยนต์ ก็จะประกอบไปด้วย การบริหารสินค้าคงคลัง การประกอบรถยนต์ การป้องกันการขโมย การยืนยันความถูกต้องของตัวสินค้าว่าเป็นของแท้ไม่ได้มีการทำลอกเลียนแบบ การบำรุงรักษาและ การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) อีกด้านหนึ่งในส่วนของการประยุกต์ใช้กับตัวรถยนต์ ก็จะให้ความสำคัญในเรื่องการแสดงตัวของรถยนต์แต่ละคัน การอนุญาตการเข้า-ออก (การฝัง RFID ไว้กับกุญแจ หรือ คีย์การ์ดสำหรับเปิดประตูรถ) และการติดตามวัดแรงดันของยางรถยนต์ เป็นต้น หลักการทำงานของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในอุตสาหกรรมรถยนต์ ก็จะมีความคล้ายคลึงกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในห่วงโซ่อุปทาน และระบบลอจิสติกส์ กล่าวคือ ต้องการระบุว่าสิ่งของนั้น ๆ คืออะไร มีรายละเอียดเป็นอย่างไร มาจากไหน แล้วจะต้องไปต่อที่ไหน โดยจะต้องสามารถควบคุมดูแล และตรวจสอบให้ตลอดเส้นทางการเคลื่อนย้าย

2.1.10.3 การประยุกต์ใช้ RFID ในเกษตรกรรม

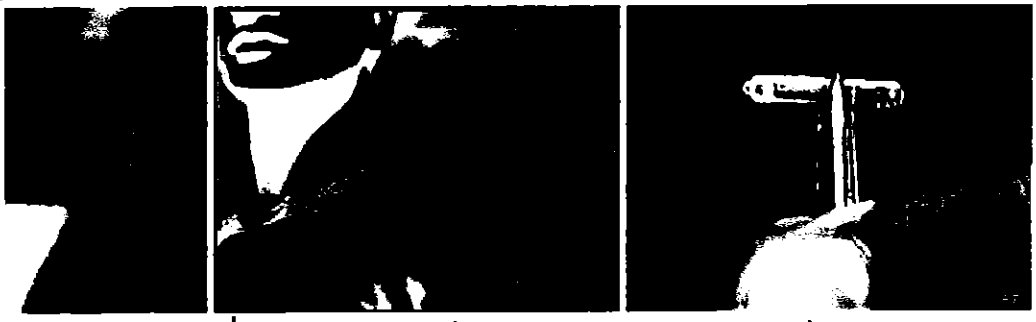
สำหรับภายในประเทศไทยเองก็ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมเช่นเดียวกัน เช่น ในปัจจุบัน ฟาร์ม เอส พี เอ็ม ที่จังหวัดราชบุรี ได้นำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในการเลี้ยงสุกร เพื่อให้ได้มาตรฐาน ไม่อ้วนหรือผอมเกินไป



รูปที่ 2.20 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในด้านเกษตรกรรม [2]

2.1.10.4 การประยุกต์ใช้ RFID ในการแพทย์

ในปัจจุบันได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยี RFID เข้าไปประยุกต์ใช้ทางการแพทย์และได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา องค์การอาหารและยาของประเทศให้การรับรองและอนุญาตให้มีการใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยี ฝังชิ้นส่วนของไมโครชิป หรือ เก็บหน่วยข้อมูลอัจฉริยะขนาดจิ๋ว ซึ่งทำงานด้วยระบบ RFID เข้าสู่ผิวหนังผู้ป่วยได้ โดยลักษณะรูปร่างของเจ้าไมโครชิปนี้จะมีขนาดเล็กมากๆ มีขนาดเท่า "เมล็ดข้าว" เท่านั้นเอง และใช้ฉีดเข้าไปฝังตัวใต้ผิวหนังของผู้ป่วย เพื่อช่วยเก็บข้อมูลในทางการแพทย์ อาทิเช่น ข้อมูลกรุ๊ปเลือด ข้อมูลการเกิดภูมิแพ้ ข้อมูลลักษณะเฉพาะของผู้ป่วยแต่ละบุคคล เพื่อให้แพทย์ช่วยรักษาและวินิจฉัยให้ตรงกับโรคมากที่สุดอีกทั้งยังใช้เป็นรหัสส่วนบุคคลของผู้ป่วยอีกด้วย



รูปที่ 2.21 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในทางการแพทย์ [2]

2.1.10.5. ใช้ในการควบคุมการเข้าออกอาคาร/บัตรประจำตัว

การควบคุมการเข้า-ออก/บัตรประจำตัว (Access Control / Personal Identification) เป็นระบบรักษาความปลอดภัยการเข้า-ออกอาคาร แทนการใช้บัตรแถบแม่เหล็ก เนื่องจากบัตรแถบแม่เหล็กเมื่อมีการใช้งานนานจะมีการชำรุดสูง แต่บัตรแบบอาร์เอฟไอดี (Proximity Card) ใช้เพียงแตะหรือแสดงผ่านหน้าเครื่องอ่านเท่านั้น รวมทั้งยังสามารถใช้ตรวจสอบเวลาเข้า-ออกงานของพนักงานด้วย

รูปที่ 2.22 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในการควบคุมการเข้าออกอาคาร/บัตรประจำตัว [2]

2.1.10.6. การประยุกต์ใช้ RFID ในห้องสมุด

แนวคิดที่จะนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในกระบวนการยืมคืนหนังสือและสื่อโสตทัศน์ด้วยตนเอง ห้องสมุดแห่งแรกที่ติดตั้งระบบเทคโนโลยี RFID คือ ห้องสมุดของ Rockefeller University in New York ส่วนห้องสมุดประชาชนแห่งแรกที่นำเทคโนโลยี RFID มาใช้ คือ Farmington Community Library ในรัฐมิชิแกน

รูปที่ 2.23 การประยุกต์ใช้งาน RFID ในระบบห้องสมุด [4]

2.2 ระบบฐานข้อมูล (Database)

2.2.1 ความหมายของระบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน นำมาเก็บรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบและข้อมูลที่ประกอบกันเป็นฐานข้อมูลนั้น ต้องตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งานขององค์กรด้วยเช่นกัน เช่น ในสำนักงานก็รวบรวมข้อมูล ตั้งแต่หมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่มาติดต่อจนถึงการเก็บเอกสารทุกอย่างของสำนักงาน ซึ่งข้อมูลส่วนนี้จะมีส่วนที่สัมพันธ์กันและเป็นที่ต้องการนำออกมาใช้ประโยชน์ต่อไปภายหลัง ข้อมูลนั้นอาจจะเกี่ยวกับบุคคล สิ่งของสถานที่ หรือเหตุการณ์ใด ๆ ก็ได้ที่เราสนใจศึกษา หรืออาจได้มาจากการสังเกต การนับหรือการวัดก็เป็นได้ รวมทั้งข้อมูลที่เป็นตัวเลข ข้อความ และรูปภาพต่าง ๆ ก็สามารถนำมาจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลได้ และที่สำคัญข้อมูลทุกอย่างต้องมีความสัมพันธ์กัน เพราะเราต้องการนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

2.2.2 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

ระบบฐานข้อมูล หมายถึง การรวมตัวกันของฐานข้อมูลตั้งแต่ 2 ฐานข้อมูลเป็นต้นไปที่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และทำให้การบำรุงรักษาตัวโปรแกรมง่ายมากขึ้น โดยผ่านระบบการจัดการฐานข้อมูล หรือ เรียกย่อ ๆ ว่า DBMS

2.2.3 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลเป็นเพียงวิธีคิดในการประมวลผลรูปแบบหนึ่งเท่านั้น แต่การใช้ฐานข้อมูลจะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลักดังต่อไปนี้

- แอพลิเคชันฐานข้อมูล (Database Application)
- ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System หรือ DBMS)
- ดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ (Database Server)
- ข้อมูล (Data)
- ผู้บริหารฐานข้อมูล ((Database Administrator หรือ DBA)

2.2.4 แอพลิเคชันฐานข้อมูล

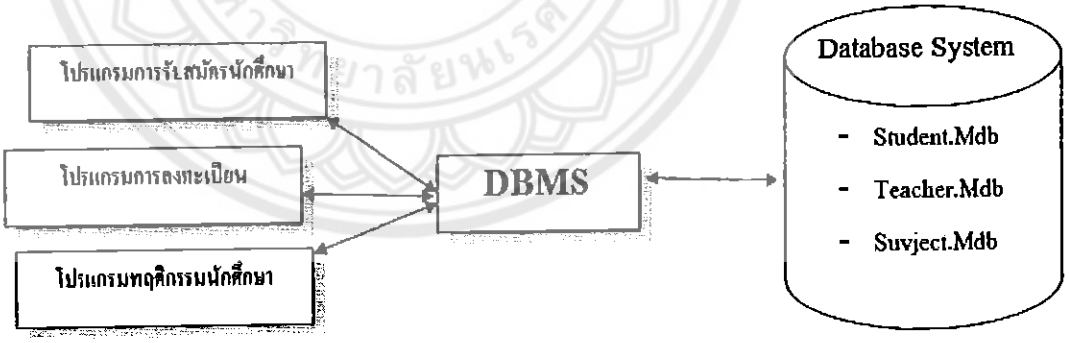
เป็นแอพลิเคชันที่สร้างไว้ให้ผู้ใช้งานสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้อย่างสะดวก ซึ่งมีรูปแบบการติดต่อกับฐานข้อมูลแบบเมนูหรือกราฟิก โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับฐานข้อมูลเลยก็สามารถเรียกใช้งานฐานข้อมูลได้เช่น บริการเงินสด ATM

2.2.5 ระบบจัดการฐานข้อมูล

ระบบจัดการฐานข้อมูล หมายถึง กลุ่มโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ชนิดหนึ่ง ที่สร้างขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่บริหารฐานข้อมูลโดยตรง ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างฐานข้อมูล พูดง่าย ๆ ก็คือ DBMS นี้เป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้ และโปรแกรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูล ตัวอย่างของ DBMS ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ Microsoft Access, FoxPro, SQL Server, Oracle, Informix, DB2 เป็นต้น

หน้าที่ของระบบจัดการฐานข้อมูล มีดังนี้

- กำหนดมาตรฐานข้อมูล
- ควบคุมการเข้าถึงข้อมูลแบบต่าง ๆ
- ดูแล-จัดเก็บข้อมูลให้มีความถูกต้องแม่นยำ
- จัดเรื่องการสำรอง และฟื้นสภาพแฟ้มข้อมูล
- จัดระเบียบแฟ้มทางกายภาพ (Physical Organization)
- รักษาความปลอดภัยของข้อมูลภายในฐานข้อมูล และป้องกันไม่ใช้ข้อมูลสูญหาย
- บำรุงรักษาฐานข้อมูลให้เป็นอิสระจากโปรแกรมแอพลิเคชันอื่น ๆ
- เชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เข้าด้วยกันเพื่อรองรับความต้องการใช้ข้อมูลในระดับต่างๆ



รูปที่ 2.24 แสดงระบบจัดการฐานข้อมูล

2.2.6 ดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์

เป็นคอมพิวเตอร์ที่คอยให้บริการการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งก็คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ระบบจัดการฐานข้อมูลทำงานอยู่นั่นเอง เพราะฉะนั้นควรเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีความรวดเร็วในการทำงานสูงกว่าคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโดยทั่วไป

2.2.7 ข้อมูล

ข้อมูล คือ เนื้อหาของข้อมูลที่เราใช้งาน ซึ่งจะถูกเก็บในหน่วยความจำของคาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ โดยจะถูกเรียกมาใช้งานจากระบบจัดการฐานข้อมูล

2.2.8 ผู้บริหารฐานข้อมูล

ผู้บริหารฐานข้อมูล คือ กลุ่มบุคคลที่ทำหน้าที่ดูแลข้อมูลผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล ซึ่งจะควบคุมให้การทำงานเป็นไปอย่างราบรื่น นอกจากนี้ยังทำหน้าที่กำหนดสิทธิการใช้งานข้อมูล กำหนดในเรื่องความปลอดภัยของการใช้งาน พร้อมทั้งดูแลดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ให้ทำงานอย่างปกติด้วย

2.2.9 ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database)

ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เป็นฐานข้อมูลที่นิยมนำมาใช้งานในปัจจุบันมากที่สุดฐานข้อมูลหนึ่ง โดยผู้ริเริ่มพัฒนาก็คือ อีเอฟ คอดด์ (E.F.Codd) และระบบจัดการฐานข้อมูลที่ใช้ฐานข้อมูลแบบนี้ ได้แก่ Microsoft Access, DB2 และ Oracle เป็นต้น

ลักษณะโครงสร้างข้อมูลของฐานข้อมูลชนิดนี้ ข้อมูลถูกจัดเก็บในรูปแบบของตาราง (Table) ซึ่งภายในตารางก็จะแบ่งออกเป็นแถว (Row) และคอลัมน์ (Column) แต่ละตารางจะมีจำนวนแถวได้หลายแถว และจำนวนคอลัมน์ได้หลายคอลัมน์ แถวแต่ละแถวสามารถเรียกชื่อได้อีกอย่างว่า ระเบียนหรือเรคคอร์ด (Record) และคอลัมน์แต่ละคอลัมน์เรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า เขตข้อมูลหรือ ฟิลด์ (Field)

จุดเด่นของข้อมูลเชิงสัมพันธ์

- ง่ายต่อการเรียนรู้ และการนำไปใช้งาน ทำให้เห็นภาพข้อมูลชัดเจน
- ภาษาที่ใช้จัดการข้อมูลเป็นแบบซีเควล ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงเข้าใจง่าย
- การออกแบบระบบมีทฤษฎีรองรับ สามารถลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้

รูปที่ 2.25 แสดงความสัมพันธ์ของตารางในฐานข้อมูล

จากรูที่ 2.25 แสดงความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างตารางของข้อมูลเชิงสัมพันธ์ โดยแต่ละตารางจะไม่มีการเก็บข้อมูลที่ซ้ำกัน กล่าวคือ ถ้าตารางที่หนึ่งมีการเก็บข้อมูลนั้นแล้วตารางที่สองจะไม่มีการเก็บข้อมูลตัวเดิมอีก แต่หากต้องการใช้ก็สามารถเรียกใช้ข้อมูลร่วมกันได้ทุกตาราง

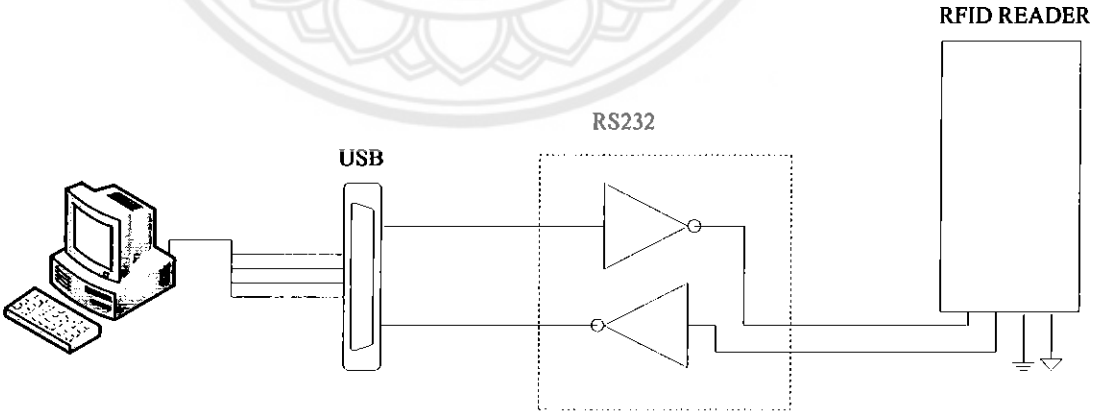
2.3 การออกแบบวงจรส่งข้อมูลแบบอนุกรม

2.3.1 RS232

มาตรฐาน RS232 เป็นมาตรฐานเป็นมาตรฐานที่ได้รับการพัฒนามานานและถูกใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อ DTE (Data Terminal Equipment) เข้ากับ DCE (Data Communication Equipment) เช่น การต่อเทอร์มินัลเข้ากับโมเด็ม การประยุกต์ใช้งานต้องทำการอินเทอร์เฟสตามมาตรฐาน RS232 ซึ่งจำเป็นต้องแปลงระดับสัญญาณ TTL ให้เป็นระดับสัญญาณแบบอื่น

ลักษณะของสัญญาณที่ใช้การอินเทอร์เฟส

มาตรฐาน RS232 ใช้สายสัญญาณเพียงเส้นเดียวในการส่งสัญญาณ โดยสัญญาณที่ส่งไปจะส่งได้ทางเดียว ในกรณีที่มีการส่งข้อมูลในอัตราเร็ว 20 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าสูงสุดในการส่งข้อมูล ระยะทางในการส่งไม่ควรเกิน 50 ฟุต สำหรับการแทนแรงดันของระดับสัญญาณ มีข้อกำหนดดังนี้ " 1 " แทนแรงดัน +5 โวลต์ ถึง +15 โวลต์ " 0 " แทนระดับแรงดันที่มีค่าระหว่าง -5 โวลต์ ถึง –15 โวลต์ [10]

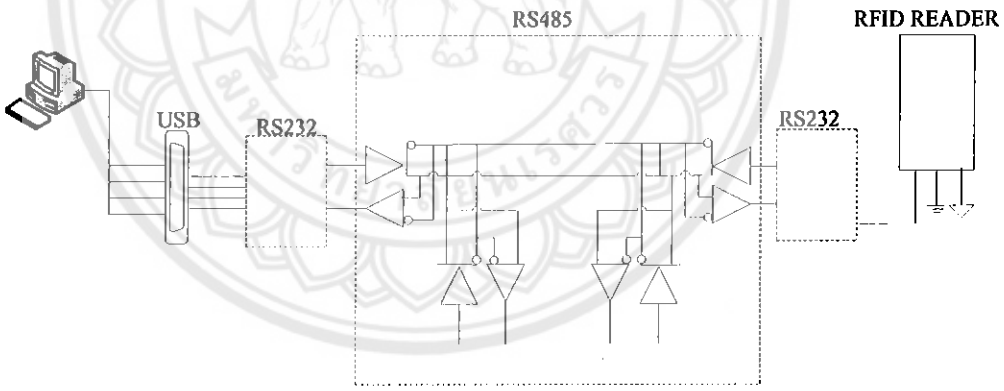


รูปที่ 2.26 แสดงการส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องอ่าน RFID ผ่านทาง RS232

15753442
ว/ร.
42697
2553

2.3.2 RS485

Standard	EIA RS-485
Physical Media	Twisted Pair
Network Topology	Point-to-point, Multi-dropped, Multi-point
Maximum Devices	33 - Including one detachable terminal
	(32 drivers and 32 receivers)
Maximum Distance	1200 metres (4000 feet)
Mode of Operation	Differential
Maximum Baud Rate	100 kbit/s - 10 Mbit/s
Voltage Levels	-5 V to +5 V (max)
Mark(1)	Positive Voltages (B-A > +200 mV)
Space(0)	negative voltages (B-A < -200 mV)
Available Signals	Tx+/Rx+, Tx-/Rx- (Half Duplex)
	Tx+, Tx-, Rx+, Rx- (Full Duplex)
Connector types	Not specified.



รูปที่ 2.27 แสดงการส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องอ่าน RFID ผ่านทาง RS485 และRS232

ข้อแตกต่างระหว่าง RS232 กับ RS485

RS232 ไม่ทนต่อสัญญาณรบกวนเนื่องจากข้อมูลในสาย Tx และ Rx ต้องเปรียบเทียบระดับสัญญาณกับ GND เมื่อ GND ถูกรบกวนทำให้ GND เปลี่ยนไปจากเดิม แต่ RS485 ไม่ได้ใช้การอ้างอิงสัญญาณกับ GND แต่ RS485 ใช้ความแตกต่างระหว่างสาย 2 สาย (A และ B) เป็นตัวบอกว่า Logic "1" หรือ Logic "0" ซึ่งวิธีนี้จะป้องกัน GND loop ที่เกิดขึ้น

2.4 สายส่งข้อมูล

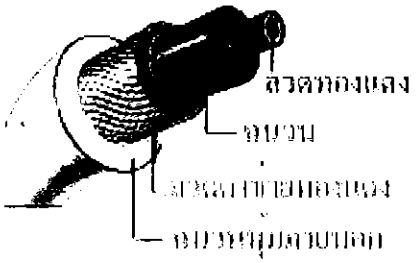
2.4.1 สายคู่บิดเกลียว

สายคู่บิดเกลียวเป็นสายทองแดงที่ใช้พลาสติกเป็นวัสดุห่อหุ้ม โดยสายแต่ละคู่จะนำมาบิดเกลียวกัน เช่น สายโทรศัพท์ สายคู่บิดเกลียวสามารถแบ่งออกเป็นประเภทที่ไม่มีฉนวนป้องกันสัญญาณรบกวนหรือ UTP (UTP : Unshielded Twisted Pair Cable) และสายประเภทที่มีฉนวนหุ้มป้องกันสัญญาณรบกวนหรือ STP (STP : Shielded Twisted Pair Cable)

รูปที่ 2.28 แสดงสายคู่บิดเกลียวประเภทมีฉนวนหุ้มและไม่มีฉนวนหุ้ม [6]

2.4.2 สายโคแอกเชียล

ประกอบด้วยสายทองแดงเส้นหนึ่งที่อยู่แกนกลาง โดยสายทองแดงนี้จะถูกหุ้มด้วยพลาสติกและมีเส้นใยที่ถักเป็นตาข่ายที่ไว้เป็นฉนวนป้องกันสัญญาณรบกวนจากนั้นชั้นนอกสุดหุ้มด้วยพลาสติกอีกทีหนึ่ง ดังนั้นสายชนิดนี้จึงเป็นสายส่งข้อมูลที่มีการป้องกันสัญญาณรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี เช่น สายอากาศโทรทัศน์



รูปที่ 2.29 แสดงรูปสายโคแอกเชียล [6]

2.4.3 สายใยแก้วนำแสง

ภายในสายจะประกอบด้วยสายที่ทำมาจากแก้วหรือพลาสติกตั้งแต่ 10 เส้นจนถึงหลายร้อยเส้น เนื่องจากเป็นการส่งสัญญาณด้วยแสงสัญญาณจึงมีการลดทอนที่ต่ำ ดังนั้นจึงสามารถส่งได้หลายร้อยกิโลเมตร

รูปที่ 2.30 แสดงรูปของสายใยแก้วนำแสง [6]

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของ RFID
2. ออกแบบระบบฐานข้อมูลโดยใช้ Microsoft Access
3. ออกแบบหน้าต่างโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 2008
4. เชื่อมต่อโปรแกรมเข้ากับระบบฐานข้อมูล
5. ออกแบบโปรแกรมให้สามารถรับข้อมูลเข้าทาง serial port หรือ USB port เพื่อใช้ในการรับข้อมูลที่เป็นรหัสบัตรจากเครื่องอ่าน RFID ที่ต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์ทาง serial port หรือ USB port
6. เขียนโปรแกรมให้สามารถเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีรหัสบัตรที่อ่านได้จากเครื่องอ่าน RFID ตรงกับฐานข้อมูลมาแสดงและบันทึกเวลาในการเข้า – ออก ลานจอดรถหรือผ่านเข้าออกอาคาร และเขียนโปรแกรมให้สามารถคำนวณค่าบริการในกรณีใช้บริการลานจอดรถ
7. ออกแบบวงจรสื่อสารข้อมูลระยะไกลโดยใช้ RS232 และ RS485
8. ทดสอบโปรแกรมและการใช้งาน

3.2 ตัวอ่าน RFID และ Tag

3.2.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของ ID-12 Board

ระยะ Tag ประมาณ 5 cm (ระยะ tag สามารถเพิ่มหรือลดลงได้ เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น ขนาดของ ตัว Tag ที่ใช้ ถ้ามีขนาดใหญ่ จะสามารถมีระยะที่ไกลขึ้น , สภาวะแวดล้อมทางไฟฟ้า)

ออกแบบมาสำหรับการใช้งานแบบ ACSII เท่านั้น โดยการ set Jumper บนบอร์ด

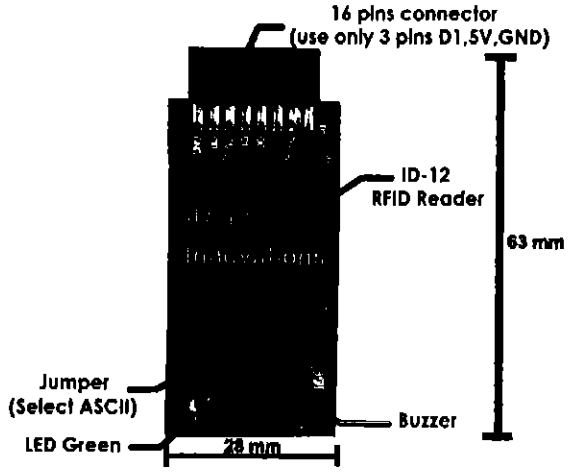
ใช้ไฟเลี้ยงสำหรับบอร์ด 5 Volt

สามารถดึงข้อมูลออกเป็น serial ได้เพียงใช้ pin เดียว (ขา D1) โดยไม่ต้องต่อวงจรเพิ่ม

มีสัญญาณเสียง Beep (Buzzer)และ สัญญาณแสงสีเขียวจาก LED แสดงสถานะเวลามีการอ่านข้อมูลจาก Tag

3.2.2 การเชื่อมต่อ ID-12 Board

การเชื่อมต่อและการใช้งาน ID-12 Board กรณีใช้งานปกติต่อใช้งานกับบอร์ดทดลองต่าง ๆ ใช้ pin จาก ID-12 Board เพียง 3 pin คือ pin D1 , pin 5V และ pin GND สามารถ นำ pin D1 ไปต่อเข้ากับ MCU ที่มี serial Rx ได้เลย เนื่องจากสัญญาณที่มาจาก ID12 Module นั้นเป็น TTL

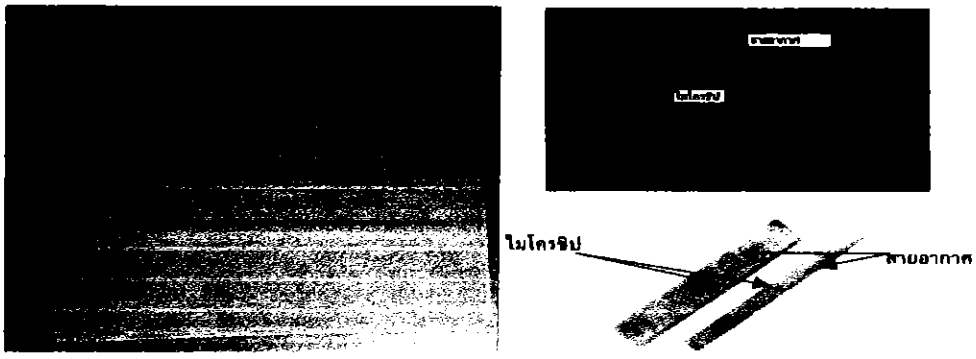


รูปที่ 3.1 แสดงการเชื่อมต่อเพื่อการใช้งานตัวอ่าน RFID

3.2.3 รายละเอียดของ Tag ที่ใช้งาน

- ความถี่ใช้งาของ Tag 125kHz
- การเข้ารหัสเป็นแบบ Manchester encoding
- ขนาดความยาวของบิต 40 bit
- วัสดุที่ใช้เป็นแบบ PVC
- อุณหภูมิในการเก็บรักษา -20 องศาเซลเซียสถึง 50 องศาเซลเซียส
- ขนาดของ Tag 85.6 × 54 × 0.86 (mm)

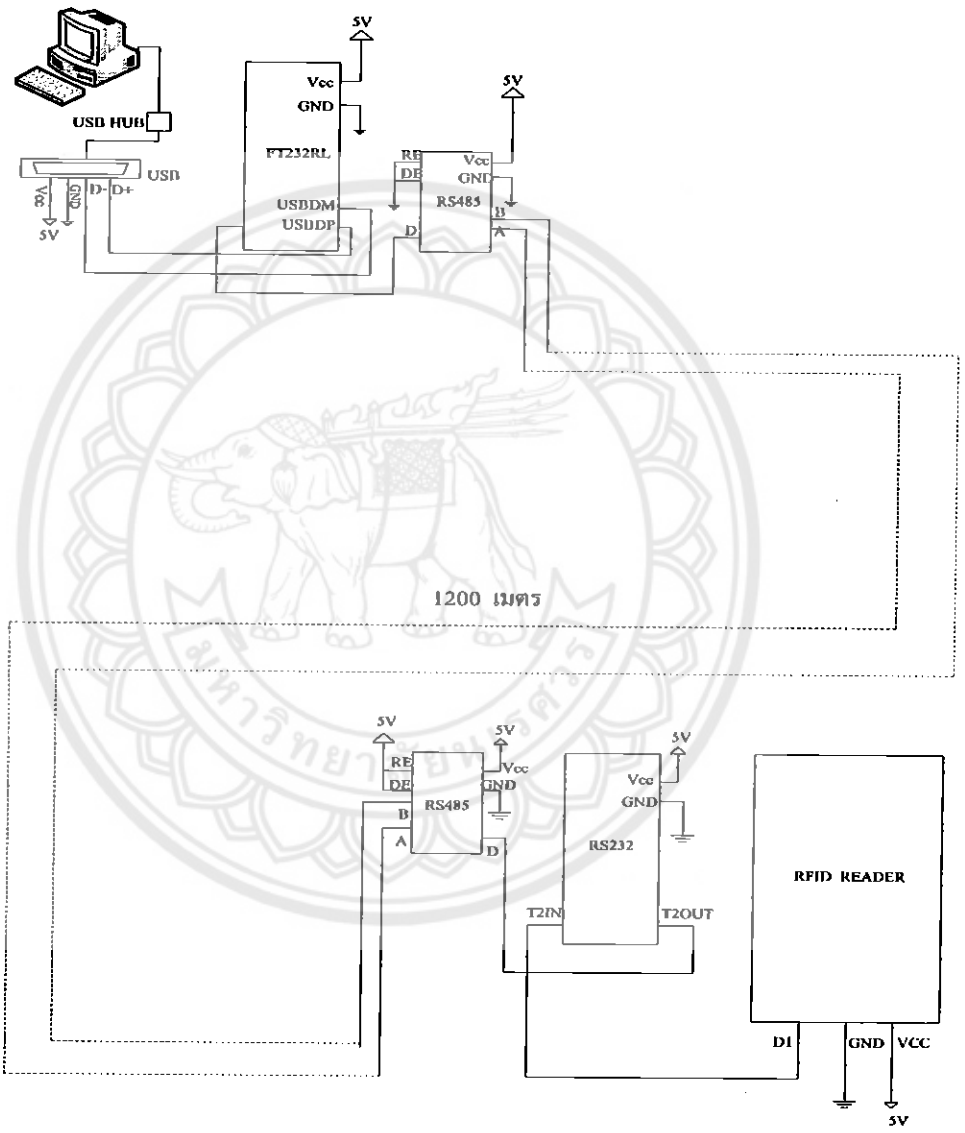
แท็กชนิดนี้เป็นแท็กแบบพาสซีบทำงานได้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใดๆ เพราะภายในแท็กจะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟอยู่ในตัว ทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะภายนอกและโครงสร้างภายในของ Tag ที่นำมาใช้งาน

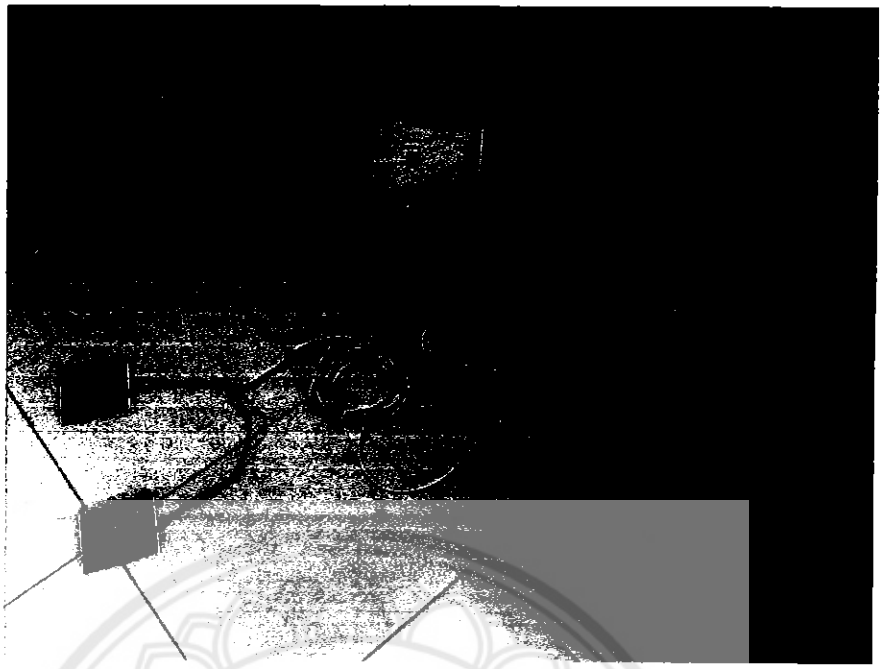
3.3 การออกแบบและจัดทำวงจรส่งข้อมูลระยะไกลโดยใช้ RS323 และ RS485

ในการดำเนินโครงงานเป็นการส่งข้อมูลผ่านทางซีเรียลพอร์ตหรือยูเอสบีพอร์ตทำให้ไม่สามารถส่งข้อมูลได้ในระยะที่ไกลมากดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการออกแบบวงจรเพื่อที่จะช่วยให้สามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลมากขึ้นเพื่อสะดวกกับการใช้งานของระบบ จึงมีการออกแบบวงจรในการส่งข้อมูลดังนี้



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรการส่งข้อมูลจากเครื่องอ่าน RFID ไปยังคอมพิวเตอร์

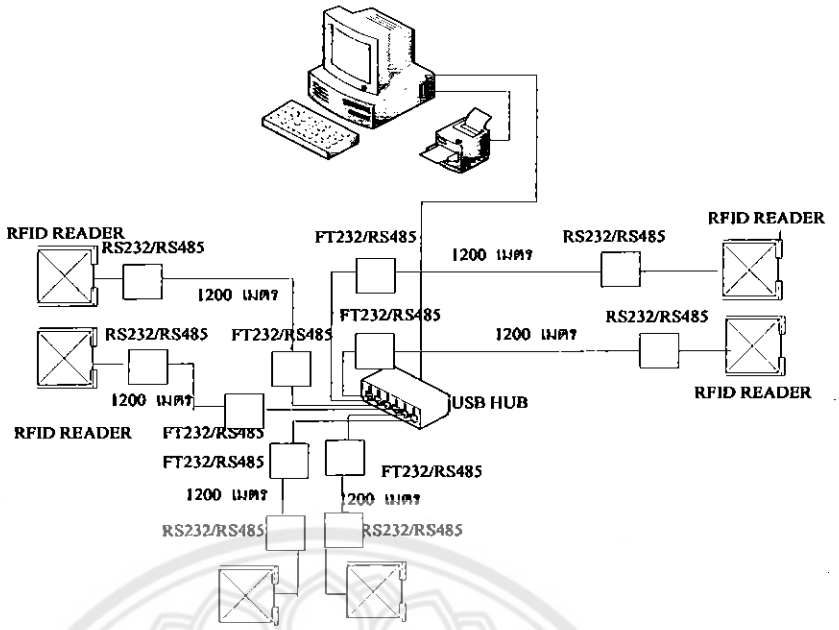
จากรูปที่ 3.3 แสดงวงจรการส่งข้อมูลติดต่อระหว่าง RFID กับ คอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งจากการใช้วงจรดังรูปในการเชื่อมต่อนั้นสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลมากขึ้น ทำให้สามารถวางตำแหน่งเครื่องอ่าน RFID ไว้ห่างจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้มากขึ้นด้วย



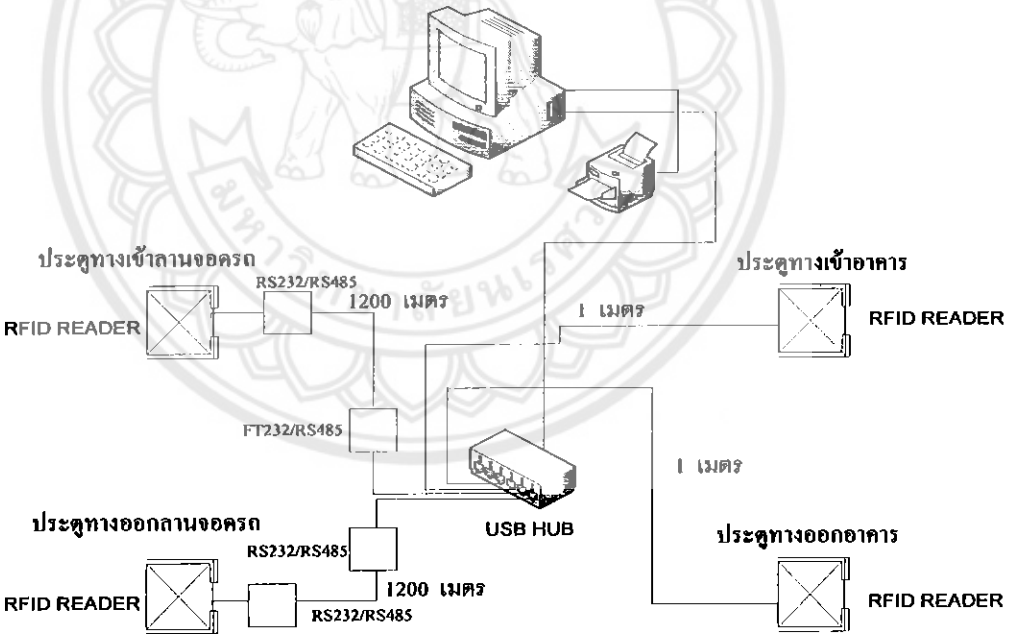
รูปที่ 3.4 แสดงเชื่อมต่อระหว่างเครื่องอ่าน RFID เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางสาย USB

จากรูปที่ 3.4 เป็นการแสดงการเชื่อมต่อเครื่องอ่าน RFID เข้ากับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งมีการต่อเครื่องอ่าน RFID ผ่านวงจร RS485 เพื่อที่จะเพิ่มระยะทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องอ่าน RFID กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

รูปที่ 3.5 แสดงเชื่อมต่อระหว่างเครื่องอ่าน RFID วงจรส่งข้อมูล RS485



รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่าง RFID READER หลายตัวเข้ากับคอมพิวเตอร์



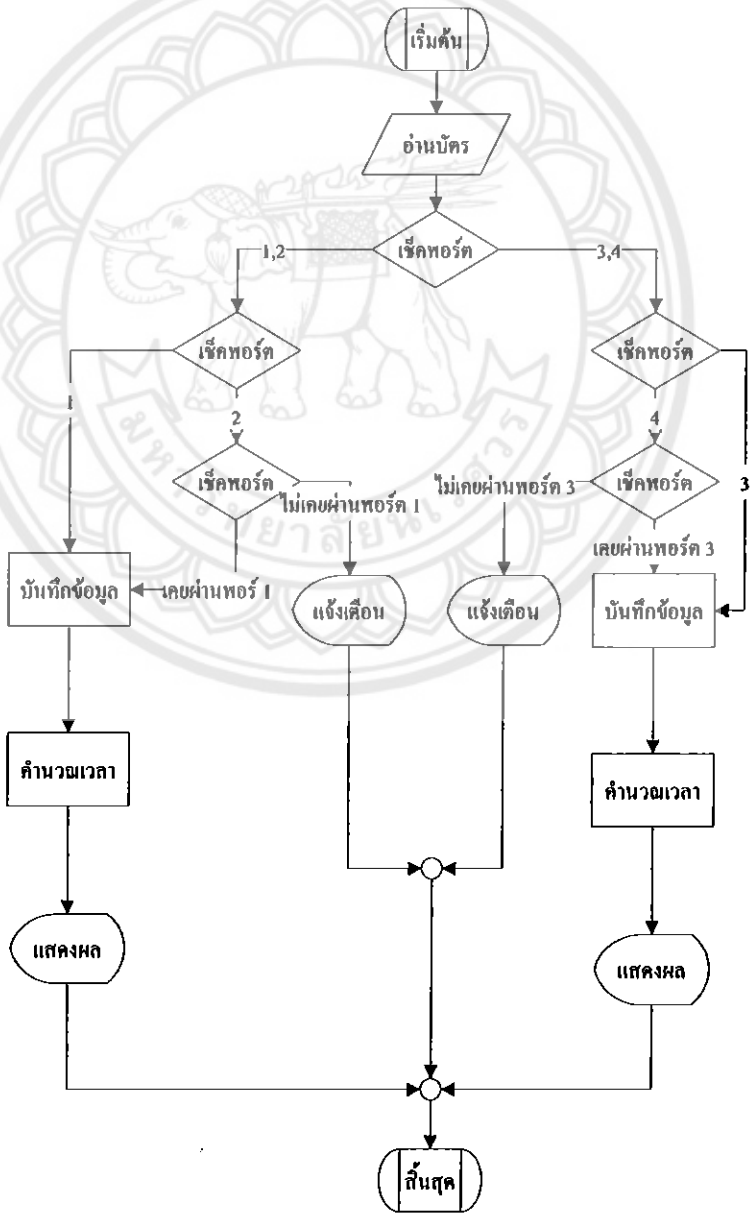
รูปที่ 3.7 แสดงโครงข่ายการเชื่อมต่อที่ใช้ในโครงงาน

รูปที่ 3.6 แสดงการเชื่อมต่อ RFID READER เข้ากับคอมพิวเตอร์ ในการเชื่อมต่อโดยการใช้ RS485 ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่านทางพอร์ต USB และ USB HUB ซึ่งทำให้สามารถเชื่อมต่อ RFID READER ได้หลายตัวขึ้นและจากการเชื่อมต่อด้วย RS485 นี้ทำให้ส่งข้อมูลได้ในระยะที่ไกลขึ้นถึง 1200 เมตร

รูปที่ 3.7 แสดงการเชื่อมต่อที่ใช้ในโครงงานนี้โดย RFID READER ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต USB และ USB HUB ในการเชื่อมต่อระหว่าง RFID READER ที่ประตูลานจอดรถมีการเชื่อมต่อโดยการใช้ RS485 ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ในระยะที่ไกลขึ้นและสามารถส่งได้ถึง 4000 ฟุต หรือ 1200 เมตร ส่วนของประตูทางเข้า – ออกอาคารไม่มีการเชื่อมต่อผ่าน RS485 แต่เป็นการเชื่อมต่อผ่านพอร์ต USB จึงมีการส่งข้อมูลในระยะ 1 เมตร

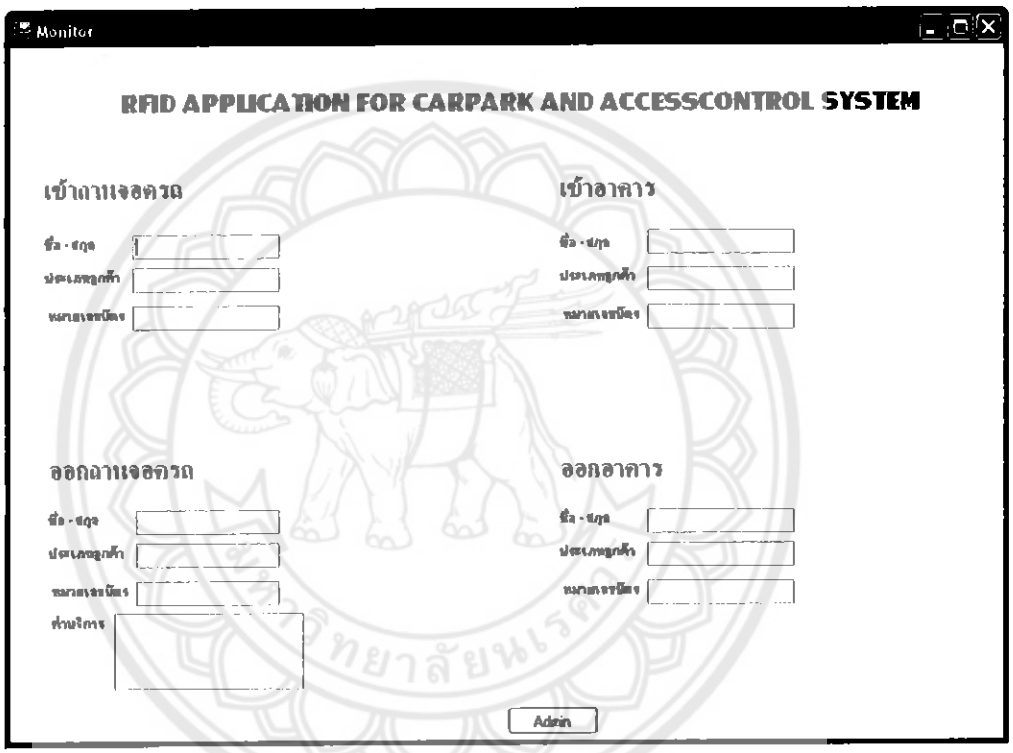
3.4 การออกแบบหน้าต่างโปรแกรมและ Flowchart การทำงานของโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมจะต้องมีการจัดทำ Flowchart เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรม ซึ่งจะส่งผลให้การเขียนโปรแกรมมีการผิดพลาดที่น้อย ในการจัดทำโปรแกรมในครั้งนี้มีการจัดทำ Flowchart ดังรูป



รูปที่ 3.8 แสดง Flowchart ของโปรแกรม RFID APPLICATION FOR ACCESSCONTROL

จากรูปที่ 3.8 เป็นการแสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรม โดยที่โปรแกรมจะเริ่มจากการอ่านบัตร RFID จากนั้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลรหัสของบัตรถูกส่งเข้ามาจากพอร์ตใด เมื่อโปรแกรมตรวจสอบได้ว่าข้อมูลเข้ามาจากพอร์ตใดแล้วโปรแกรมจะทำการบันทึกเวลาเข้า – ออก และมีการคำนวณเวลาและค่าบริการ จากนั้นจะแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในการรับข้อมูลเข้ามาจากพอร์ตนั้นโปรแกรมมีการรับค่าใหม่ทุกๆ 1 วินาที แต่ถ้าหากโปรแกรมพบว่าเป็นข้อมูลชุดเดิม เข้ามาจากพอร์ตเดิมโดยที่ยังไม่มีการบันทึกเวลาที่พอร์ตอื่นโปรแกรมจะไม่สั่งบันทึกเวลาในฐานข้อมูลซ้ำ



รูปที่ 3.9 แสดงหน้าต่างโปรแกรมการใช้งานในส่วนของพนักงานเก็บค่าบริการ

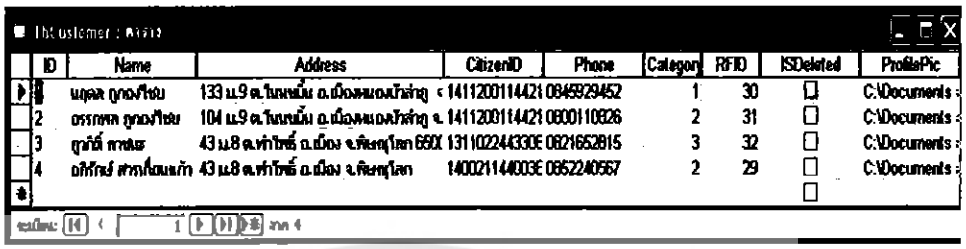
จากรูปที่ 3.9 เป็นการแสดงหน้าจอโปรแกรมซึ่งประกอบด้วยส่วนของลานจอดรถและส่วนของการเข้าออกอาคาร

ในส่วนของลานจอดรถนั้นจะประกอบด้วย ส่วนแสดงชื่อลูกค้า ประเภทของลูกค้า หมายเลขบัตร RFID 4 ตัวท้าย และค่าบริการซึ่งจะมีเฉาะในส่วนที่เป็นการบันทึกเวลาออกจากลานจอดรถเท่านั้น

ในส่วนของการลงชื่อเข้าออกอาคารก็จะประกอบไปด้วยส่วนแสดงผลที่เหมือนกันทั้งส่วนที่เป็นการเข้าและออกจากอาคาร ซึ่งมีรายละเอียดที่แสดงคือ ชื่อลูกค้า ประเภทของลูกค้า และหมายเลขบัตร RFID 4 ตัวท้าย

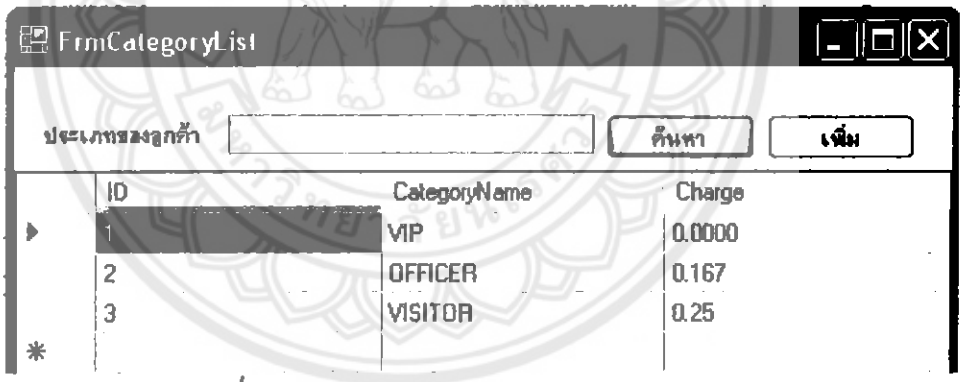
3.5 การออกแบบระบบฐานข้อมูล

ในการจัดทำฐานข้อมูลนั้นจะต้องมีการออกแบบฐานข้อมูลให้มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งในแต่ละตารางจะมีการกำหนดชื่อฟิลด์ต่างๆเพื่อใช้เป็นการบ่งชี้ว่าข้อมูลในฟิลด์หรือคอลัมน์นั้นเป็นการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับอะไร การออกแบบตารางและกำหนดฟิลด์ต่างๆ เป็นดังนี้



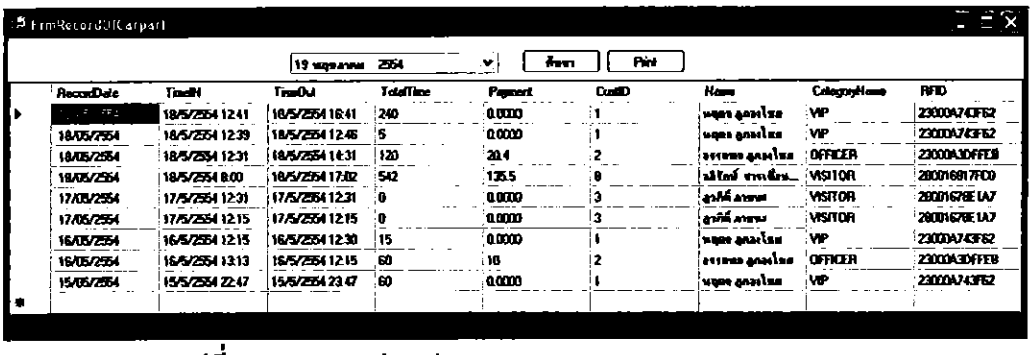
รูปที่ 3.10 แสดงส่วนประกอบของตาราง customer

จากรูปที่ 3.10 เป็นการออกแบบฐานข้อมูลที่เป็นตารางข้อมูลลูกค้า ซึ่งประกอบด้วย ลำดับสมาชิก, ชื่อ – สกุล, ที่อยู่, หมายเลขประจำตัวประชาชน, หมายเลขโทรศัพท์, ประเภทของสมาชิก ลำดับหมายเลข RFID, ตารางแสดงการยกเลิกสมาชิกและตำแหน่งที่เก็บรูปของสมาชิก



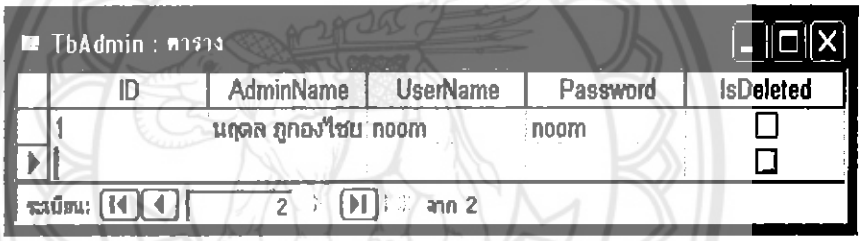
รูปที่ 3.11 แสดงส่วนประกอบของตาราง category

จากรูปที่ 3.11 เป็นตารางแสดงประเภทของบัตรสมาชิกและค่าบริการต่อนาที



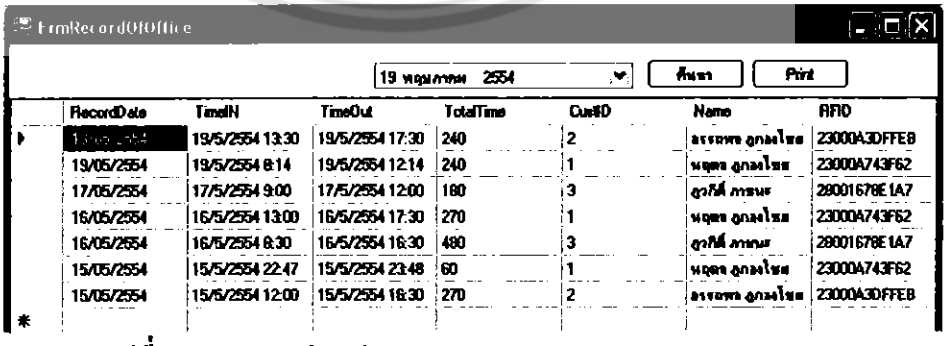
รูปที่ 3.12 แสดงส่วนประกอบของตาราง Record of car park

จากรูปที่ 3.12 เป็นตารางแสดงการบันทึกการเข้า – ออก ลานจอดรถ โดยจะแสดง วันที่ใช้บริการ, เวลาเข้า, เวลาออก, เวลาที่อยู่ในลานจอดรถโดยนับเป็นนาที, ค่าบริการ, ชื่อสมาชิกที่ใช้บริการ, ประเภทของสมาชิกและหมายเลขบัตร RFID ของสมาชิก



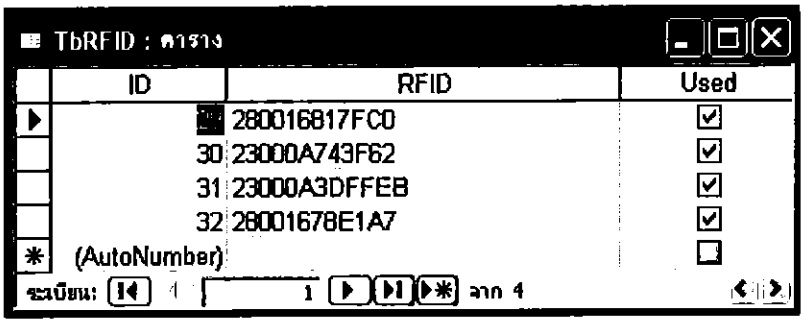
รูปที่ 3.13 แสดงส่วนประกอบของตาราง Admin

จากรูปที่ 3.13 เป็นตารางแสดงรายชื่อ Username และ password ของผู้ดูแลระบบ



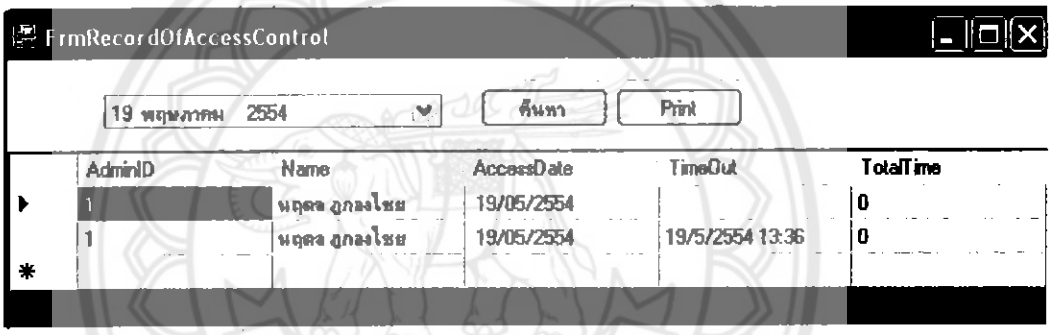
รูปที่ 3.14 แสดงส่วนประกอบของตาราง record of access control

จากรูปที่ 3.14 เป็นตารางแสดงการบันทึกเวลาเข้า – ออกอาคาร โดยมีการบันทึก ลำดับที่ของการลงเวลาเข้า – ออก, วันที่ลงเวลาเข้า – ออก, เวลาเข้า เวลาออก, เวลาทั้งหมดที่เข้าใช้, ชื่อผู้ใช้บริการ



รูปที่ 3.15 แสดงส่วนประกอบของตาราง No. RFID

จากรูปที่ 3.15 เป็นตารางแสดงหมายเลขของบัตร RFID และสถานะการใช้งานของบัตรซึ่งถ้ามีเครื่องหมายถูกแสดงว่าหมายเลขนั้นมีสมาชิกที่เป็นเจ้าของบัตรอยู่แล้ว ไม่สามารถใช้หมายเลขนี้ได้อีก



รูปที่ 3.16 แสดงส่วนประกอบของตาราง Record of admin

จากรูปที่ 3.16 เป็นตารางแสดงการบันทึกการเข้าระบบของผู้ดูแลระบบ โดยมีการบันทึก วันที่และเวลาที่เข้าระบบ, วันที่และเวลาที่ออกจากระบบและเวลาทั้งหมดที่อยู่ในระบบ

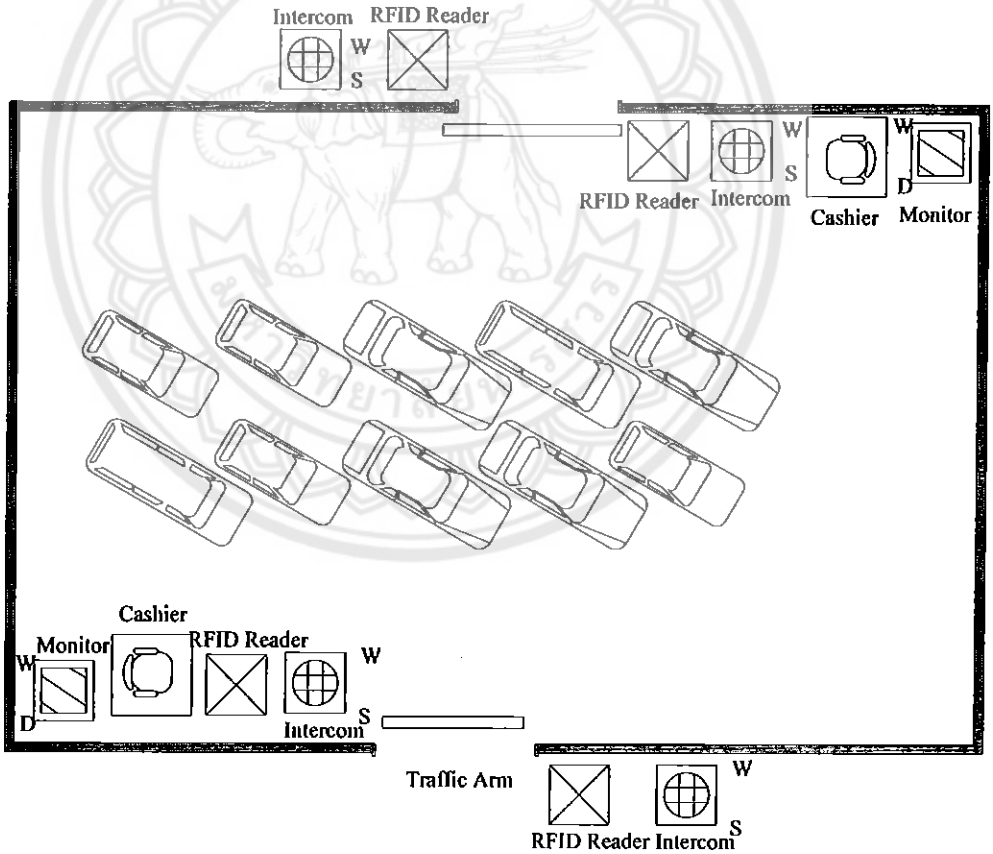
บทที่ 4

ผลการทดลอง

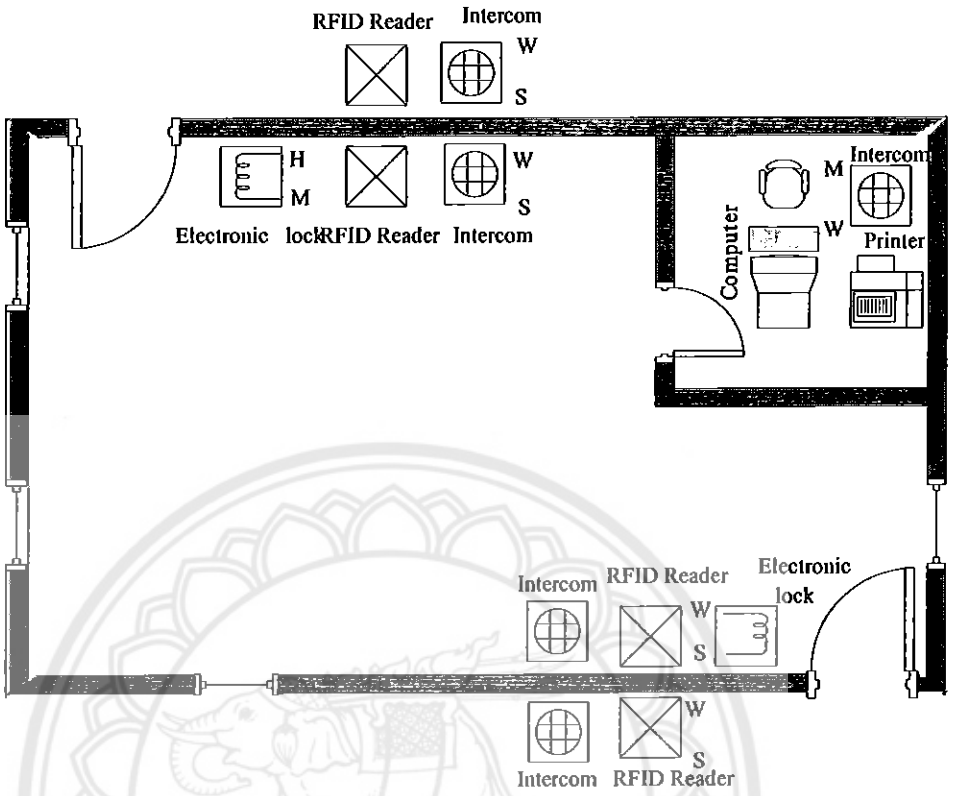
จากการดำเนินโครงงานในครั้งนี้ มีการจัดทำระบบลานจอดรถและจัดทำระบบลงเวลาอัตโนมัติ มีลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ สามารถจำลองระบบได้ดังนี้

4.1 แสดงการจำลองระบบลานจอดรถและระบบลงเวลาอัตโนมัติ

4.3.1 แสดงประตูเข้า – ออกลานจอดรถและอาคารสำนักงานที่มีการติดตั้งเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี โดยตำแหน่งนี้จะเป็นตำแหน่งที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมวลผลโปรแกรมติดตั้งอยู่และมีจอเพื่อแสดงผลให้แก่พนักงานเก็บค่าบริการใช้ในการเรียกเก็บค่าบริการจากลูกค้า



รูปที่ 4.1 แผนผังแสดงตำแหน่งและการจัดวางอุปกรณ์ในลานจอดรถ



รูปที่ 4.2 แผนผังแสดงตำแหน่งและการจัดวางอุปกรณ์ของระบบลงเวลาอัตโนมัติ

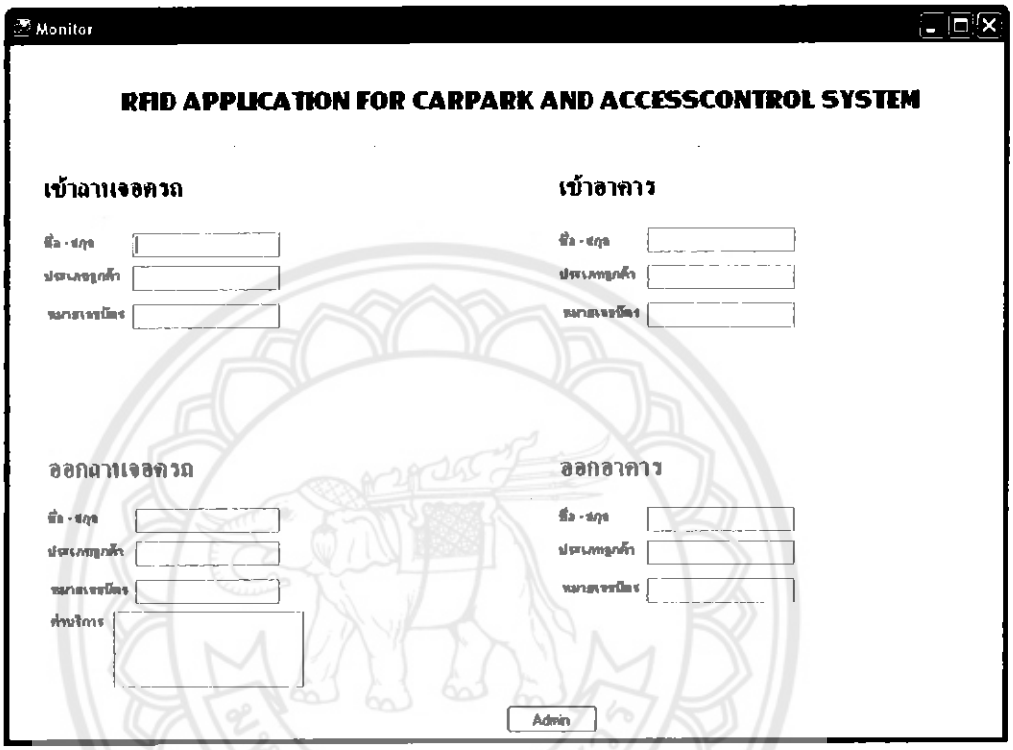
จากรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2 แสดงแผนผังการวางอุปกรณ์ภายในลานจอดรถและอาคาร ลักษณะการทำงานเป็นดังนี้

ส่วนของลานจอดรถ เมื่อมีรถวิ่งเข้ามายังประตูทางเข้า จากนั้นมีการนำบัตร RFID ไปแตะที่เครื่องอ่านจะทำให้ประตูเปิดออกและมีการบันทึกเวลาในการเข้า จากนั้น ถ้าหากต้องการที่จะออกจากลานจอดรถก็สามารถขับรถไปที่ประตูทางออก จากนั้นแตะบัตร RFID ที่เครื่องอ่านจะทำให้โปรแกรมบันทึกเวลาออก จากนั้นประมวลผลค่าบริการและแสดงผลผ่านทางจอมอนิเตอร์และจ่ายค่าบริการที่พนักงาน จากนั้นประตูจะเปิดออก

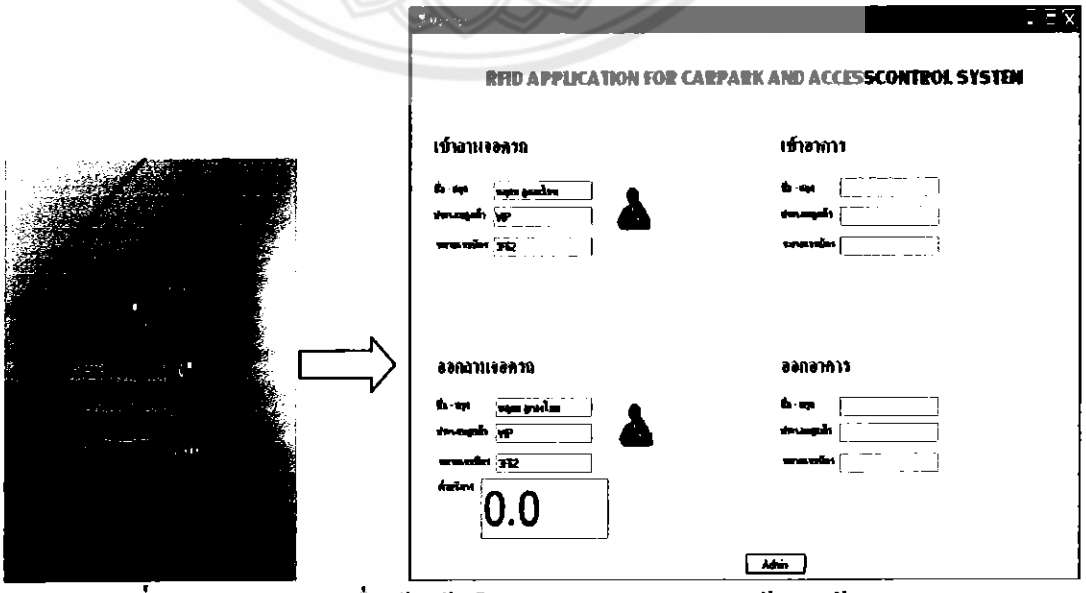
ส่วนของประตูอาคาร เมื่อต้องการจะเข้าไปภายในอาคารใช้บัตร RFID แตะที่เครื่องอ่านจะทำให้โปรแกรมบันทึกเวลาเข้าและประตูจะเปิด ถ้าหากต้องการออกจากอาคารก็นำบัตร RFID แตะที่เครื่องอ่านที่อยู่ภายในอาคาร เป็นการบันทึกเวลาออกจากนั้นประตูจะเปิดออก

4.2 การใช้งานโปรแกรมในส่วนของพนักงานเก็บเงิน

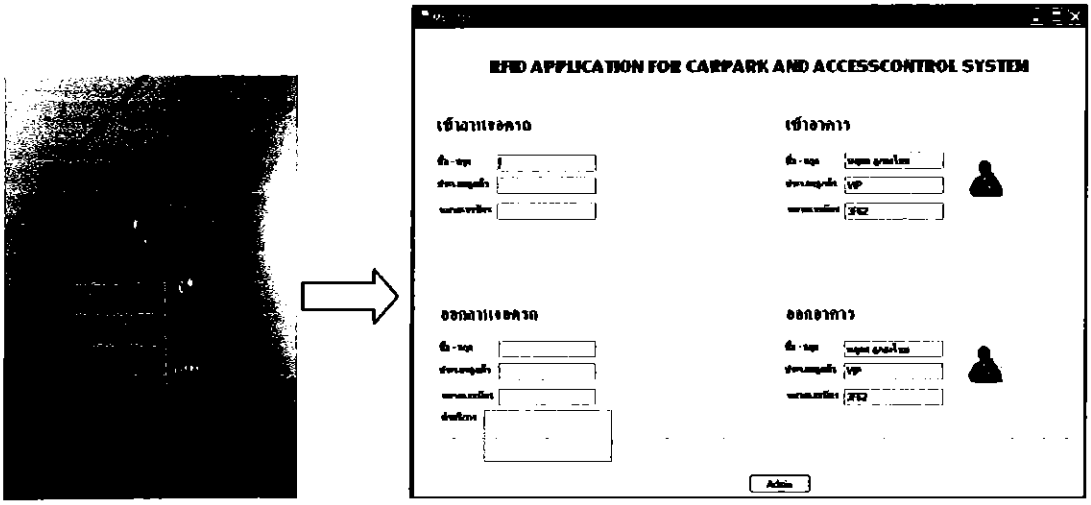
ในการให้บริการลานจอดรถนี้ลูกค้าต้องมีค่าใช้จ่าย ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบโปรแกรมเพื่อแสดงข้อมูลและส่วนของค่าบริการให้พนักงานเก็บเงินสามารถตรวจสอบค่าบริการจากทางจอคอมพิวเตอร์ จากการทดลองโปรแกรมสามารถแสดงหน้าจอแสดงข้อมูลและค่าบริการได้ดังนี้



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะที่ยังไม่มีผู้ใช้บริการ



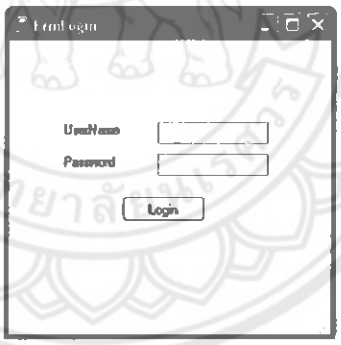
รูปที่ 4.4 แสดงการลงชื่อเข้าใช้หรือออกจากลานจอดรถ พร้อมหน้าจอแสดงผล



รูปที่ 4.5 แสดงการลงชื่อเข้าใช้หรือออกจากอาการ พร้อมหน้าจอแสดงผล

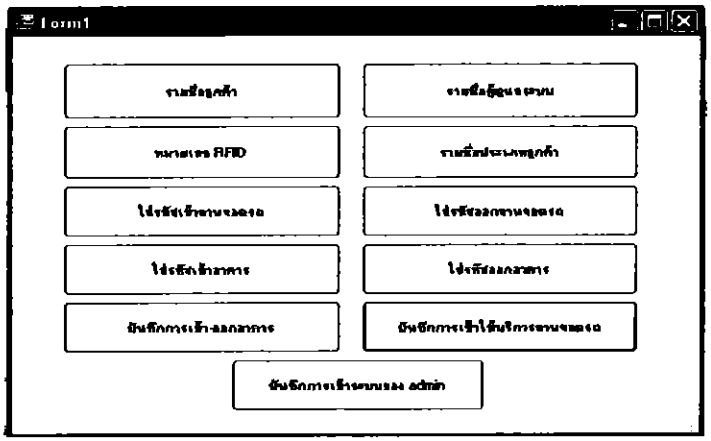
4.3 การใช้งานในส่วนของผู้ดูแลระบบ

1. คลิกที่ปุ่มเข้าระบบจะปรากฏหน้าจอ Log in ดังรูป



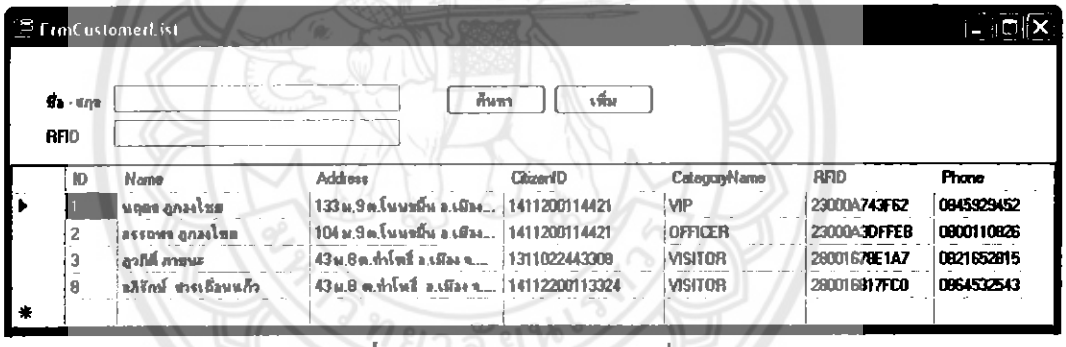
รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่างเข้าระบบของผู้ดูแลระบบ

2. จากนั้นใส่ Username และ password แล้วคลิกที่ปุ่ม Log in จะประกฏหน้าจอดังรูป จากนั้นเลือกเมนูที่ต้องการ



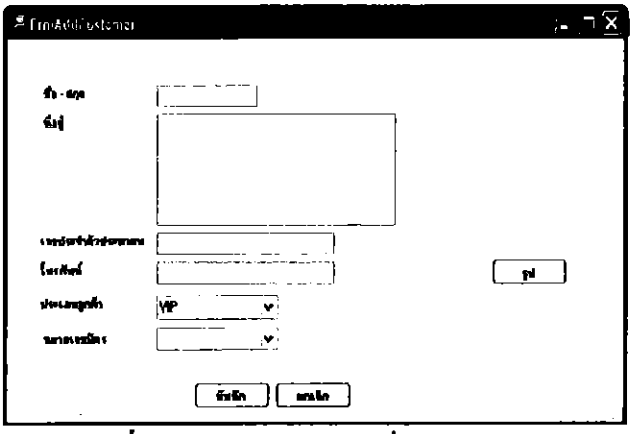
รูปที่ 4.9 แสดงหน้าต่างเมนูต่างๆ ในการเลือกใช้งานของผู้ดูแลระบบ

กรณีคลิกปุ่มรายชื่อลูกค้าจะปรากฏหน้าจอแสดงตารางรายชื่อลูกค้าทั้งหมดดังรูป



รูปที่ 4.10 แสดงหน้าต่างรายชื่อลูกค้า

2.1.1 กรณีต้องการเพิ่มข้อมูลลูกค้าได้โดยคลิกที่ปุ่ม เพิ่ม จะแสดงหน้าจอดังรูปเพื่อกรอกข้อมูลและบันทึกข้อมูล

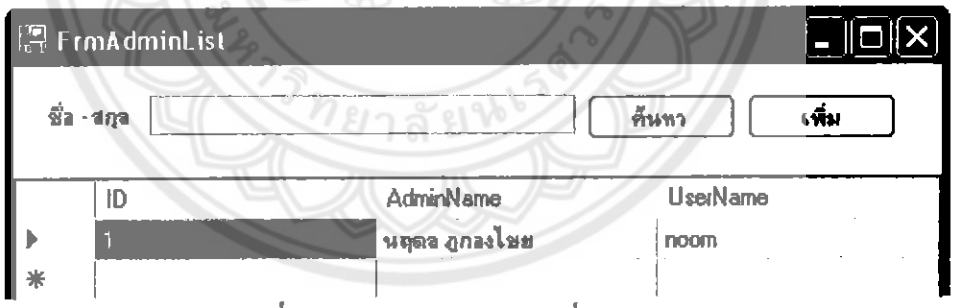


รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างเพิ่มข้อมูลลูกค้า

2.1.2 กรณีต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลลูกค้าที่มีอยู่ในตาราง สามารถคับเบิ้ลคลิกที่ปุ่มด้านซ้ายสุดของตารางได้เลยแล้วจะแสดงหน้าจอดังรูปเพื่อให้แก้ไขข้อมูลแล้วบันทึกข้อมูลใหม่หรอลบข้อมูลรายชื่อลูกค้า

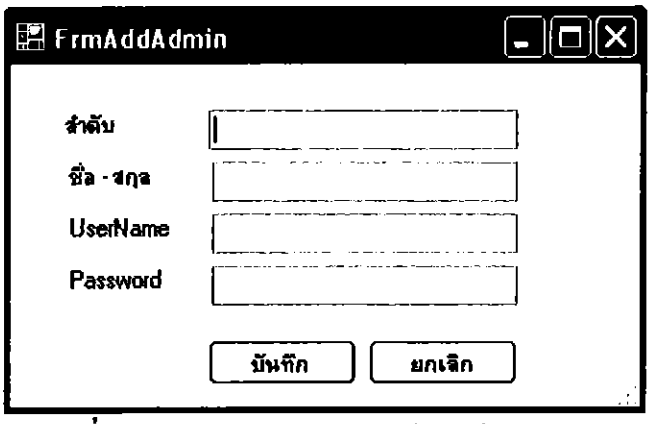
รูปที่ 4.12 แสดงหน้าต่างแก้ไขหรือลบข้อมูลลูกค้า

2.2 กรณีคลิกที่ปุ่มรายชื่อผู้ดูแลระบบจะปรากฏหน้าจอข้อมูลของผู้ดูแลระบบดังรูป



รูปที่ 4.13 แสดงหน้าต่างรายชื่อผู้ดูแลระบบ

2.2.1 สามารถเพิ่มรายชื่อผู้ดูแลระบบได้โดยการคลิกที่ปุ่ม เพิ่ม จากนั้นจะปรากฏหน้าจอเพื่อให้กรอกข้อมูลและบันทึกดังรูป

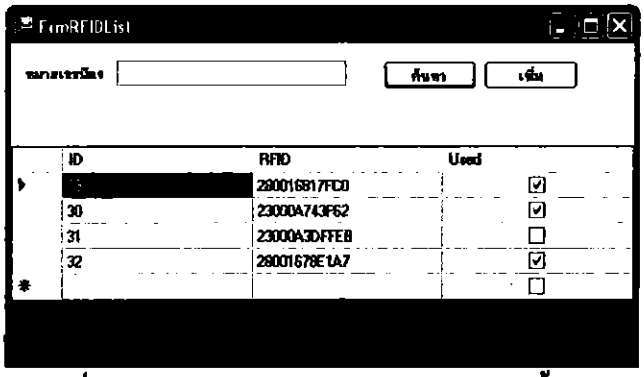


รูปที่ 4.14 แสดงหน้าต่างแก้ไขข้อมูลผู้ดูแลระบบ

2.2.2 กรณีต้องการแก้ไขข้อมูลของผู้ดูแลระบบก็สามารถดับเบิ้ลคลิกที่ชื่อของผู้ดูแลระบบได้เลย จากนั้นจะปรากฏหน้าจอเพื่อให้แก้ไขข้อมูลดังรูป

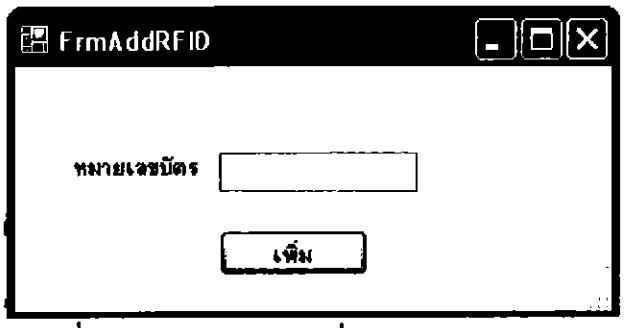
รูปที่ 4.15 แสดงหน้าต่างเพิ่มหรือลบข้อมูลผู้ดูแลระบบ

2.3 กรณีที่คลิกปุ่มหมายเลย RFID จะปรากฏหน้าจอที่มีหมายเลข RFID แสดงขึ้นมาดังรูป



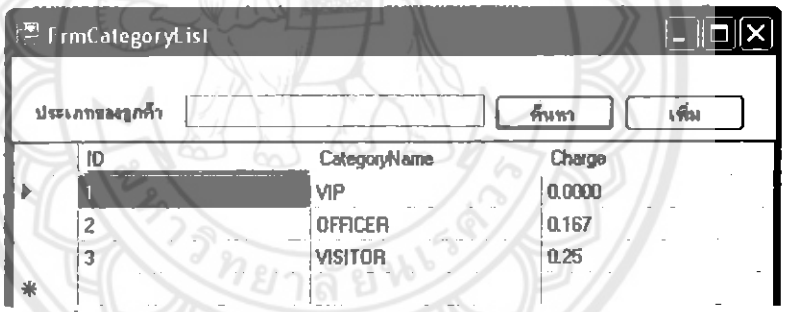
รูปที่ 4.16 แสดงหน้าต่างหมายเลข RFID ทั้งหมด

2.3.1 ถ้าหากต้องการจะเพิ่มหมายเลย RFID สารถคลิกที่ปุ่ม เพิ่ม จะปรากฏหน้าจอดังรูป จากนั้นพิมพ์หมายเลข RFIDที่ต้องการเพิ่มแล้วคลิกตกลง



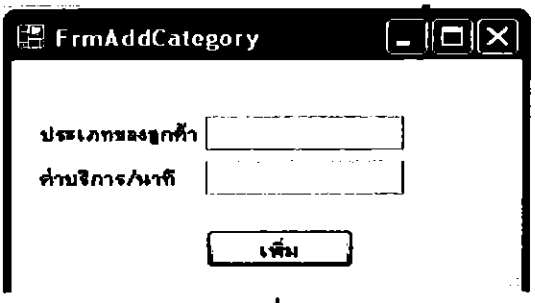
รูปที่ 4.17 แสดงหน้าต่างเพิ่มหมายเลขบัตร RFID

2.4 กรณีคลิกที่ปุ่มรายชื่อประเภทลูกค้า จะปรากฏหน้าจอที่แสดงประเภทและค่าบริการต่อนาทีขึ้นมาดังรูปเพื่อแสดงค่าบริการแต่ละประเภท



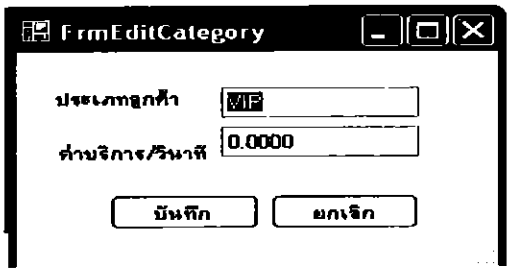
รูปที่ 4.18 แสดงหน้าต่างประเภทของลูกค้าและค่าบริการต่อนาที

2.4.1 กรณีต้องการเพิ่มประเภทขอลูกค้าก็สามารถคลิกที่ปุ่ม เพิ่ม ได้เลยจากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังรูปเพื่อให้กรอกข้อมูลและบันทึกประเภทของลูกค้า



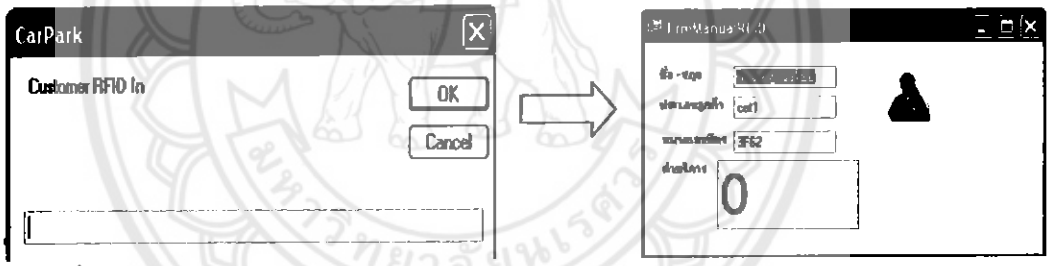
รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างการเพิ่มประเภทลูกค้าและค่าบริการ

2.4.2 กรณีต้องการเปลี่ยนแปลงค่าบริการต่อนาทีของลูกค้าแต่ละประเภท สามารถดับเบิ้ลคลิกที่ประเภทลูกค้าที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจะประกฏหน้าจอดังรูปเพื่อให้แก้ไขข้อมูล



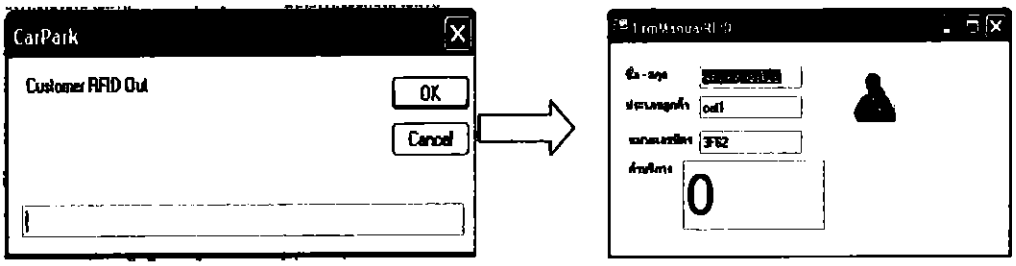
รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่างการแก้ไขประเภทลูกค้าและค่าบริการ

2.5 เมื่อคลิกที่ปุ่มใส่รหัสเข้าลานจอดรถ เพื่อที่จะใส่รหัสบัตร RFID ในกรณีที่ลูกค้าลืมบัตรหรือเครื่องอ่าน RFID เกิดขัดข้องหรือเพื่อที่จะเปิดประตู จะปรากฏหน้าจอดังรูป และหลังจากที่ใส่รหัสบัตร RFID แล้วประตูก็จะเปิดออก



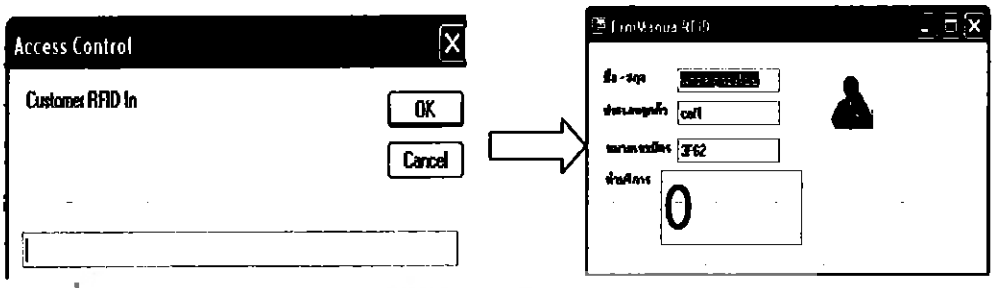
รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างการใส่รหัสบัตรเข้าลานจอดรถและหน้าต่างแสดงผลจากการใส่

2.6 เมื่อคลิกที่ปุ่มใส่รหัสออกจากลานจอดรถ เพื่อที่จะใส่รหัสบัตร RFID ในกรณีที่ลูกค้าลืมบัตรหรือเครื่องอ่าน RFID เกิดขัดข้องหรือเพื่อที่จะเปิดประตู จะปรากฏหน้าจอดังรูป และหลังจากที่ใส่รหัสบัตร RFID แล้วประตูก็จะเปิดออก



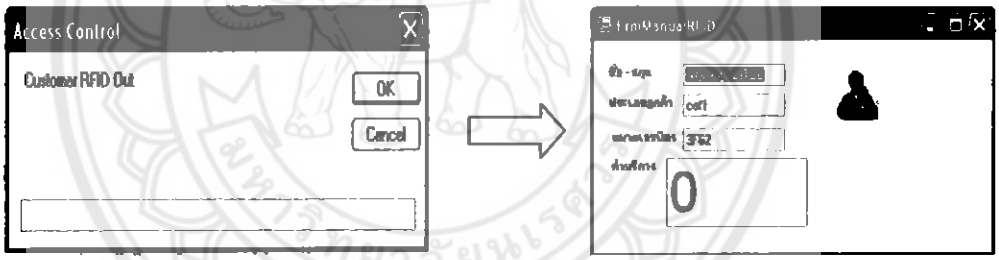
รูปที่ 4.22 แสดงหน้าต่างการใส่รหัสบัตรออกลานจอดรถและหน้าต่างแสดงผลจากการใส่

2.7 เมื่อคลิกที่ปุ่มใส่รหัสเข้าอาคาร เพื่อที่จะใส่รหัสบัตร RFID ในกรณีที่ลูกค้าลืมบัตรหรือเครื่องอ่าน RFID เกิดขัดข้องหรือเพื่อที่จะเปิดประตู จะปรากฏหน้าจอดังรูป และหลังจากที่ใส่รหัสบัตร RFID แล้วประตูก็จะเปิดออก



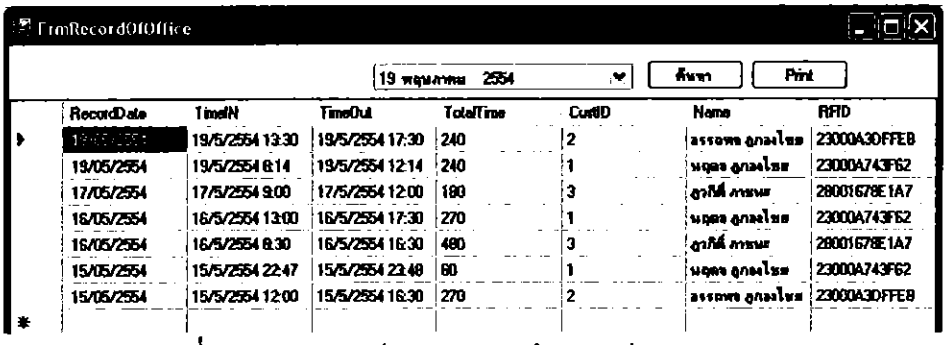
รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างการใส่รหัสบัตรเข้าอาคารและหน้าต่างแสดงผลจากการใส่

2.8 เมื่อคลิกที่ปุ่มใส่รหัสออกจากอาคาร เพื่อที่จะใส่รหัสบัตร RFID ในกรณีที่ลูกค้าลืมบัตรหรือเครื่องอ่าน RFID เกิดขัดข้องหรือเพื่อที่จะเปิดประตู จะปรากฏหน้าจอดังรูป และหลังจากที่ใส่รหัสบัตร RFID แล้วประตูก็จะเปิดออก



รูปที่ 4.24 แสดงหน้าต่างการใส่รหัสบัตรออกจากอาคารและหน้าต่างแสดงผลจากการใส่

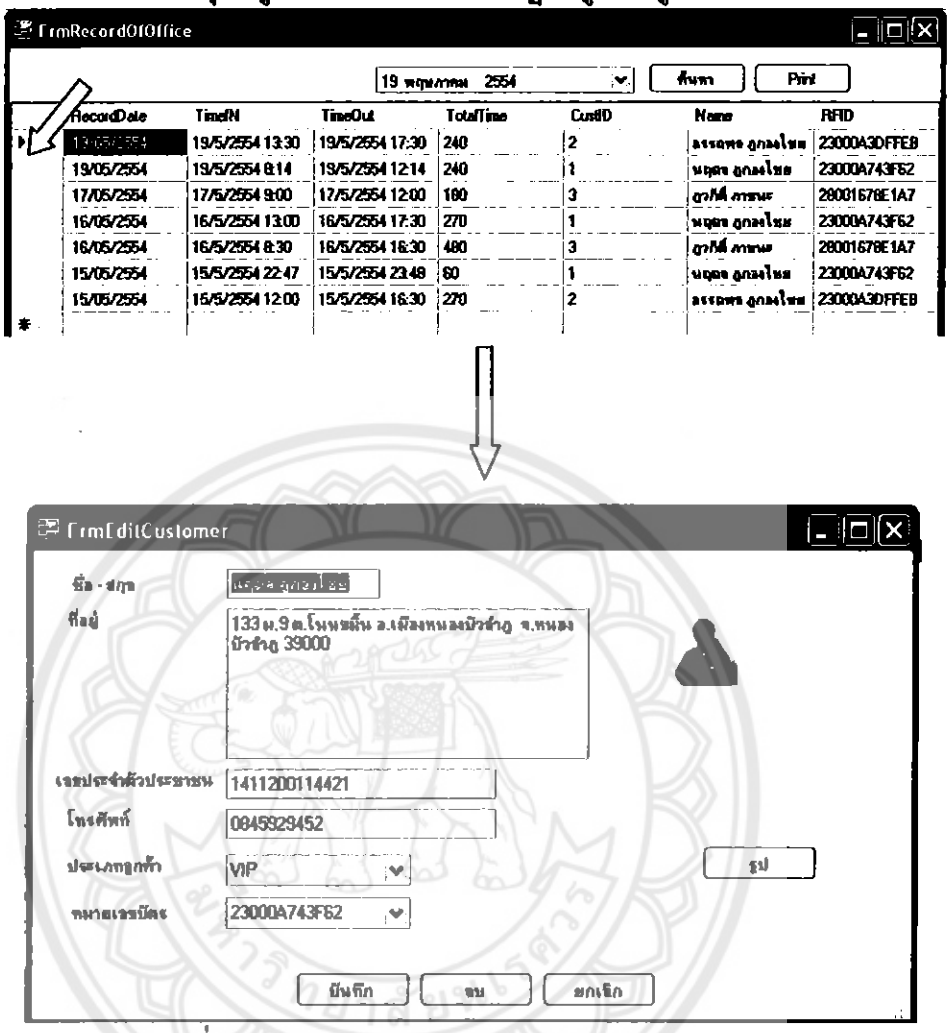
2.9 กรณีต้องการเรียกดูบันทึกการเข้า – ออกอาคารทำได้โดยการคลิกที่ปุ่ม บันทึกเวลาเข้า – ออกอาคาร



RecordDate	TimeIN	TimeOut	TotalTime	CustID	Name	RFID
[illegible]	19/5/2554 13:30	19/5/2554 17:30	240	2	[illegible]	23000A3DFFE8
19/05/2554	19/5/2554 8:14	19/5/2554 12:14	240	1	[illegible]	23000A743F62
17/05/2554	17/5/2554 9:00	17/5/2554 12:00	180	3	[illegible]	28001678E1A7
16/05/2554	16/5/2554 13:00	16/5/2554 17:30	270	1	[illegible]	23000A743F62
16/05/2554	16/5/2554 8:30	16/5/2554 16:30	480	3	[illegible]	28001678E1A7
15/05/2554	15/5/2554 22:47	15/5/2554 23:48	60	1	[illegible]	23000A743F62
15/05/2554	15/5/2554 12:00	15/5/2554 16:30	270	2	[illegible]	23000A3DFFE8

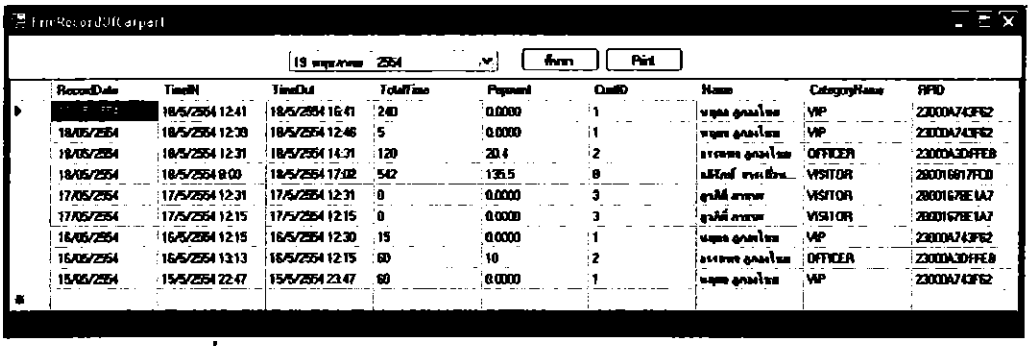
รูปที่ 4.25 แสดงหน้าต่างการบันทึกเวลาเข้า – ออกอาคาร

2.10 กรณีต้องการเรียกดูฐานข้อมูลของลูกค้าที่อยู่ในตารางการบันทึกข้อมูลสามารถทำได้โดยการดับเบิ้ลคลิกที่จุดที่ลูกศรชี้ จากนั้นจะปรากฏข้อมูล ดังรูป



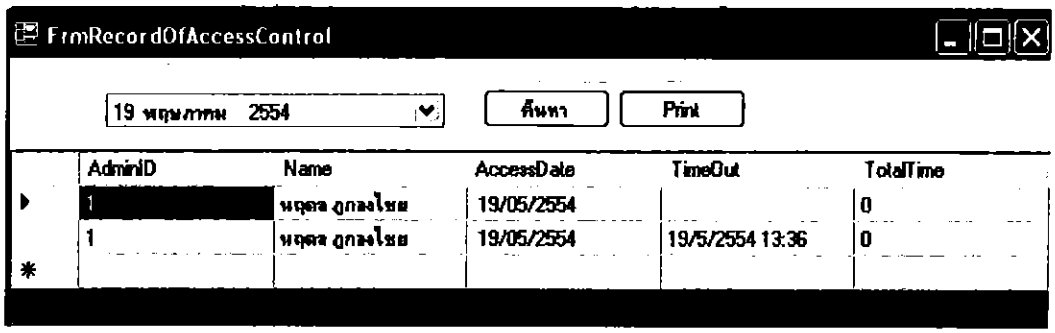
รูปที่ 4.26 แสดงหน้าต่างการเรียกดูฐานข้อมูลของลูกค้า

2.11 กรณีต้องการเรียกดูบันทึกการใช้บริการลานจอดรถทำได้โดยการคลิกที่ปุ่มบันทึกการเข้าใช้บริการลานจอดรถ



รูปที่ 4.27 แสดงหน้าต่างการบันทึกเวลาเข้า – ออกลานจอดรถ

2.12 กรณีต้องการเรียกดูบันทึกการเข้าระบบของผู้ดูแลระบบสามารถทำได้โดยคลิกที่ปุ่มบันทึกการเข้าระบบของ admin



รูปที่ 4.28 แสดงหน้าต่างการบันทึกเวลาเข้า - ออกระบบของผู้ดูแลระบบ

***หมายเหตุ : กรณีปิดหน้าจอเมนูจะเป็นการออกจากระบบของผู้ดูแลระบบ

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

จากการศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับการทำงานของระบบอาร์เอฟไอดีในแต่ละส่วนแล้วทำให้เข้าใจหลักการทำงานของระบบและสามารถออกแบบและจัดทำลานจอดรถและระบบลงเวลาอัตโนมัติโดยใช้อาร์เอฟไอดีได้ ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย เครื่องอ่านบัตรหรือแท็ก และ ตัวส่งข้อมูลในระยะไกลโดยใช้ RS232 และRS485 ซึ่งเป็นตัวที่ทำหน้าที่ในการติดต่อ รับ – ส่ง ข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านกับคอมพิวเตอร์โดยการติดต่อผ่านพอร์ต USB ผลการทดลองที่ได้เป็นที่น่าพอใจเพราะเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีมีการทำงานได้ตามที่มีการวางแผนไว้ แต่ยังมีบางส่วนที่มีส่วนบกพร่องที่ต้องปรับปรุงเพิ่มเติม เช่น ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อ RS485 ในจำนวนที่มากกว่าที่มาตรฐาน RS232 กำหนดไว้คือ 32 ตัว จะต้องมีการเขียนเป็นเฮดเดอร์ของข้อมูลที่ถูกส่งจากตัวอ่าน RFID เนื่องจากว่าส่วนของภาครับจะไม่สามารถรับรู้ได้ว่าข้อมูลถกส่งมาจากตัวอ่าน RFID ตัวใด

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

อาร์เอฟไอดีถือว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ยังไม่มีการใช้กันแพร่หลาย ทำให้ผู้จัดทำจะต้องศึกษาค้นคว้าข้อมูลเป็นเวลานานพอสมควรทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างล่าช้าและเกิดปัญหาในการจัดทำบ่อยครั้งและบางครั้งอาจเกิดปัญหาที่ติดค้างนานพอสมควรกว่าจะศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหาได้

Microsoft Access เป็นการใช้เพื่อการออกแบบฐานข้อมูลซึ่งเป็นอีกโปรแกรมที่มีความจำเป็นในการใช้งานร่วมกัน เนื่องจากทางผู้จัดทำไม่มีความชำนาญในการใช้งานโปรแกรมมากนักทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษาและจัดทำฐานข้อมูลเป็นเวลาที่นานส่งผลให้การดำเนินงานล่าช้า

Visual Basic 2008 เป็นอีกโปรแกรมที่มีการใช้งานร่วมกับการดำเนินโครงงานในครั้งนี้ซึ่งถือว่าเป็นงานหนักสำหรับผู้ดำเนินโครงงานเนื่องจากยังไม่มีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมจึงต้องมีการศึกษาคู่มือการเขียนโปรแกรมอย่างละเอียดเพื่อการพัฒนาโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพดังนั้นจึงใช้เวลาในการศึกษานานและเมื่อเขียนแล้วเกิดข้อผิดพลาดบ่อยจะต้องใช้เวลานานในการแก้ไขโปรแกรม

แนวทางการแก้ปัญหา คือ ต้องศึกษาคู่มือการใช้งานอาร์เอฟไอดีและคู่มือการเขียนโปรแกรมให้มีความเข้าใจและเพื่อเพิ่มความชำนาญในการเขียนโปรแกรมควรจะมีการฝึกฝนและทดลองเขียนให้บ่อยขึ้นเพื่อความชำนาญในการเขียนโปรแกรม

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

5.3.1 เลือกใช้อาร์เอฟไอดีที่ใช้ในย่านความถี่ที่สูงขึ้น

เนื่องจากว่าในโครงงานนี้มีการเลือกใช้ตัวอ่านอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่ต่ำ ซึ่งส่งผลให้ระยะในการอ่านแท็กเป็นระยะที่สั้น จำเป็นต้องนำแท็กเข้าใกล้ตัวอ่าน ดังนั้นการพัฒนาต่อไปควรเลือกใช้ตัวอ่านอาร์เอฟไอดีในย่านความถี่ที่สูงขึ้นและมีกำลังมากขึ้น รวมทั้งการใช้แท็กแบบ Active เพื่อความสะดวกในการใช้งานสามารถอ่านแท็กได้ในระยะที่ไกลขึ้น

5.3.2 เพิ่มตัวอ่านให้มีจำนวนมากขึ้นเพื่อการใช้งานที่ครอบคลุม

ในการประยุกต์ใช้งานจริงนั้นจำเป็นจะต้องมีตัวอ่านจำนวนที่มาก เนื่องจากว่าลานจอดรถอาจมีทางเข้าออกหลายทางหรืออาคารอาจจะมีหลายประตูทำให้สามารถบันทึกเวลาเข้า – ออกได้ทุกประตู ไม่จำเป็นจะต้องมารอคิวเพื่อจะทำการลงเวลา ซึ่งจะทำให้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

5.3.3 เขียนโปรแกรมที่สามารถระบุว่าตัวอ่านเครื่องไหนรับข้อมูลเข้ามาในโปรแกรม

จากการดำเนินโครงงานในครั้งนี้ยังไม่มีการเขียนโปรแกรมที่สามารถระบุได้ว่าข้อมูลที่นำเข้ามาในโปรแกรมนั้นมาจากตัวอ่านตัวใด ในการระบุหมายเลขประจำตัวเครื่องอ่านนั้นไม่สามารถทำได้โดยตรง ดังนั้นจะต้องมีการเพิ่มบิตข้อมูลเข้าไปร่วมกับข้อมูลที่ได้รับจากบัตร RFID โดยทำได้โดยการเพิ่มในส่วนของเฮดเดอร์ ซึ่งในการเพิ่มเฮดเดอร์นั้นตัวอ่านแต่ละตัวจะต้องมีการเพิ่มบิตที่แตกต่างกันกับเครื่องอ่านตัวอื่น เพื่อโปรแกรมจะสามารถแยกได้ว่าเป็นการส่งข้อมูลเข้าจากเครื่องอ่านตัวใด

5.3.4 จัดทำแนวกั้น เปิด – ปิด ประตู

จากโครงงานนี้ยังไม่มีแนวกั้นประตูหรือตัวล็อกประตูที่ใช้ในการเปิด – ปิดประตูอัตโนมัติ เนื่องจากการนำไปใช้งาน ในแต่ละสถานที่นั้นอาจต้องการอุปกรณ์ในการเปิด – ปิด ประตูหรือตัวล็อกที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการดัดแปลงตามความต้องการของการนำไปใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

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

[2] ขวัญชนก วิริยกุลโอภาศ (2549) , RFID (Radio Frequency Identification) , ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] ธานินทร์ ถาวรศาสนวงศ์ (2530 – 2536), การอินเทอร์เฟส, กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์

[4] ธีรพงษ์ ขลิกโท, รณชัย ทองขวิด, วุฒิชัย ด่านวิชชุรังสี (2551) , RADIO CARPARK SYSTEM , ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[5] ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ, ไพโรจน์ ไววานิชกิจ (2549),เทคโนโลยี RFID,กรุงเทพฯ : โครงการไอซีที-เทเลคอมออนไลน์

[6] ฝ่ายตำราวิชาการคอมพิวเตอร์ (2552), ระบบเครือข่ายเบื้องต้น, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด มหาชน

[7] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2549),รายงานการศึกษา "แนวทางการพัฒนาRF-ID สำหรับภาคอุตสาหกรรมและบริการ". กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

[8] สิทธิชัย ประสานวงศ์ (2543),การใช้ Microsoft Access 2000 ,กรุงเทพฯ : ซอฟท์เพรส

[9] สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติและศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2549), แนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับการประยุกต์ใช้ RF-ID ในประเทศไทย : กรณีการจัดสรรย่าน UHF, กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

[10] อรรถพล บุญยะโภคา (2550), เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม, กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอร์เมนต์ จำกัด

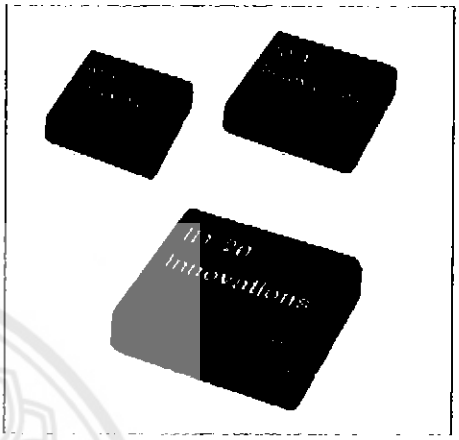
ภาคผนวก ก

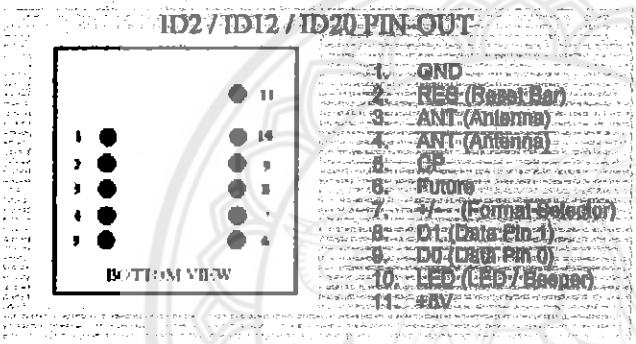
คู่มือไอซีเบอร์ RS232, RS485 และ ID-12-Datasheet

ID SERIES DATASHEET MAR 01, 2005

ID-2/ID-12 Brief Data

The ID2. ID12 and ID20 are similar to the obsolete ID0, ID10 and ID15 MK(ii) series devices, but they have extra pins that allow Magnetic Emulation output to be included in the functionality. The ID-12 and ID-20 come with internal antennas, and have read ranges of 12+ cm and 16+ cm, respectively. With an external antenna, the ID-2 can deliver read ranges of up to 25 cm. All three readers support ASCII, Wiegand26 and Magnetic ABA Track2 data formats.





Operational and Physical Characteristics

Parameters	ID-2	ID-12	ID-20
Read Range	N/A (no internal antenna)	12+ cm	16+ cm
Dimensions	21 mm x 19 mm x 6 mm	26 mm x 25 mm x 7 mm	40 mm x 40 mm x 9 mm
Frequency	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Card Format	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible
Encoding	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64
Power Requirement	5 VDC @ 13mA nominal	5 VDC @ 30mA nominal	5 VDC @ 65mA nominal
I/O Output Current	+/-200mA PK	-	-
Voltage Supply Range	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V

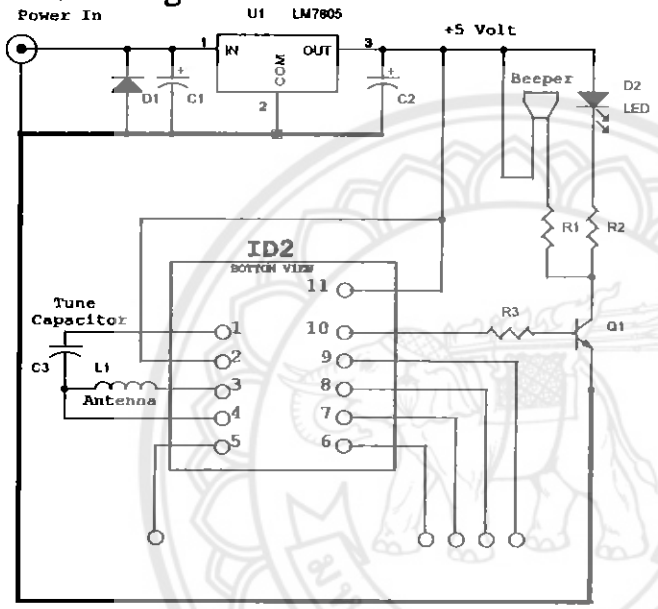
Pin Description & Output Data Formats

Pin No.	Description	ASCII	Magnet Emulation	Wiegand26
Pin 1	Zero Volts and Tuning Capacitor Ground	GND 0V	GND 0V	GND 0V
Pin 2	Strap to +5V	Reset Bar	Reset Bar	Reset Bar
Pin 3	To External Antenna and Tuning Capacitor	Antenna	Antenna	Antenna
Pin 4	To External Antenna	Antenna	Antenna	Antenna
Pin 5	Card Present	No function	Card Present *	No function

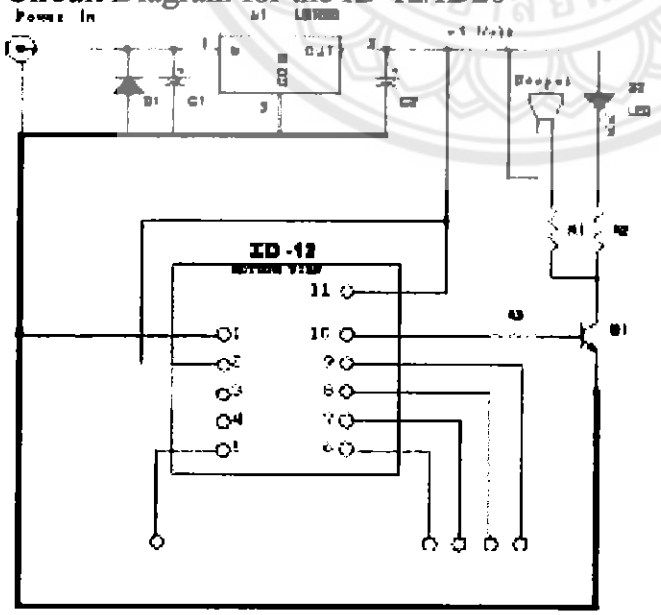
Pin 6	Future	Future	Future	Future
Pin 7	Format Selector (+/-)	Strap to GND	Strap to Pin 10	Strap to +5V
Pin 8	Data 1	CMOS	Clock *	One Output *
Pin 9	Data 0	TTL Data (Inverted)	Data *	Zero Output *
Pin 10	3.1 kHz Logic	Beeper / LED	Beeper / LED	Beeper / LED
Pin 11	DC Voltage Supply	+5V	+5V	+5V

* Requires 4K7 Pull-up resistor to +5V

Circuit Diagram for the ID2

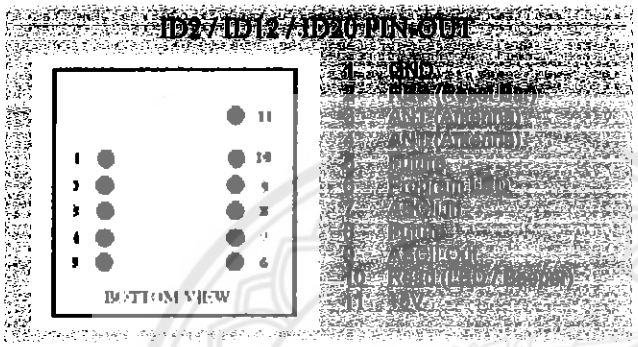


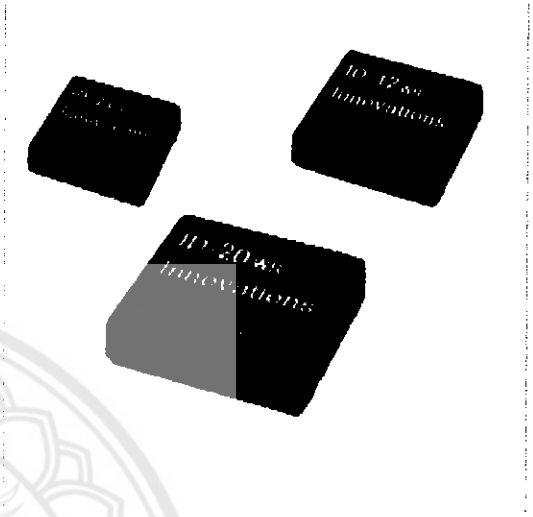
Circuit Diagram for the ID-12/ID20



ID-2RW/ID-12RW Brief Data

The ID2-RW, ID12-RW and ID15-RW are a new series of Read/Write modules for the Temec Q5 tag. It has full functionality including password. They contain built-in algorithms to assist customers programming the popular Sokymat Unique type tag. Password protection is allowed. Control is via a host computer using a simple terminal program such as hyper terminal or Qmodem.





Operational and Physical Characteristics

Parameters	ID-2RW	ID-12RW	ID-20RW
Read Range	N/A (no internal antenna)	12+ cm (Unique Format)	15+ cm (Unique Format)
Dimensions	21 mm x 19 mm x 6 mm	26 mm x 25 mm x 7 mm	40 mm x 40 mm x 9 mm
Frequency	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Card Format	Temec Q5555	Temec Q5555	Temec Q5555
Read Encoding	Manchester modulus 64	Manchester modulus 64	Manchester modulus 64
Power Requirement	5 VDC @ 13mA nominal	5 VDC @ 30mA nominal	5 VDC @ 50mA nominal
I/O Output Current	+/-200mA PK	-	-
Voltage Supply Range	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V
Coil Detail	L = 0.6mH - 1.5mH, Q = 15-30	-	-

Description

A simple terminal program such as Qmodem or Hyper-terminal can be used to send commands to the module. The blocks are individually programmable. The command interface is simple to use and easily understood. The programmer also has two types of internal reader. One of these is provided to read Sokymat 'Unique' type tag configuration. The module does not require a MAX232 type chip interface. The module does not need an RS232 interface such as a MAX232 IC. The input pin7 goes to the computer through a 4k7 resistor and the output goes to the computer through a 100R resistor.

DATA FORMATS

Output Data Structure – ASCII

STX (02h)	DATA (10 ASCII)	CHECK SUM (2 ASCII)	CR	LF	ETX (03h)

[The 1byte (2 ASCII characters) Check sum is the "Exclusive OR" of the 5 hex bytes (10 ASCII) Data characters.]

Output Data Structure – Wiegand26

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
P	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	P
Even parity (E)													Odd parity (O)												

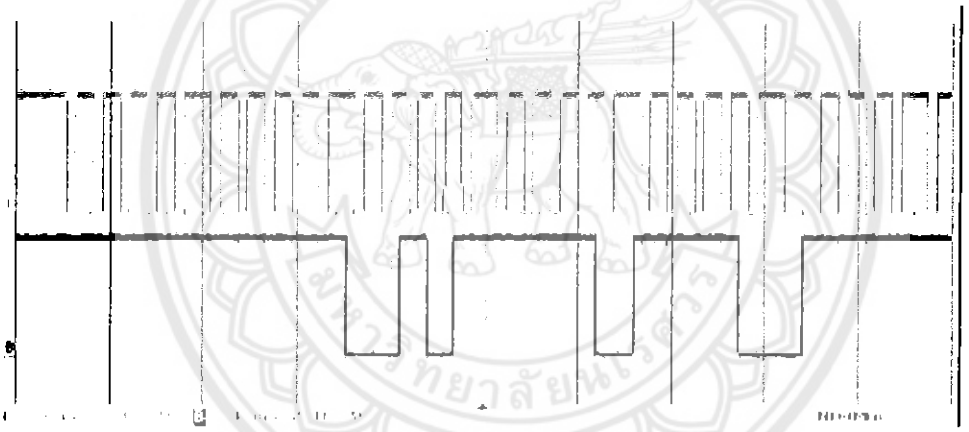
P = Parity start bit and stop bit

Output Data Magnetic ABA Track2

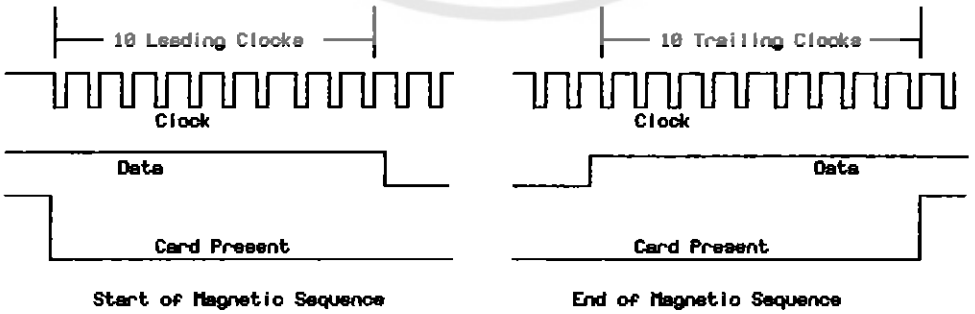
10 Leading Zeros	SS	Data	ES	LCR	10 Ending Zeros

[SS is the Start Character of 11010, ES is the end character of 11111, LRC is the Longitudinal Redundancy Check.]

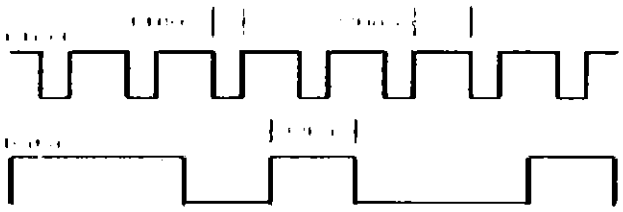
Magnetic Emulation Waveforms



Start and End Sequences For Magnetic Timing

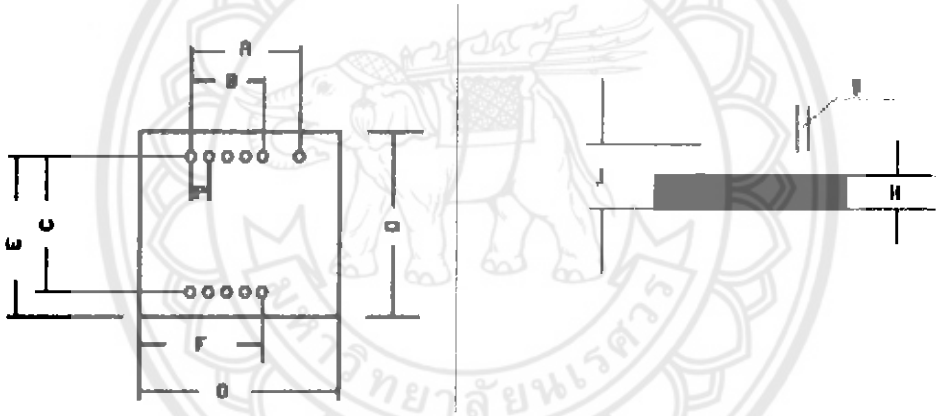


DATA TIMINGS FOR MAGNETIC EMULATION



The magnetic Emulation Sequence starts with the Card Present Line going active (down). There next follows 10 clocks with Zero '0' data. At the end of the 10 leading clocks the start character (11010) is sent and this is followed by the data. At the end of the data the end character is sent followed by the LCR. Finally 10 trailing clocks are sent and the card present line is raised.
The data bit duration is approximately 330uS. The approximate clock duration is 110uS. Because of the symmetry data can be clocked off either the rising or falling edge of the clock.

Dimensions (Top View) (mm)



	ID-0/ID-2wr			ID-10/ID-12wr			ID-15/ID-20wr		
	Nom.	Min.	Max.	Nom.	Min.	Max.	Nom.	Min.	Max
A	12.0	11.6	12.4	12.0	11.6	12.4	12.0	11.6	12.4
B	8.0	7.6	8.4	8.0	7.6	8.4	8.0	7.6	8.4
C	15.0	14.6	15.4	15.0	14.6	15.4	15.0	14.6	15.4
D	20.5	20.0	21.5	25.3	24.9	25.9	40.3	40.0	41.0
E	18.5	18.0	19.2	20.3	19.8	20.9	27.8	27.5	28.5
F	14.0	13.0	14.8	16.3	15.8	16.9	22.2	21.9	23.1
G	22.0	21.6	22.4	26.4	26.1	27.1	38.5	38.2	39.2
P	2.0	1.8	2.2	2.0	1.8	2.2	2.0	1.8	2.2
H	5.92	5.85	6.6	6.0	5.8	6.6	6.8	6.7	7.0
J	9.85	9.0	10.5	9.9	9.40	10.5	9.85	9.4	10.6
W	0.66	0.62	0.67	0.66	0.62	0.67	0.66	0.62	0.67

Note – measurements do not include any burring of edges.

NOTICE - Innovated Devices reserve the right to change these specifications without prior notice.

Designing Coils for ID2

The recommended Inductance is 1.08mH to be used with an internal tuning capacitor of 1n5. In general the bigger the antenna the better, provided the reader is generating enough field strength to excite the tag. The ID-2 is relatively low power so a maximum coil size of 15x15cm is recommended if it is intended to read ISO cards. If the reader is intended to read glass tags the maximum coil size should be smaller, say 10x10cm.

There is a science to determine the exact size of an antenna but there are so many variables that in general it is best to get a general idea after which a degree of 'Try it and see' is unavoidable.

If the reader is located in a position where there is a lot of heavy interference then less range cannot be avoided. In this situation the coil should be made smaller to increase the field strength and coupling.

It is difficult to give actual examples of coils for hand wounding because the closeness and tightness of the winding will significantly change the inductance. A professionally wound coil will have much more inductance than a similar hand wound coil.

For those who want a starting point into practical antenna winding it was found that 63 turns on a 120mm diameter former gave an inductance of 1.08mH. For those contemplating adding an additional tuning capacitor it was found that 50 turns on a 120mm diameter former gave 700uH. The wire diameter is not important.
Anybody who wishes to be more theoretical we recommend a trip to the Microchip Website where we found an application sheet for Loop Antennas.
http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00831b.pdf

The Tuning Capacitor

It is recommended that the internal 1n% capacitor is used for tuning, however a capacitor may be also be added externally. The combined capacitance should not exceed 2n7. Do not forget that the choice of tuning capacitor can also substantially affect the quality of your system. The Id12 is basically an ID2 with an internal antenna. The loss in an ID12 series antenna is required to be fairly high to limit the series current. A low Q will hide a lot of the shortcomings of the capacitor, but for quality and reliability and repeatability the following capacitors are recommend.

Polypropylene	Good Readily available. Ensure AC voltage at 125kHz is sufficient.
COG/NPO	Excellent. Best Choice
Silver Mica	Excellent but expensive
Polycarbonate	Good Readily available. Ensure AC voltage at 125kHz is sufficient.

Voltage Working.

A capacitor capable of withstanding the RMS voltage at 125KHz MUST be chosen. The working voltage will depend on the coil design. I suggest the designer start with rugged 1n5 Polypropylene 630v capacitor to do his experiments and the come down to a suitable size/value. The capacitor manufacturer will supply information on their capacitors. Do not simply go by the DC voltage. This means little. A tolerance of 2% is preferable. A tolerance of 5% is acceptable.

Fine Tuning

We recommend using an oscilloscope for fine-tuning. Connect the oscilloscope to observe the 125KHz AC voltage across the coil. Get a sizeable piece of ferrite and bring it up to the antenna loop. If the voltage increases then you need more inductance (or more capacitance). If the voltage decreases as you bring the ferrite up to the antenna then the inductance is too great. If you have no ferrite then a piece of aluminum

sheet may be used for testing in a slightly different way. Opposing currents will flow in the aluminum and it will act as a negative inductance. If the 125kH AC voltage increases as the aluminum sheet approaches the antenna then the inductance is too high. Note it may be possible that the voltage will first maximize then decrease. This simply means that you are near optimum tuning. If you are using ferrite then the coil is a little under value and if you are using an aluminum sheet then the coil is a over under value.

ID Innovations
Advanced Digital Reader Technology
----Better by Design

19-0122; Rev 8; 10/03

MAXIM

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

General Description

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487–MAX491, and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communication. Each part contains one driver and one receiver. The MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, thus allowing error-free data transmission up to 250kbps. The driver slew rates of the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 are not limited, allowing them to transmit up to 2.5Mbps.

These transceivers draw between 120µA and 500µA of supply current when unloaded or fully loaded with disabled drivers. Additionally, the MAX481, MAX483, and MAX487 have a low-current shutdown mode in which they consume only 0.1µA. All parts operate from a single 5V supply.

Drivers are short-circuit current limited and are protected against excessive power dissipation by thermal shutdown circuitry that places the driver outputs into a high-impedance state. The receiver input has a fail-safe feature that guarantees a logic-high output if the input is open circuit.

The MAX487 and MAX1487 feature quarter-unit-load receiver input impedance, allowing up to 128 MAX487/MAX1487 transceivers on the bus. Full-duplex communications are obtained using the MAX488–MAX491, while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are designed for half-duplex applications.

Applications

Low-Power RS-485 Transceivers

Low-Power RS-422 Transceivers

Level Translators

Transceivers for EMI-Sensitive Applications

Industrial-Control Local Area Networks

Next Generation Device Features

- **For Fault-Tolerant Applications**
  MAX3430: ±80V Fault-Protected, Fail-Safe, 1/4 Unit Load, +3.3V, RS-485 Transceiver
  MAX3440E–MAX3444E: ±15kV ESD-Protected, ±60V Fault-Protected, 10Mbps, Fail-Safe, RS-485/J1708 Transceivers
- **For Space-Constrained Applications**
  MAX3460–MAX3464: +5V, Fail-Safe, 20Mbps, Profibus RS-485/RS-422 Transceivers
  MAX3362: +3.3V, High-Speed, RS-485/RS-422 Transceiver in a SOT23 Package
  MAX3280E–MAX3284E: ±15kV ESD-Protected, 52Mbps, +3V to +5.5V, SOT23, RS-485/RS-422, True Fail-Safe Receivers
  MAX3293/MAX3294/MAX3295: 20Mbps, +3.3V, SOT23, RS-855/RS-422 Transmitters
- **For Multiple Transceiver Applications**
  MAX3030E–MAX3033E: ±15kV ESD-Protected, +3.3V, Quad RS-422 Transmitters
- **For Fail-Safe Applications**
  MAX3080–MAX3089: Fail-Safe, High-Speed (10Mbps), Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers
- **For Low-Voltage Applications**
  MAX3483E/MAX3485E/MAX3486E/MAX3488E/MAX3490E/MAX3491E: +3.3V Powered, ±15kV ESD-Protected, 12Mbps, Slew-Rate-Limited, True RS-485/RS-422 Transceivers

Ordering Information appears at end of data sheet.

Selection Table

PART NUMBER	HALF/FULL DUPLEX	DATA RATE (Mbps)	SLEW-RATE LIMITED	LOW-POWER SHUTDOWN	RECEIVER/ DRIVER ENABLE	QUIESCENT CURRENT (µA)	NUMBER OF TRANSMITTERS ON BUS	PIN COUNT
MAX481	Half	2.5	No	Yes	Yes	300	32	8
MAX483	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	32	8
MAX485	Half	2.5	No	No	Yes	300	32	8
MAX487	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	128	8
MAX488	Full	0.25	Yes	No	No	120	32	8
MAX489	Full	0.25	Yes	No	Yes	120	32	14
MAX490	Full	2.5	No	No	No	300	32	8
MAX491	Full	2.5	No	No	Yes	300	32	14
MAX1487	Half	2.5	No	No	Yes	230	128	8

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V_{CC}) 12V
Control Input Voltage ($\overline{RE}$, DE) ..... -0.5V to (V_{CC} + 0.5V)
Driver Input Voltage (DI) ..... -0.5V to (V_{CC} + 0.5V)
Driver Output Voltage (A, B) ..... -8V to +12.5V
Receiver Input Voltage (A, B) ..... -8V to +12.5V
Receiver Output Voltage (RO) ..... -0.5V to (V_{CC} +0.5V)
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
8-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C) 727mW
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C) 471mW
14-Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C) 667mW
8-Pin µMAX (derate 4.1mW/°C above +70°C) 830mW
8-Pin CERDIP (derate 8.00mW/°C above +70°C) 640mW
14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C) 727mW
Operating Temperature Ranges
MAX4__C__/MAX1487C_A ..... 0°C to +70°C
MAX4__E__/MAX1487E_A ..... -40°C to +85°C
MAX4__MJ_/MAX1487MJA ..... -55°C to +125°C
Storage Temperature Range ..... -65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec) ..... +300°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 in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential Driver Output (no load)	V_{OD1}					5	V
Differential Driver Output (with load)	V_{OD2}	R = 50Ω (RS-422)		2			V
		R = 27Ω (RS-485), Figure 4		1.5		5	
Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage for Complementary Output States	ΔV_{OD}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4				0.2	V
Driver Common-Mode Output Voltage	V_{OC}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4				3	V
Change in Magnitude of Driver Common-Mode Output Voltage for Complementary Output States	ΔV_{OD}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4				0.2	V
Input High Voltage	V_{IH}	DE, DI, $\overline{RE}$		2.0			V
Input Low Voltage	V_{IL}	DE, DI, $\overline{RE}$				0.8	V
Input Current	I_{IN1}	DE, DI, $\overline{RE}$				±2	µA
Input Current (A, B)	I_{IN2}	DE = 0V; V_{CC} = 0V or 5.25V, all devices except MAX487/MAX1487	V_{IN} = 12V			1.0	mA
			V_{IN} = -7V			-0.8	
		MAX487/MAX1487, DE = 0V, V_{CC} = 0V or 5.25V	V_{IN} = 12V			0.25	mA
			V_{IN} = -7V			-0.2	
Receiver Differential Threshold Voltage	V_{TH}	-7V ≤ V_{CM} ≤ 12V		-0.2		0.2	V
Receiver Input Hysteresis	ΔV_{TH}	V_{CM} = 0V			70		mV
Receiver Output High Voltage	V_{OH}	I_O = -4mA, V_{ID} = 200mV		3.5			V
Receiver Output Low Voltage	V_{OL}	I_O = 4mA, V_{ID} = -200mV				0.4	V
Three-State (high impedance) Output Current at Receiver	I_{OZR}	0.4V ≤ V_O ≤ 2.4V				±1	µA
Receiver Input Resistance	R_{IN}	-7V ≤ V_{CM} ≤ 12V, all devices except MAX487/MAX1487		12			kΩ
		-7V ≤ V_{CM} ≤ 12V, MAX487/MAX1487		48			kΩ

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNITS
No-Load Supply Current (Note 3)	I_{CC}	MAX488/MAX489, DE, DI, $\overline{RE}$ = 0V or V_{CC}				120	250	µA
		MAX490/MAX491, DE, DI, $\overline{RE}$ = 0V or V_{CC}				300	500	
		MAX481/MAX485, $\overline{RE}$ = 0V or V_{CC}	DE = V_{CC}			500	900	
			DE = 0V			300	500	
		MAX1487, $\overline{RE}$ = 0V or V_{CC}	DE = V_{CC}			300	500	
			DE = 0V			230	400	
		MAX483/MAX487, $\overline{RE}$ = 0V or V_{CC}	DE = 5V	MAX483		350	650	
				MAX487		250	400	
			DE = 0V			120	250	
Supply Current in Shutdown	I_{SHDN}	MAX481/483/487, DE = 0V, $\overline{RE}$ = V_{CC}				0.1	10	µA
Driver Short-Circuit Current, V_O = High	I_{OSD1}	-7V ≤ V_O ≤12V (Note 4)			35		250	mA
Driver Short-Circuit Current, V_O = Low	I_{OSD2}	-7V ≤ V_O ≤12V (Note 4)			35		250	mA
Receiver Short-Circuit Current	I_{OSR}	0V ≤ V_O ≤ V_{CC}			7		95	mA

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t_{PLH}	Figures 6 and 8, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF		10	30	60	ns
	t_{PHL}			10	30	60	
Driver Output Skew to Output	t_{SKEW}	Figures 6 and 8, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF			5	10	ns
Driver Rise or Fall Time	t_R, t_F	Figures 6 and 8, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF	MAX481, MAX485, MAX1487	3	15	40	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	5	15	25	
			MAX490M, MAX491M	3	15	40	
Driver Enable to Output High	t_{ZH}	Figures 7 and 9, C_L = 100pF, S2 closed			40	70	ns
Driver Enable to Output Low	t_{ZL}	Figures 7 and 9, C_L = 100pF, S1 closed			40	70	ns
Driver Disable Time from Low	t_{LZ}	Figures 7 and 9, C_L = 15pF, S1 closed			40	70	ns
Driver Disable Time from High	t_{HZ}	Figures 7 and 9, C_L = 15pF, S2 closed			40	70	ns
Receiver Input to Output	t_{PLH}, t_{PHL}	Figures 6 and 10, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF	MAX481, MAX485, MAX1487	20	90	200	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	20	90	150	
			MAX490M, MAX491M	20	90	200	
$\lvert t_{PLH} - t_{PHL} \rvert$ Differential Receiver Skew	t_{SKD}	Figures 6 and 10, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF			13		ns
Receiver Enable to Output Low	t_{ZL}	Figures 5 and 11, C_{RL} = 15pF, S1 closed			20	50	ns
Receiver Enable to Output High	t_{ZH}	Figures 5 and 11, C_{RL} = 15pF, S2 closed			20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	t_{LZ}	Figures 5 and 11, C_{RL} = 15pF, S1 closed			20	50	ns
Receiver Disable Time from High	t_{HZ}	Figures 5 and 11, C_{RL} = 15pF, S2 closed			20	50	ns
Maximum Data Rate	f_{MAX}			2.5			Mbps
Time to Shutdown	t_{SHDN}	MAX481 (Note 5)		50	200	600	ns

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487 (continued)

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	$t_{ZH(SHDN)}$	Figures 7 and 9, C_L = 100pF, S2 closed		40	100	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	$t_{ZL(SHDN)}$	Figures 7 and 9, C_L = 100pF, S1 closed		40	100	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	$t_{ZH(SHDN)}$	Figures 5 and 11, C_L = 15pF, S2 closed, A - B = 2V		300	1000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	$t_{ZL(SHDN)}$	Figures 5 and 11, C_L = 15pF, S1 closed, B - A = 2V		300	1000	ns

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX483, MAX487/MAX488/MAX489

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t_{PLH}	Figures 6 and 8, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF	250	800	2000	ns
	t_{PHL}		250	800	2000	
Driver Output Skew to Output	t_{SKEW}	Figures 6 and 8, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF		100	800	ns
Driver Rise or Fall Time	t_R, t_F	Figures 6 and 8, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF	250		2000	ns
Driver Enable to Output High	t_{ZH}	Figures 7 and 9, C_L = 100pF, S2 closed	250		2000	ns
Driver Enable to Output Low	t_{ZL}	Figures 7 and 9, C_L = 100pF, S1 closed	250		2000	ns
Driver Disable Time from Low	t_{LZ}	Figures 7 and 9, C_L = 15pF, S1 closed	300		3000	ns
Driver Disable Time from High	t_{HZ}	Figures 7 and 9, C_L = 15pF, S2 closed	300		3000	ns
Receiver Input to Output	t_{PLH}	Figures 6 and 10, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF	250		2000	ns
	t_{PHL}		250		2000	
$\lvert t_{PLH} - t_{PHL} \rvert$ Differential Receiver Skew	t_{SKD}	Figures 6 and 10, R_{DIFF} = 54Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100pF		100		ns
Receiver Enable to Output Low	t_{ZL}	Figures 5 and 11, C_{RL} = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Enable to Output High	t_{ZH}	Figures 5 and 11, C_{RL} = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	t_{LZ}	Figures 5 and 11, C_{RL} = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	t_{HZ}	Figures 5 and 11, C_{RL} = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Maximum Data Rate	f_{MAX}	t_{PLH}, t_{PHL} < 50% of data period	250			kbps
Time to Shutdown	t_{SHDN}	MAX483/MAX487 (Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	$t_{ZH(SHDN)}$	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C_L = 100pF, S2 closed			2000	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	$t_{ZL(SHDN)}$	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C_L = 100pF, S1 closed			2000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High	$t_{ZH(SHDN)}$	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C_L = 15pF, S2 closed			2500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low	$t_{ZL(SHDN)}$	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C_L = 15pF, S1 closed			2500	ns

NOTES FOR ELECTRICAL/SWITCHING CHARACTERISTICS

Note 1: All currents into device pins are positive; all currents out of device pins are negative. All voltages are referenced to device ground unless otherwise specified.

Note 2: All typical specifications are given for V_{CC} = 5V and T_A = +25°C.

Note 3: Supply current specification is valid for loaded transmitters when DE = 0V.

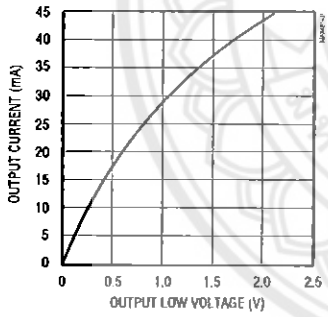
Note 4: Applies to peak current. See *Typical Operating Characteristics*.

Note 5: The MAX481/MAX483/MAX487 are put into shutdown by bringing $\overline{RE}$ high and DE low. If the inputs are in this state for less than 50ns, the parts are guaranteed not to enter shutdown. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to have entered shutdown. See *Low-Power Shutdown Mode* section.

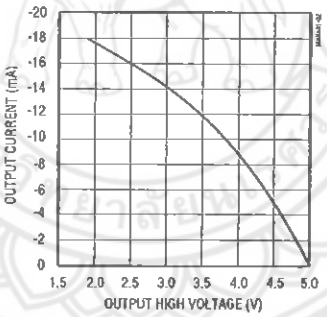
Typical Operating Characteristics

(V_{CC} = 5V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

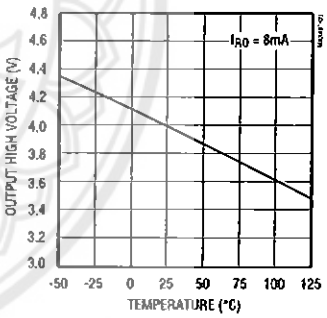
OUTPUT CURRENT vs. RECEIVER OUTPUT LOW VOLTAGE



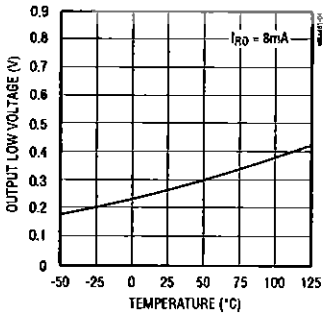
OUTPUT CURRENT vs. RECEIVER OUTPUT HIGH VOLTAGE



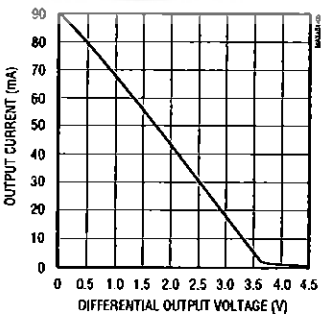
RECEIVER OUTPUT HIGH VOLTAGE vs. TEMPERATURE



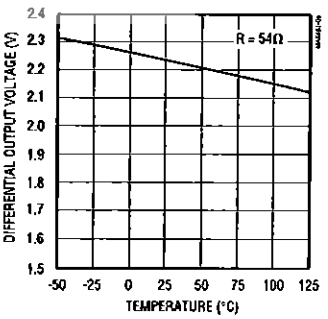
RECEIVER OUTPUT LOW VOLTAGE vs. TEMPERATURE



DRIVER OUTPUT CURRENT vs. DIFFERENTIAL OUTPUT VOLTAGE



DRIVER DIFFERENTIAL OUTPUT VOLTAGE vs. TEMPERATURE

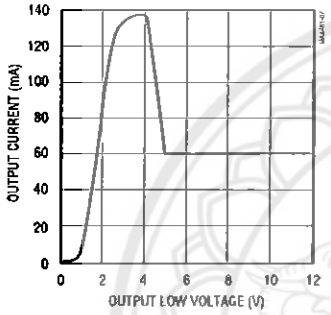


Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

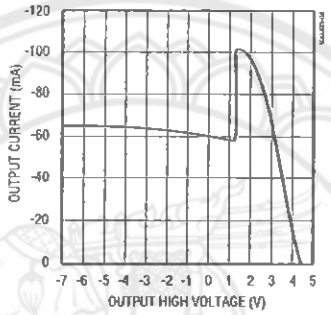
Typical Operating Characteristics (continued)

(V_{CC} = 5V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

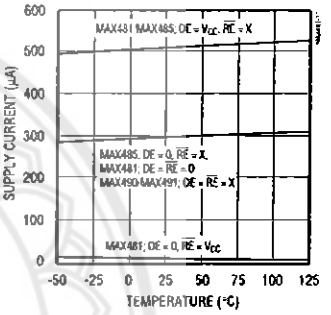
OUTPUT CURRENT vs. DRIVER OUTPUT LOW VOLTAGE



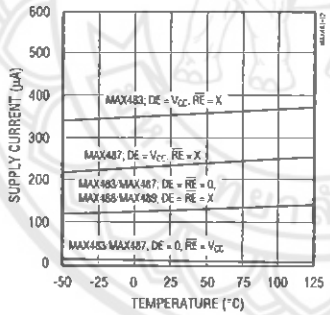
OUTPUT CURRENT vs. DRIVER OUTPUT HIGH VOLTAGE



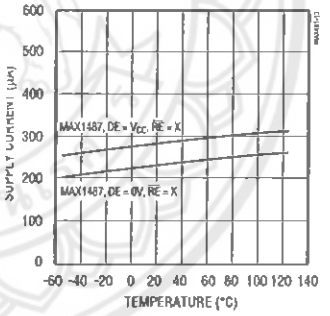
MAX481/MAX485/MAX490/MAX491 SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



MAX483/MAX487–MAX489 SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



MAX1487 SUPPLY CURRENT vs. TEMPERATURE



Pin Description

PIN					NAME	FUNCTION
MAX481/MAX483/ MAX485/MAX487/ MAX1487		MAX488/ MAX490		MAX489/ MAX491		
DIP/SO	µMAX	DIP/SO	µMAX	DIP/SO		
1	3	2	4	2	RO	Receiver Output: If A > B by 200mV, RO will be high; If A < B by 200mV, RO will be low.
2	4	—	—	3	$\overline{RE}$	Receiver Output Enable. RO is enabled when $\overline{RE}$ is low; RO is high impedance when $\overline{RE}$ is high.
3	5	—	—	4	DE	Driver Output Enable. The driver outputs, Y and Z, are enabled by bringing DE high. They are high impedance when DE is low. If the driver outputs are enabled, the parts function as line drivers. While they are high impedance, they function as line receivers if $\overline{RE}$ is low.
4	6	3	5	5	DI	Driver Input. A low on DI forces output Y low and output Z high. Similarly, a high on DI forces output Y high and output Z low.
5	7	4	6	6, 7	GND	Ground
—	—	5	7	9	Y	Noninverting Driver Output
—	—	6	8	10	Z	Inverting Driver Output
6	8	—	—	—	A	Noninverting Receiver Input and Noninverting Driver Output
—	—	8	2	12	A	Noninverting Receiver Input
7	1	—	—	—	B	Inverting Receiver Input and Inverting Driver Output
—	—	7	1	11	B	Inverting Receiver Input
8	2	1	3	14	V_{CC}	Positive Supply: 4.75V ≤ V_{CC} ≤ 5.25V
—	—	—	—	1, 8, 13	N.C.	No Connect—not internally connected

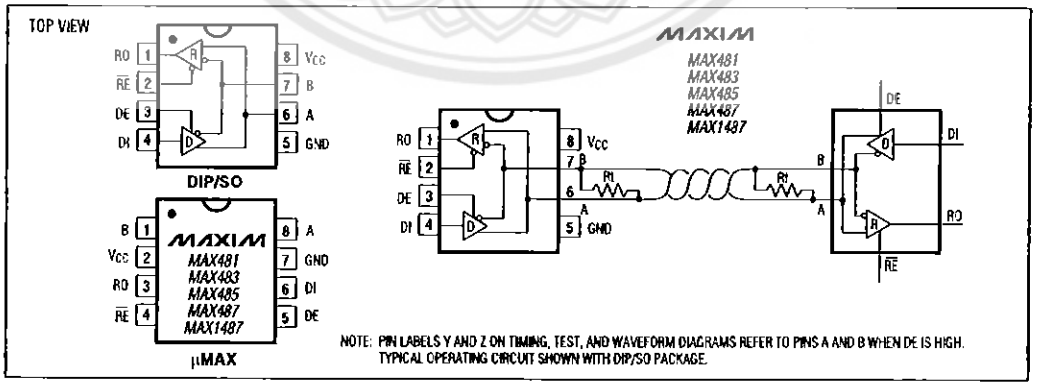


Figure 1. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

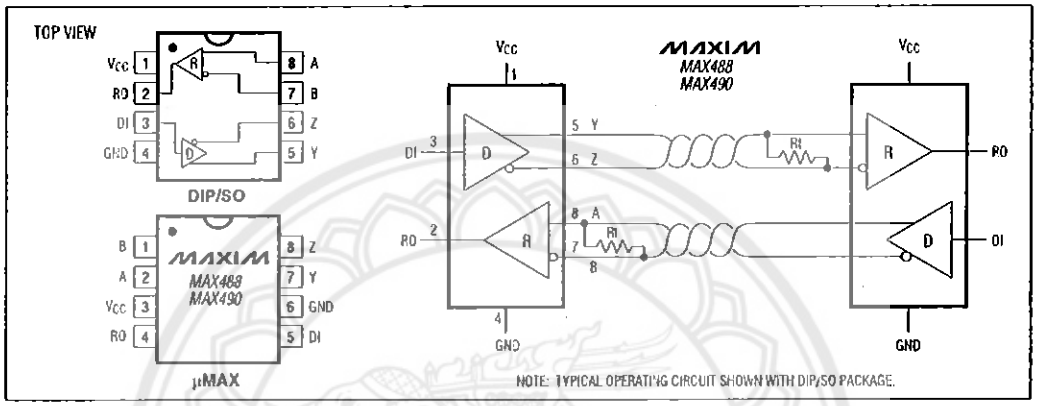


Figure 2. MAX488/MAX490 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

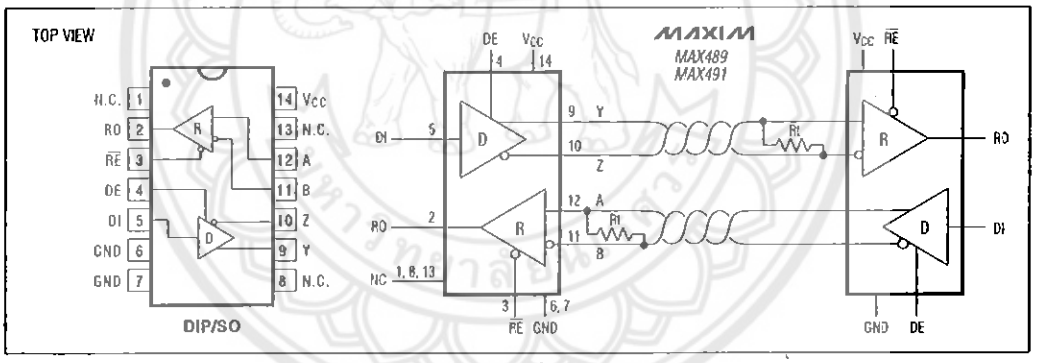


Figure 3. MAX489/MAX491 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Applications Information

The MAX481/MAX483/MAX485/MAX487–MAX491 and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communications. The MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 can transmit and receive at data rates up to 2.5Mbps, while the MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 are specified for data rates up to 250kbps. The MAX488–MAX491 are full-duplex transceivers while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are half-duplex. In addition, Driver Enable (DE) and Receiver Enable ($\overline{RE}$) pins are included on the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, MAX489, MAX491, and MAX1487. When disabled, the driver and receiver outputs are high impedance.

MAX487/MAX1487: 128 Transceivers on the Bus

The 48kΩ, ¼-unit-load receiver input impedance of the MAX487 and MAX1487 allows up to 128 transceivers on a bus, compared to the 1-unit load (12kΩ input impedance) of standard RS-485 drivers (32 transceivers maximum). Any combination of MAX487/MAX1487 and other RS-485 transceivers with a total of 32 unit loads or less can be put on the bus. The MAX481/MAX483/MAX485 and MAX488–MAX491 have standard 12kΩ Receiver Input impedance.

Test Circuits

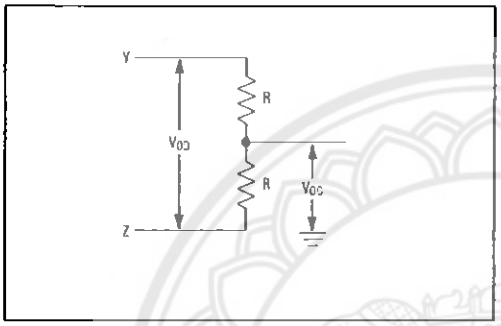


Figure 4. Driver DC Test Load

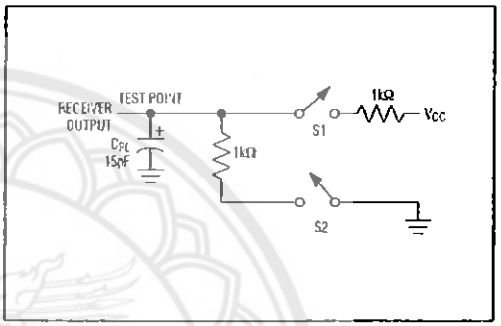


Figure 5. Receiver Timing Test Load

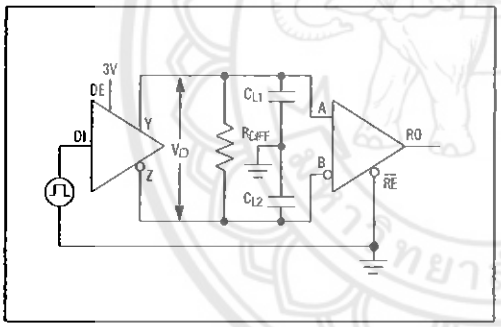


Figure 6. Driver/Receiver Timing Test Circuit

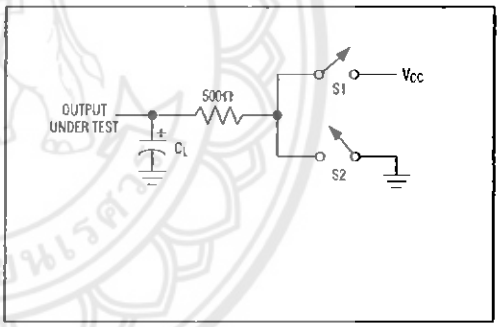


Figure 7. Driver Timing Test Load

MAX483/MAX487/MAX488/MAX489: Reduced EMI and Reflections

The MAX483 and MAX487–MAX489 are slew-rate limited, minimizing EMI and reducing reflections caused by improperly terminated cables. Figure 12 shows the driver output waveform and its Fourier analysis of a 150kHz signal transmitted by a MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, or MAX1487. High-frequency harmonics with large amplitudes are evident. Figure 13 shows the same information displayed for a MAX483, MAX487, MAX488, or MAX489 transmitting under the same conditions. Figure 13's high-frequency harmonics have much lower amplitudes, and the potential for EMI is significantly reduced.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Switching Waveforms

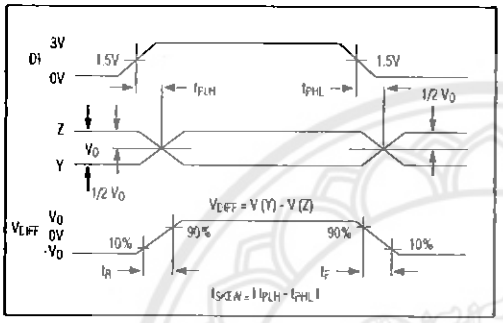


Figure 8. Driver Propagation Delays

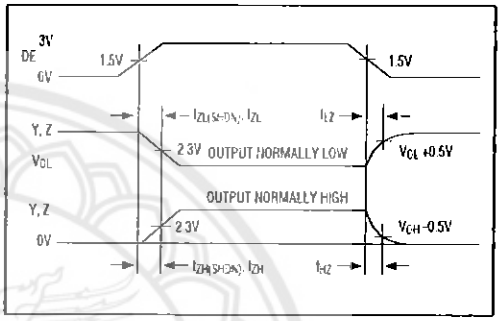


Figure 9. Driver Enable and Disable Times (except MAX488 and MAX490)

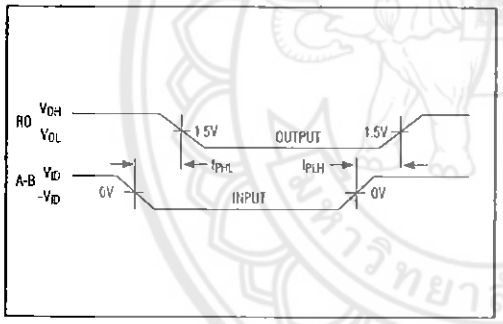


Figure 10. Receiver Propagation Delays

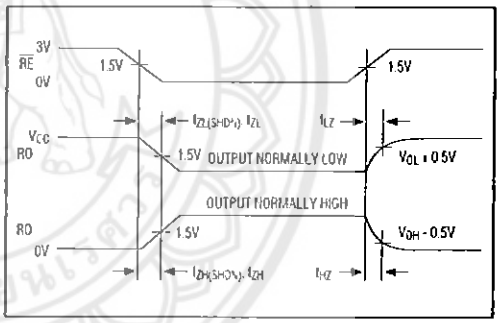


Figure 11. Receiver Enable and Disable Times (except MAX488 and MAX490)

Function Tables (MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487)

Table 1. Transmitting

INPUTS			OUTPUTS	
$\overline{RE}$	DE	DI	Z	Y
X	1	1	0	1
X	1	0	1	0
0	0	X	High-Z	High-Z
1	0	X	High-Z*	High-Z*

X = Don't care
High-Z = High impedance
* Shutdown mode for MAX481/MAX483/MAX487

Table 2. Receiving

INPUTS			OUTPUT
$\overline{RE}$	DE	A-B	RO
0	0	≥ +0.2V	1
0	0	≤ -0.2V	0
0	0	Inputs open	1
1	0	X	High-Z*

X = Don't care
High-Z = High impedance
* Shutdown mode for MAX481/MAX483/MAX487

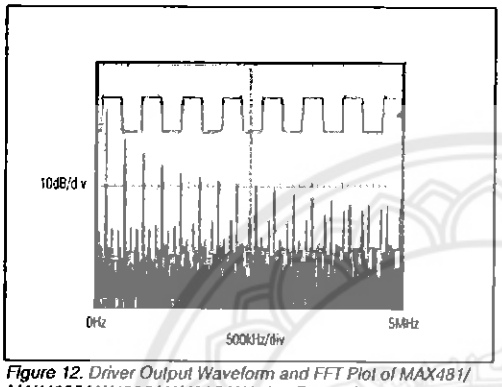


Figure 12. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Transmitting a 150kHz Signal

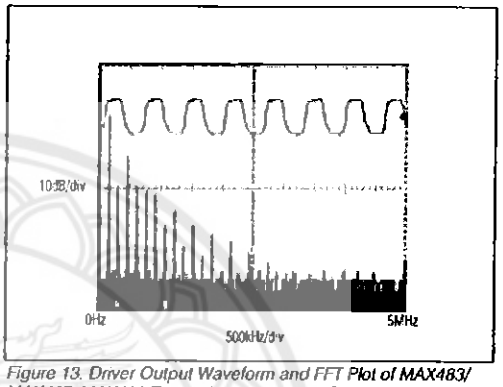


Figure 13. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX483/MAX487–MAX489 Transmitting a 150kHz Signal

Low-Power Shutdown Mode (MAX481/MAX483/MAX487)

A low-power shutdown mode is initiated by bringing both $\overline{RE}$ high and DE low. The devices will not shut down unless both the driver and receiver are disabled. In shutdown, the devices typically draw only 0.1µA of supply current.

$\overline{RE}$ and DE may be driven simultaneously; the parts are guaranteed not to enter shutdown if $\overline{RE}$ is high and DE is low for less than 50ns. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to enter shutdown.

For the MAX481, MAX483, and MAX487, the t_{ZH} and t_{ZL} enable times assume the part was not in the low-power shutdown state (the MAX485/MAX488–MAX491 and MAX1487 can not be shut down). The $t_{ZH(SHDN)}$ and $t_{ZL(SHDN)}$ enable times assume the parts were shut down (see *Electrical Characteristics*).

It takes the drivers and receivers longer to become enabled from the low-power shutdown state ($t_{ZH(SHDN)}$, $t_{ZL(SHDN)}$) than from the operating mode (t_{ZH}, t_{ZL}). (The parts are in operating mode if the $\overline{RE}$, DE inputs equal a logical 0,1 or 1,1 or 0, 0.)

Driver Output Protection

Excessive output current and power dissipation caused by faults or by bus contention are prevented by two mechanisms. A foldback current limit on the output stage provides immediate protection against short circuits over the whole common-mode voltage range (see *Typical Operating Characteristics*). In addition, a thermal shutdown circuit forces the driver outputs into a high-impedance state if the die temperature rises excessively.

Propagation Delay

Many digital encoding schemes depend on the difference between the driver and receiver propagation delay times. Typical propagation delays are shown in Figures 15–18 using Figure 14's test circuit.

The difference in receiver delay times, $|t_{PLH} - t_{PHL}|$, is typically under 13ns for the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 and is typically less than 100ns for the MAX483 and MAX487–MAX489.

The driver skew times are typically 5ns (10ns max) for the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487, and are typically 100ns (800ns max) for the MAX483 and MAX487–MAX489.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

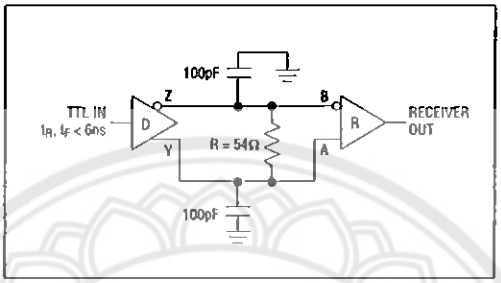


Figure 14. Receiver Propagation Delay Test Circuit

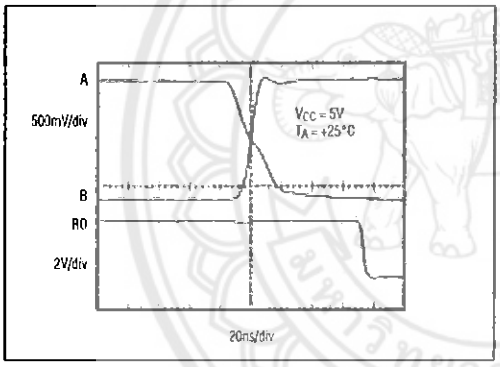


Figure 15. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Receiver t_{PHL}

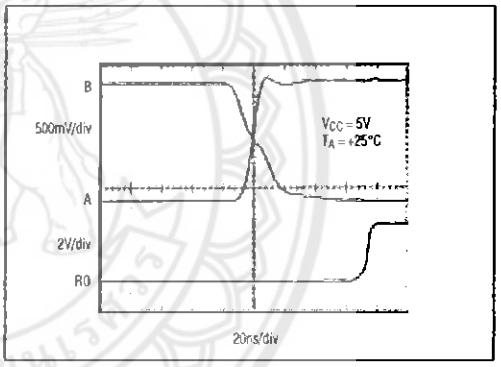


Figure 16. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Receiver t_{PLH}

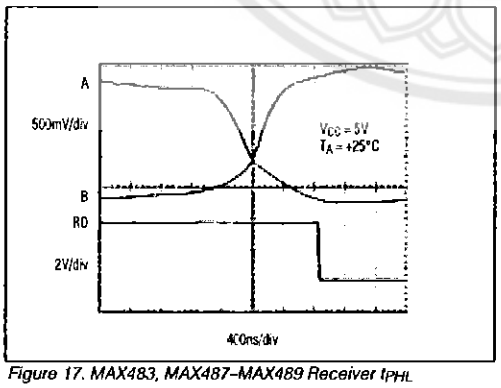


Figure 17. MAX483, MAX487–MAX489 Receiver t_{PHL}

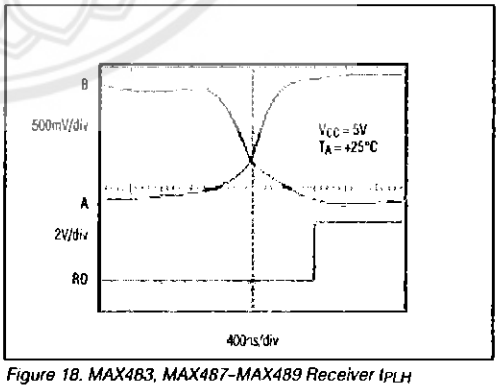


Figure 18. MAX483, MAX487–MAX489 Receiver t_{PLH}

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Line Length vs. Data Rate

The RS-485/RS-422 standard covers line lengths up to 4000 feet. For line lengths greater than 4000 feet, see Figure 23.

Figures 19 and 20 show the system differential voltage for the parts driving 4000 feet of 26AWG twisted-pair wire at 110kHz into 120Ω loads.

Typical Applications

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487–MAX491, and MAX1487 transceivers are designed for bidirectional data communications on multipoint bus transmission lines.

Figures 21 and 22 show typical network applications circuits. These parts can also be used as line repeaters, with cable lengths longer than 4000 feet, as shown in Figure 23.

To minimize reflections, the line should be terminated at both ends in its characteristic impedance, and stub lengths off the main line should be kept as short as possible. The slew-rate-limited MAX483 and MAX487–MAX489 are more tolerant of imperfect termination.

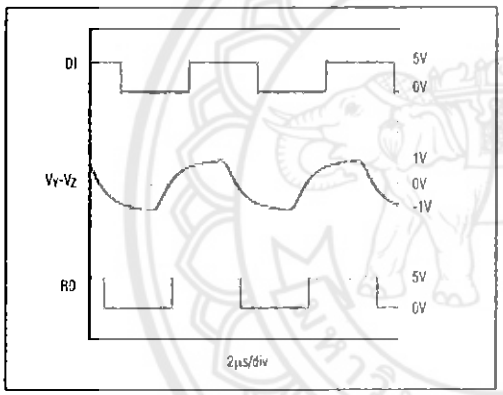


Figure 19. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

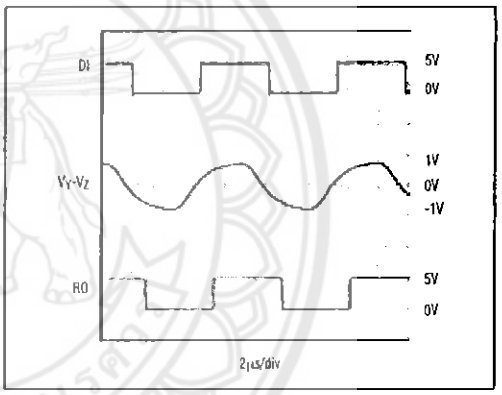


Figure 20. MAX483, MAX487–MAX489 System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

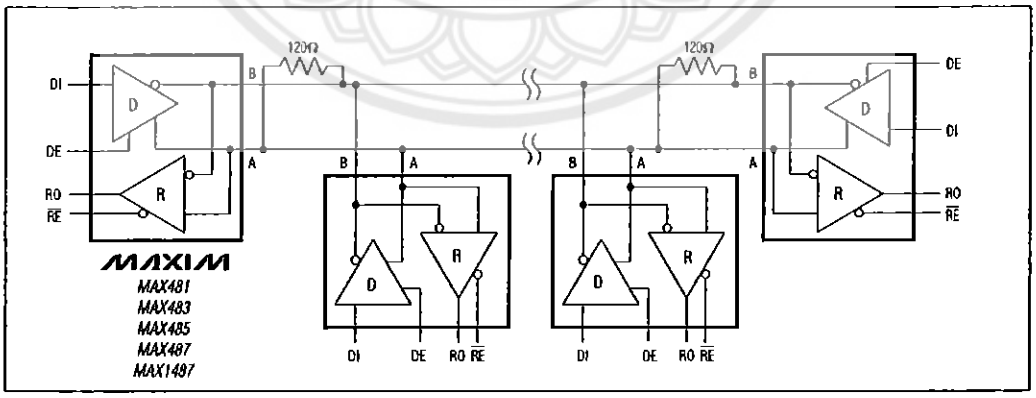


Figure 21. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Typical Half-Duplex RS-485 Network

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

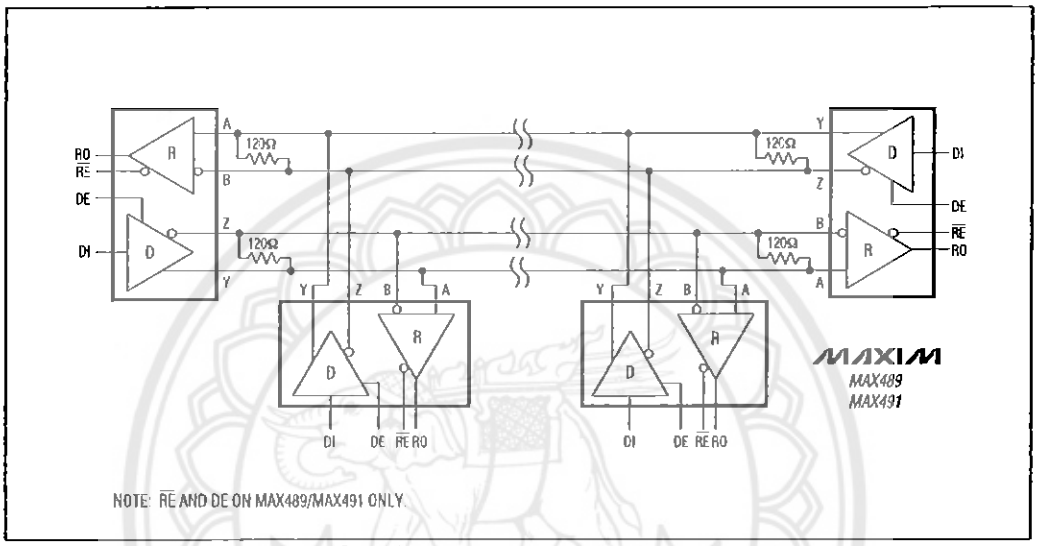


Figure 22. MAX488–MAX491 Full-Duplex RS-485 Network

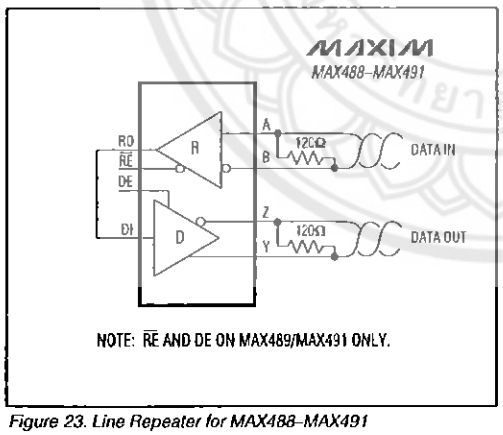


Figure 23. Line Repeater for MAX488–MAX491

Isolated RS-485

For isolated RS-485 applications, see the MAX253 and MAX1480 data sheets.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX481CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX481CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX481CUA	0°C to +70°C	8 µMAX
MAX481C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX481EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX481ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX481MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX483CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX483CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX483CUA	0°C to +70°C	8 µMAX
MAX483C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX483EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX483ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX483MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX485CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX485CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX485CUA	0°C to +70°C	8 µMAX
MAX485C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX485EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX485ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX485MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX487CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX487CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX487CUA	0°C to +70°C	8 µMAX
MAX487C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX487EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX487ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX487MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX488CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX488CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX488CUA	0°C to +70°C	8 µMAX
MAX488C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX488EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX488ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX488MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX489CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX489CSD	0°C to +70°C	14 SO
MAX489C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX489EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX489ESD	-40°C to +85°C	14 SO
MAX489MJD	-55°C to +125°C	14 CERDIP

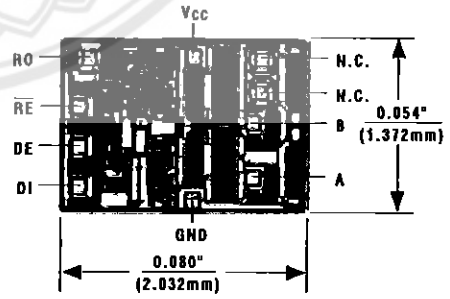
Ordering Information (continued)

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX490CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX490CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX490CUA	0°C to +70°C	8 µMAX
MAX490C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX490EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX490ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX490MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX491CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX491CSD	0°C to +70°C	14 SO
MAX491C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX491EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX491ESD	-40°C to +85°C	14 SO
MAX491MJD	-55°C to +125°C	14 CERDIP
MAX1487CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX1487CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX1487CUA	0°C to +70°C	8 µMAX
MAX1487C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX1487EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX1487ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX1487MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP

** Contact factory for dice specifications.*

Chip Topographies

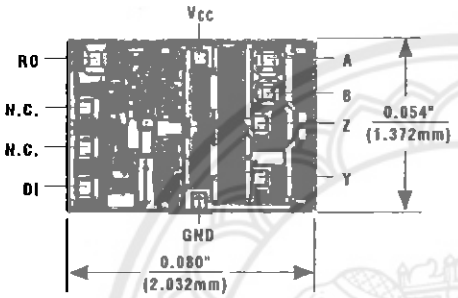
MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487



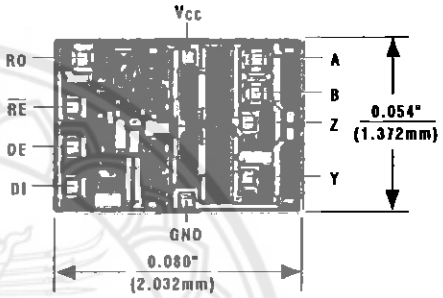
Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Chip Topographies (continued)

MAX488/MAX490



MAX489/MAX491

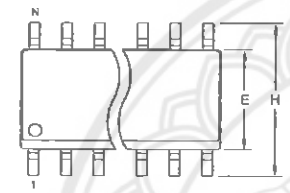


TRANSISTOR COUNT: 248
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

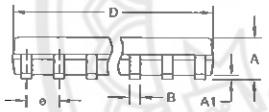
Package Information

(The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information go to **www.maxim-ic.com/packages**.)

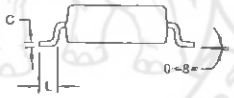
SOICN .EPS



TOP VIEW



FRONT VIEW



SIDE VIEW

DIM	INCHES MIN	INCHES MAX	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
B	0.013	0.019	0.35	0.49
C	0.007	0.010	0.19	0.25
e	0.050 BSC		1.27 BSC	
E	0.150	0.157	3.80	4.00
H	0.228	0.244	5.80	6.20
L	0.016	0.050	0.40	1.27

VARIATIONS:

DIM	INCHES MIN	INCHES MAX	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX	N	MS012
D	0.189	0.197	4.80	5.00	8	AA
D	0.337	0.344	8.55	8.75	14	AB
D	0.386	0.394	9.80	10.00	16	AC

NOTES:
1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED 0.15mm (.006").
3. LEADS TO BE COPLANAR WITHIN 0.10mm (.004").
4. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
5. MEETS JEDEC MS012.
6. N = NUMBER OF PINS.

DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM
PROPRIETARY INFORMATION

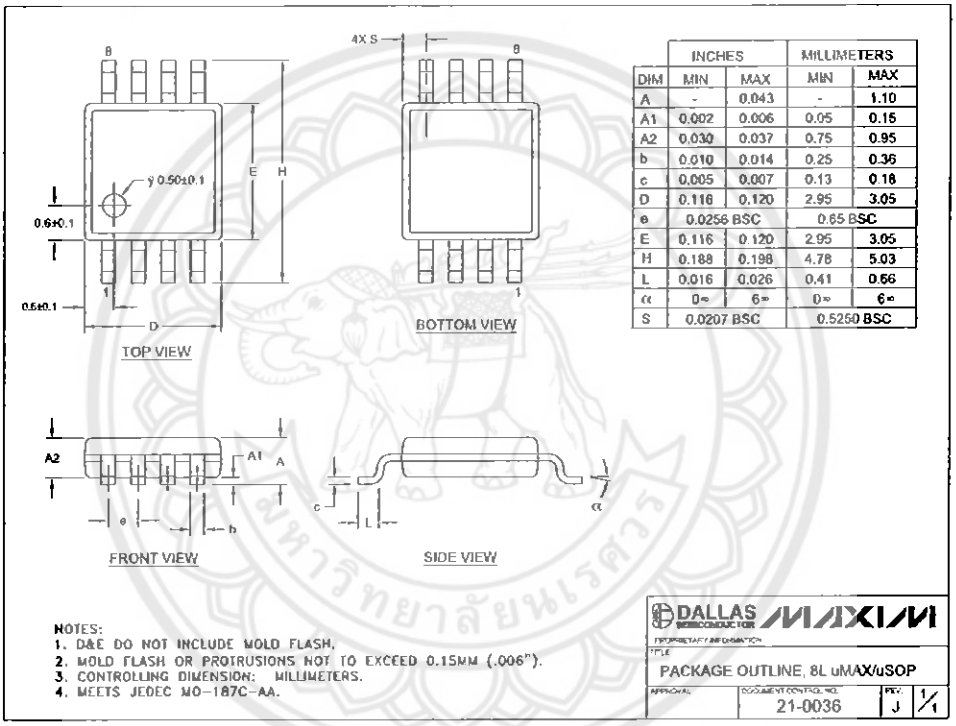
TITLE: PACKAGE OUTLINE, .150" SOIC

APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV.	
	21-0041	B	1/1

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Package Information (continued)

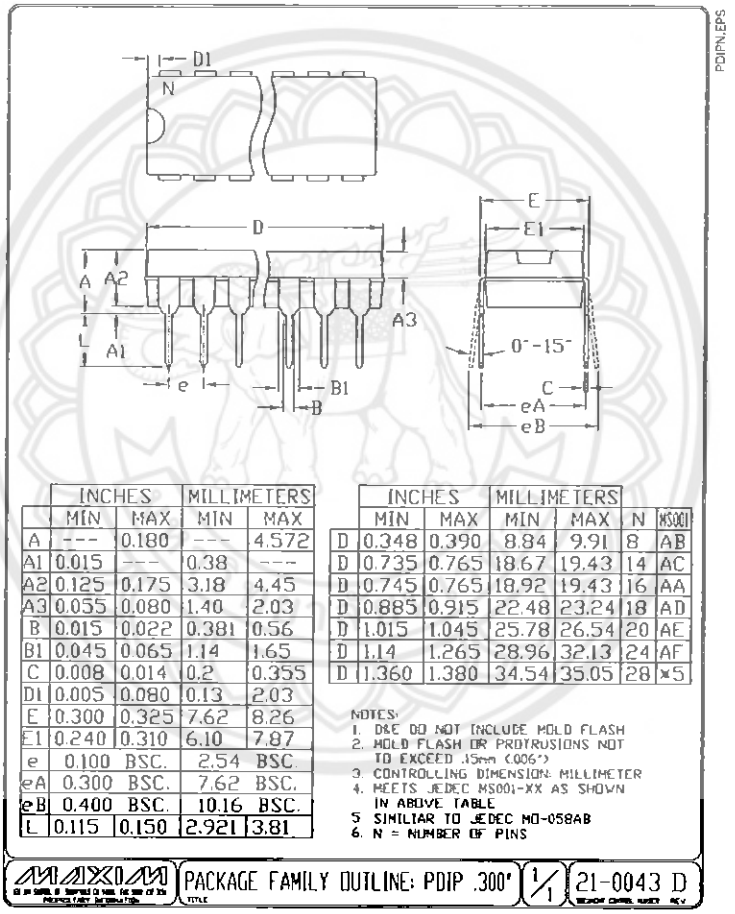
(The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information go to **www.maxim-ic.com/packages**.)



DIM	INCHES MIN	INCHES MAX	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX
A	-	0.043	-	1.10
A1	0.002	0.006	0.05	0.15
A2	0.030	0.037	0.75	0.95
b	0.010	0.014	0.25	0.36
c	0.005	0.007	0.13	0.18
D	0.116	0.120	2.95	3.05
e	0.0256 BSC		0.65 BSC	
E	0.116	0.120	2.95	3.05
H	0.188	0.198	4.78	5.03
L	0.016	0.026	0.41	0.66
α	0°	6°	0°	6°
S	0.0207 BSC		0.5250 BSC	

Package Information (continued)

(The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information go to **www.maxim-ic.com/packages**.)



	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	---	0.180	---	4.572
A1	0.015	---	0.38	---
A2	0.125	0.175	3.18	4.45
A3	0.055	0.080	1.40	2.03
B	0.015	0.022	0.381	0.56
B1	0.045	0.065	1.14	1.65
C	0.008	0.014	0.2	0.355
D1	0.005	0.080	0.13	2.03
E	0.300	0.325	7.62	8.26
E1	0.240	0.310	6.10	7.87
e	0.100 BSC.		2.54 BSC.	
eA	0.300 BSC.		7.62 BSC.	
eB	0.400 BSC.		10.16 BSC.	
L	0.115	0.150	2.921	3.81

	INCHES		MILLIMETERS			
	MIN	MAX	MIN	MAX	N	MS001
D	0.348	0.390	8.84	9.91	8	AB
D	0.735	0.765	18.67	19.43	14	AC
D	0.745	0.765	18.92	19.43	16	AA
D	0.885	0.915	22.48	23.24	18	AD
D	1.015	1.045	25.78	26.54	20	AE
D	1.14	1.265	28.96	32.13	24	AF
D	1.360	1.380	34.54	35.05	28	×5

NOTES:
1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .15mm (.006")
3. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER
4. MEETS JEDEC MS001-XX AS SHOWN IN ABOVE TABLE
5. SIMILIAR TO JEDEC MO-058AB
6. N = NUMBER OF PINS

MAXIM | PACKAGE FAMILY OUTLINE: PDIP .300" | 1/1 | 21-0043 D

Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

© 2003 Maxim Integrated Products Printed USA MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.

19-0273; Rev 7; 1/07

MAXIM

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

General Description

The MAX3222/MAX3232/MAX3237/MAX3241 transceivers have a proprietary low-dropout transmitter output stage enabling true RS-232 performance from a 3.0V to 5.5V supply with a dual charge pump. The devices require only four small 0.1µF external charge-pump capacitors. The MAX3222, MAX3232, and MAX3241 are guaranteed to run at data rates of 120kbps while maintaining RS-232 output levels. The MAX3237 is guaranteed to run at data rates of 250kbps in the normal operating mode and 1Mbps in the MegaBaud™ operating mode, while maintaining RS-232 output levels.

The MAX3222/MAX3232 have 2 receivers and 2 drivers. The MAX3222 features a 1µA shutdown mode that reduces power consumption and extends battery life in portable systems. Its receivers remain active in shutdown mode, allowing external devices such as modems to be monitored using only 1µA supply current. The MAX3222 and MAX3232 are pin, package, and functionally compatible with the industry-standard MAX242 and MAX232, respectively.

The MAX3241 is a complete serial port (3 drivers/5 receivers) designed for notebook and subnotebook computers. The MAX3237 (5 drivers/3 receivers) is ideal for fast modem applications. Both these devices feature a shutdown mode in which all receivers can remain active while using only 1µA supply current. Receivers R1 (MAX3237/MAX3241) and R2 (MAX3241) have extra outputs in addition to their standard outputs. These extra outputs are always active, allowing external devices such as a modem to be monitored without forward biasing the protection diodes in circuitry that may have VCC completely removed.

The MAX3222, MAX3237, and MAX3241 are available in space-saving TSSOP and SSOP packages.

Applications

Notebook, Subnotebook, and Palmtop Computers

High-Speed Modems

Battery-Powered Equipment

Hand-Held Equipment

Peripherals

Printers

Typical Operating Circuits appear at end of data sheet.

MegaBaud and UCSP are trademarks of Maxim Integrated Products, Inc.

Next Generation Device Features

- **For Smaller Packaging: MAX3228E/MAX3229E: +2.5V to +5.5V RS-232 Transceivers in UCSP™**
- **For Integrated ESD Protection: MAX3222E/MAX3232E/MAX3237E/MAX3241E/MAX3246E: ±15kV ESD-Protected, Down to 10nA, 3.0V to 5.5V, Up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers**
- **For Low-Voltage or Data Cable Applications: MAX3380E/MAX3381E: +2.35V to +5.5V, 1µA, 2 Tx/2 Rx RS-232 Transceivers with ±15kV ESD-Protected I/O and Logic Pins**

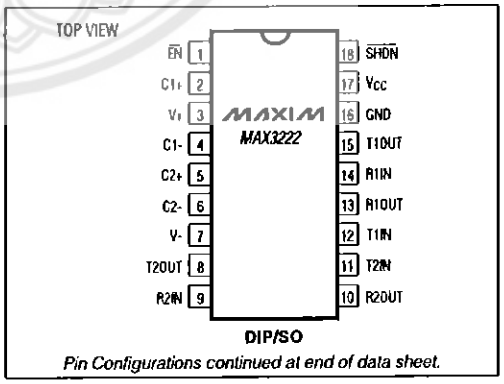
Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	PKG CODE
MAX3222CUP+	0°C to +70°C	20 TSSOP	U20+2
MAX3222CAP+	0°C to +70°C	20 SSOP	A20+1
MAX3222CWN+	0°C to +70°C	18 SO	W18+1
MAX3222CPN+	0°C to +70°C	18 Plastic Dip	P18+5

+Denotes lead-free package.

Ordering Information continued at end of data sheet.

Pin Configurations



Pin Configurations continued at end of data sheet.

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC} ..... -0.3V to +6V
V+ (Note 1) ..... -0.3V to +7V
V- (Note 1) ..... +0.3V to -7V
V+ + V- (Note 1) ..... +13V
Input Voltages
T_IN, $\overline{SHDN}$, EN ..... -0.3V to +6V
MBAUD ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
R_IN ..... ±25V
Output Voltages
T_OUT ..... ±13.2V
R_OUT ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Short-Circuit Duration
T_OUT ..... Continuous

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
16-Pin TSSOP (derate 6.7mW/°C above +70°C) 533mW
16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C) 696mW
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) 842mW
18-Pin SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
18-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C) 889mW
20-Pin SSOP (derate 7.00mW/°C above +70°C) 559mW
20-Pin TSSOP (derate 8.0mW/°C above +70°C) 640mW
28-Pin TSSOP (derate 8.7mW/°C above +70°C) 696mW
28-Pin SSOP (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
28-Pin SO (derate 12.50mW/°C above +70°C) 1W
Operating Temperature Ranges
MAX32_ _C_ _ ..... 0°C to +70°C
MAX32_ _E_ _ ..... -40°C to +85°C
Storage Temperature Range ..... -65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s) ..... +300°C

Note 1: V+ and V- can have a maximum magnitude of 7V, but their absolute difference cannot exceed 13V.

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 in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, C1–C4 = 0.1µF (Note 2), T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
DC CHARACTERISTICS						
V_{CC} Power-Supply Current	No load, V_{CC} = 3.3V or 5.0V, T_A = +25°C	MAX3222/MAX3232/MAX3241		0.3	1.0	mA
		MAX3237		0.5	2.0	
Shutdown Supply Current	SHDN = GND, T_A = +25°C			1.0	10	µA
LOGIC INPUTS AND RECEIVER OUTPUTS						
Input Logic Threshold Low (Note 3)	T_IN, $\overline{EN}$, $\overline{SHDN}$, MBAUD				0.8	V
Input Logic Threshold High (Note 3)	V_{CC} = 3.3V		2.0			V
	V_{CC} = 5.0V		2.4			
Input Leakage Current	T_IN, $\overline{EN}$, $\overline{SHDN}$, MBAUD			±0.01	±1.0	µA
Output Leakage Current	Receivers disabled			±0.05	±10	µA
Output Voltage Low	I_{OUT} = 1.6mA				0.4	V
Output Voltage High	I_{OUT} = -1.0mA		V_{CC} - 0.6	V_{CC} - 0.1		V
RECEIVER INPUTS						
Input Voltage Range			-25		25	V
Input Threshold Low	T_A = +25°C	V_{CC} = 3.3V	0.6	1.2		V
		V_{CC} = 5.0V	0.8	1.5		
Input Threshold High	T_A = +25°C	V_{CC} = 3.3V		1.5	2.4	V
		V_{CC} = 5.0V		1.8	2.4	

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, C1–C4 = 0.1µF (Note 2), T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Hysteresis			0.3		V
Input Resistance	T_A = +25°C	3	5	7	kΩ
TRANSMITTER OUTPUTS					
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to ground	±5.0	±5.4		V
Output Resistance	V_{CC} = V+ = V- = 0V, T_{OUT} = ±2V	300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current			±35	±60	mA
Output Leakage Current	V_{OUT} = ±12V, V_{CC} = 0V or 3V to 5.5V, transmitters disabled			±25	µA
MOUSE DRIVEABILITY (MAX3241)					
Transmitter Output Voltage	T1IN = T2IN = GND, T3IN = V_{CC}, T3OUT loaded with 3kΩ to GND, T1OUT and T2OUT loaded with 2.5mA each	±5.0			V

TIMING CHARACTERISTICS—MAX3222/MAX3232/MAX3241

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, C1–C4 = 0.1µF (Note 2), T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Maximum Data Rate	R_L = 3kΩ, C_L = 1000pF, one transmitter switching		120	235		kbps
Receiver Propagation Delay	R_IN to R_OUT, C_L = 150pF	t_{PHL}		0.3		µs
		t_{PLH}		0.3		
Receiver Output Enable Time	Normal operation			200		ns
Receiver Output Disable Time	Normal operation			200		ns
Transmitter Skew	$\lvert t_{PHL} - t_{PLH} \rvert$			300		ns
Receiver Skew	$\lvert t_{PHL} - t_{PLH} \rvert$			300		ns
Transition-Region Slew Rate	V_{CC} = 3.3V, R_L = 3kΩ to 7kΩ, +3V to -3V or -3V to +3V, T_A = +25°C, one transmitter switching	C_L = 150pF to 1000pF	6		30	V/µs
		C_L = 150pF to 2500pF	4		30	

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

TIMING CHARACTERISTICS—MAX3237

(VCC = +3.0V to +5.5V, C1–C4 = 0.1µF (Note 2), T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNITS
Maximum Data Rate	R_L = 3kΩ, C_L = 1000pF, one transmitter switching, MBAUD = GND			250			kbps
	VCC = 3.0V to 4.5V, R_L = 3kΩ, C_L = 250pF, one transmitter switching, MBAUD = VCC			1000			
	VCC = 4.5V to 5.5V, R_L = 3kΩ, C_L = 1000pF, one transmitter switching, MBAUD = VCC			1000			
Receiver Propagation Delay	R_IN to R_OUT, C_L = 150pF	t_{PHL}			0.15		µs
		t_{PLH}			0.15		
Receiver Output Enable Time	Normal operation				200		ns
Receiver Output Disable Time	Normal operation				200		ns
Transmitter Skew	$\lvert t_{PHL} - t_{PLH} \rvert$, MBAUD = GND				100		ns
	$\lvert t_{PHL} - t_{PLH} \rvert$, MBAUD = VCC				25		ns
Receiver Skew	$\lvert t_{PHL} - t_{PLH} \rvert$				50		ns
Transition-Region Slew Rate	VCC = 3.3V, R_L = 3Ω to 7kΩ, +3V to -3V or -3V to +3V, T_A = +25°C	C_L = 150pF to 1000pF	MBAUD = GND	6		30	V/µs
			MBAUD = VCC	24		150	
		C_L = 150pF to 2500pF, MBAUD = GND		4		30	

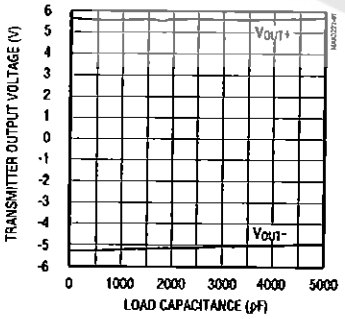
Note 2: MAX3222/MAX3232/MAX3241: C1–C4 = 0.1µF tested at 3.3V ±10%; C1 = 0.047µF, C2–C4 = 0.33µF tested at 5.0V ±10%. MAX3237: C1–C4 = 0.1µF tested at 3.3V ±5%; C1–C4 = 0.22µF tested at 3.3V ±10%; C1 = 0.047µF, C2–C4 = 0.33µF tested at 5.0V ±10%.

Note 3: Transmitter input hysteresis is typically 250mV.

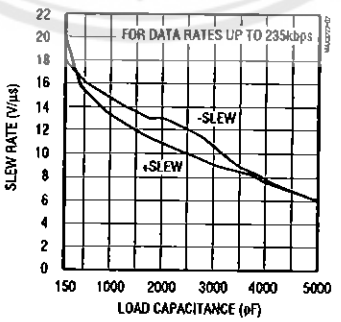
Typical Operating Characteristics

(VCC = +3.3V, 235kbps data rate, 0.1µF capacitors, all transmitters loaded with 3kΩ, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

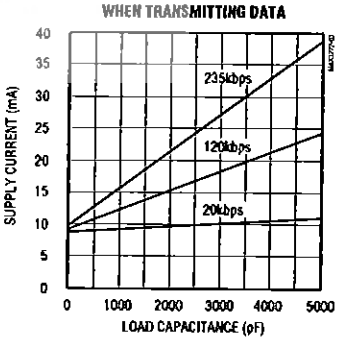
MAX3222/MAX3232
TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE
vs. LOAD CAPACITANCE



MAX3222/MAX3232
SLEW RATE
vs. LOAD CAPACITANCE



MAX3222/MAX3232
SUPPLY CURRENT vs. LOAD CAPACITANCE
WHEN TRANSMITTING DATA

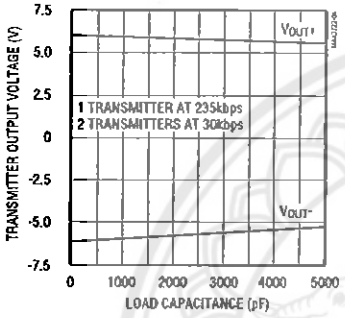


3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

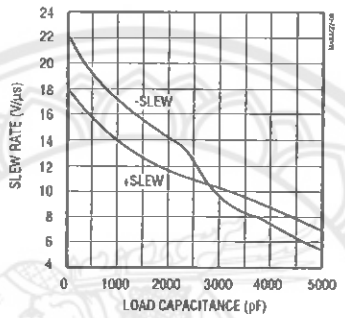
Typical Operating Characteristics (continued)

(VCC = +3.3V, 235kbps data rate, 0.1µF capacitors, all transmitters loaded with 3kΩ, TA = +25°C, unless otherwise noted.)

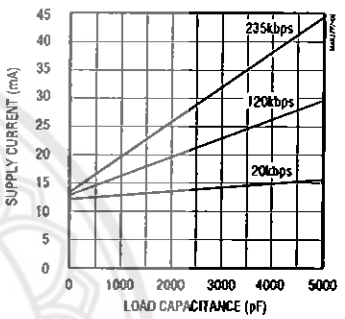
MAX3241
TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE vs. LOAD CAPACITANCE



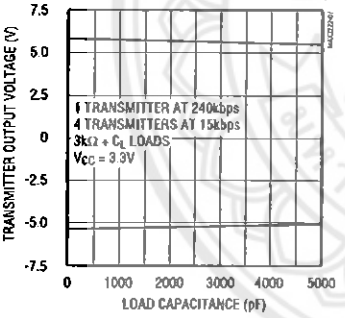
MAX3241
SLEW RATE vs. LOAD CAPACITANCE



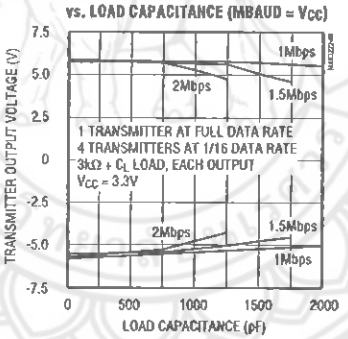
MAX3241
SUPPLY CURRENT vs. LOAD CAPACITANCE WHEN TRANSMITTING DATA



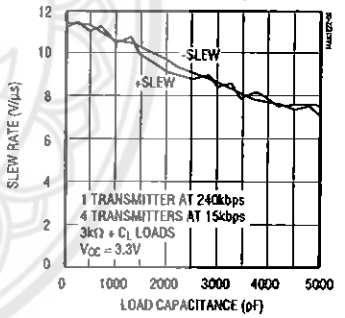
MAX3237
TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE vs. LOAD CAPACITANCE (MBAUD = GND)



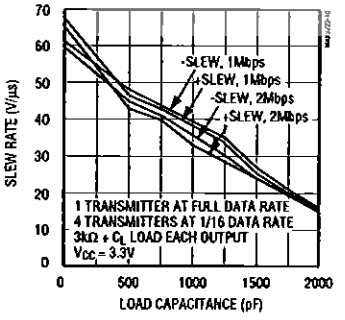
MAX3237
TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE vs. LOAD CAPACITANCE (MBAUD = VCC)



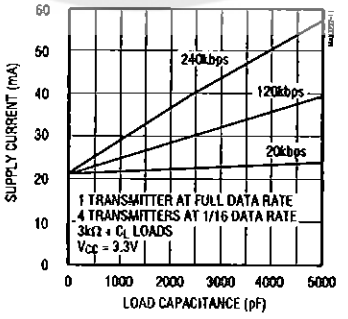
MAX3237
SLEW RATE vs. LOAD CAPACITANCE (MBAUD = GND)



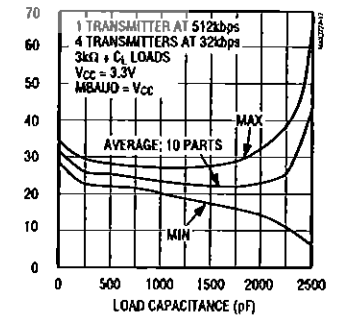
MAX3237
SLEW RATE vs. LOAD CAPACITANCE (MBAUD = VCC)



MAX3237
SUPPLY CURRENT vs. LOAD CAPACITANCE (MBAUD = GND)



MAX3237
SKEW vs. LOAD CAPACITANCE (tPLH - tPHL)



3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

Pin Description

PIN					NAME	FUNCTION
MAX3222		MAX3232	MAX3237	MAX3241		
DIP/SO	SSOP					
1	1	—	13	23	$\overline{EN}$	Receiver Enable. Active low.
2	2	1	28	28	C1+	Positive Terminal of Voltage-Doubler Charge-Pump Capacitor
3	3	2	27	27	V+	+5.5V Generated by the Charge Pump
4	4	3	25	24	C1-	Negative Terminal of Voltage-Doubler Charge-Pump Capacitor
5	5	4	1	1	C2+	Positive Terminal of Inverting Charge-Pump Capacitor
6	6	5	3	2	C2-	Negative Terminal of Inverting Charge-Pump Capacitor
7	7	6	4	3	V-	-5.5V Generated by the Charge Pump
8, 15	8, 17	7, 14	5, 6, 7, 10, 12	9, 10, 11	T_OUT	RS-232 Transmitter Outputs
9, 14	9, 16	8, 13	8, 9, 11	4–8	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
10, 13	10, 15	9, 12	18, 20, 21	15–19	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs
11, 12	12, 13	10, 11	17, 19, 22, 23, 24	12, 13, 14	T_IN	TTL/CMOS Transmitter Inputs
16	18	15	2	25	GND	Ground
17	19	16	26	26	V_{CC}	+3.0V to +5.5V Supply Voltage
18	20	—	14	22	$\overline{SHDN}$	Shutdown Control. Active low.
—	11, 14	—	—	—	N.C.	No Connection
—	—	—	15	—	MBAUD	MegaBaud Control Input. Connect to GND for normal operation; connect to V_{CC} for 1Mbps transmission rates.
—	—	—	16	20, 21	R_OUTB	Noninverting Complementary Receiver Outputs. Always active.

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

Detailed Description

Dual Charge-Pump Voltage Converter

The MAX3222/MAX3232/MAX3237/MAX3241's internal power supply consists of a regulated dual charge pump that provides output voltages of +5.5V (doubling charge pump) and -5.5V (inverting charge pump), regardless of the input voltage (V_{CC}) over the 3.0V to 5.5V range. The charge pumps operate in a discontinuous mode; if the output voltages are less than 5.5V, the charge pumps are enabled, and if the output voltages exceed 5.5V, the charge pumps are disabled. Each charge pump requires a flying capacitor (C1, C2) and a reservoir capacitor (C3, C4) to generate the V+ and V- supplies.

RS-232 Transmitters

The transmitters are inverting level translators that convert CMOS-logic levels to 5.0V EIA/TIA-232 levels.

The MAX3222/MAX3232/MAX3241 transmitters guarantee a 120kbps data rate with worst-case loads of 3kΩ in parallel with 1000pF, providing compatibility with PC-to-PC communication software (such as LapLink™). Typically, these three devices can operate at data rates of 235kbps. Transmitters can be paralleled to drive multiple receivers or mice.

LapLink is a trademark of Traveling Software, Inc.

The MAX3222/MAX3237/MAX3241's output stage is turned off (high impedance) when the device is in shutdown mode. When the power is off, the MAX3222/MAX3232/MAX3237/MAX3241 permit the outputs to be driven up to ±12V.

The transmitter inputs do not have pullup resistors. Connect unused inputs to GND or V_{CC}.

MAX3237 MegaBaud Operation

In normal operating mode (MBAUD = GND), the MAX3237 transmitters guarantee a 250kbps data rate with worst-case loads of 3kΩ in parallel with 1000pF. This provides compatibility with PC-to-PC communication software, such as Laplink.

For higher speed serial communications, the MAX3237 features MegaBaud operation. In MegaBaud operating mode (MBAUD = V_{CC}), the MAX3237 transmitters guarantee a 1Mbps data rate with worst-case loads of 3kΩ in parallel with 250pF for 3.0V < V_{CC} < 4.5V. For 5V ±10% operation, the MAX3237 transmitters guarantee a 1Mbps data rate into worst-case loads of 3kΩ in parallel with 1000pF.

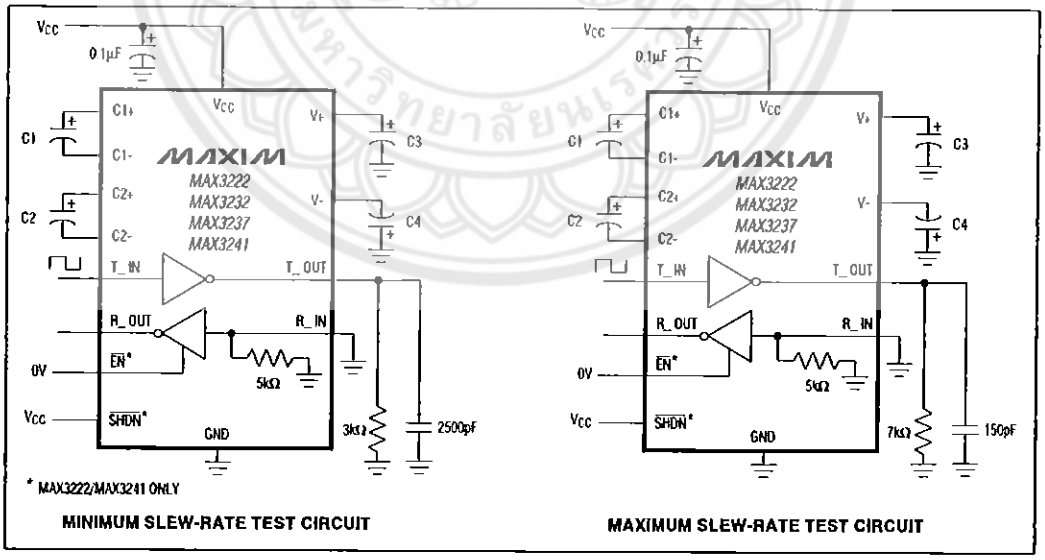


Figure 1. Slew-Rate Test Circuits

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

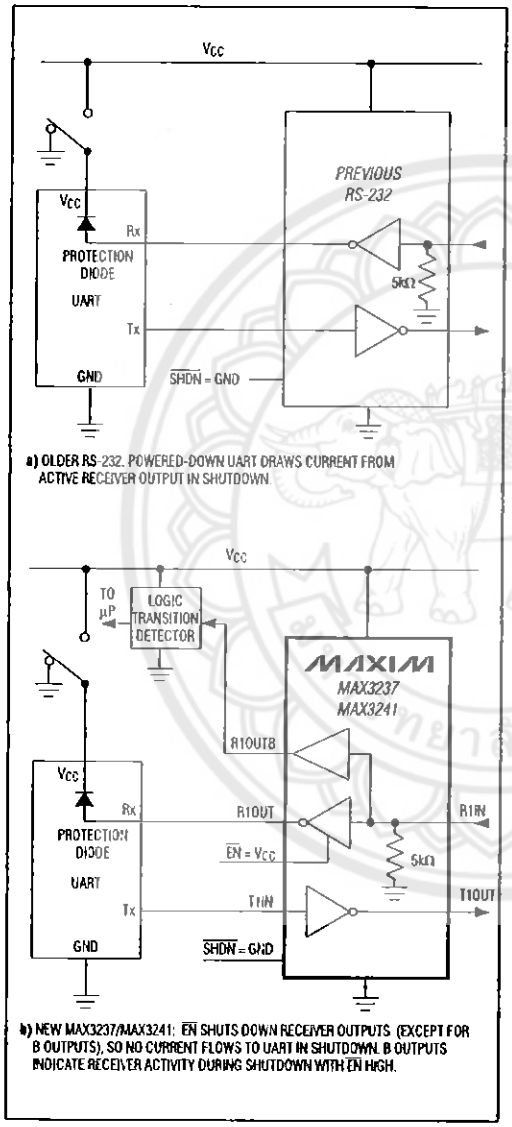


Figure 2. Detection of RS-232 Activity when the UART and Interface are Shut Down; Comparison of MAX3237/MAX3241 (b) with Previous Transceivers (a).

RS-232 Receivers

The receivers convert RS-232 signals to CMOS-logic output levels. The MAX3222/MAX3237/MAX3241 receivers have inverting three-state outputs. In shutdown, the receivers can be active or inactive (Table 1).

The complementary outputs on the MAX3237 (R1OUTB) and the MAX3241 (R1OUTB, R2OUTB) are always active, regardless of the state of $\overline{EN}$ or $\overline{SHDN}$. This allows for Ring Indicator applications without forward biasing other devices connected to the receiver outputs. This is ideal for systems where VCC is set to 0V in shutdown to accommodate peripherals, such as UARTs (Figure 2).

MAX3222/MAX3237/MAX3241 Shutdown Mode

Supply current falls to less than 1µA in shutdown mode ($\overline{SHDN}$ = low). When shut down, the device's charge pumps are turned off, V+ is pulled down to VCC, V- is pulled to ground, and the transmitter outputs are disabled (high impedance). The time required to exit shutdown is typically 100µs, as shown in Figure 3. Connect $\overline{SHDN}$ to VCC if the shutdown mode is not used. $\overline{SHDN}$ has no effect on R_OUT or R_OUTB.

MAX3222/MAX3237/MAX3241 Enable Control

The inverting receiver outputs (R_OUT) are put into a high-impedance state when $\overline{EN}$ is high. The complementary outputs R1OUTB and R2OUTB are always active, regardless of the state of $\overline{EN}$ and $\overline{SHDN}$ (Table 1). $\overline{EN}$ has no effect on T_OUT.

Applications Information

Capacitor Selection

The capacitor type used for C1–C4 is not critical for proper operation; polarized or nonpolarized capacitors can be used. The charge pump requires 0.1µF capacitors for 3.3V operation. For other supply voltages, refer to Table 2 for required capacitor values. Do not use values lower than those listed in Table 2. Increasing the capacitor values (e.g., by a factor of 2) reduces ripple on the transmitter outputs and slightly reduces power consumption. C2, C3, and C4 can be increased without changing C1's value. However, do not increase C1 without also increasing the values of C2, C3, and C4, to maintain the proper ratios (C1 to the other capacitors).

When using the minimum required capacitor values, make sure the capacitor value does not degrade excessively with temperature. If in doubt, use capacitors with a higher nominal value. The capacitor's equivalent series resistance (ESR), which usually rises at low temperatures, influences the amount of ripple on V+ and V-.

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

Table 1. MAX3222/MAX3237/MAX3241 Shutdown and Enable Control Truth Table

SHDN	EN	T_OUT	R_OUT	R_OUTB (MAX3237/ MAX3241)
0	0	High-Z	Active	Active
0	1	High-Z	High-Z	Active
1	0	Active	Active	Active
1	1	Active	High-Z	Active

Table 2. Required Minimum Capacitor Values

VCC (V)	C1 (µF)	C2, C3, C4 (µF)
MAX3222/MAX3232/MAX3241		
3.0 to 3.6	0.1	0.1
4.5 to 5.5	0.047	0.33
3.0 to 5.5	0.1	0.47
MAX3237		
3.0 to 3.6	0.22	0.22
3.15 to 3.6	0.1	0.1
4.5 to 5.5	0.047	0.33
3.0 to 5.5	0.22	1.0

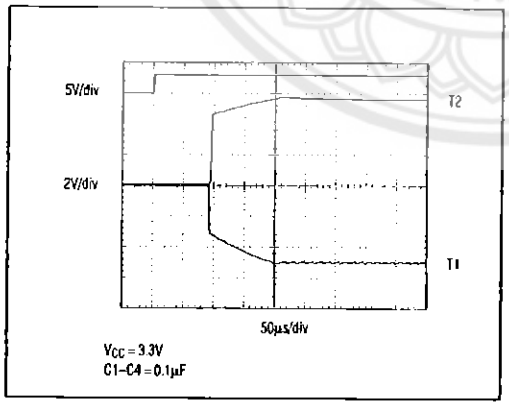


Figure 3. Transmitter Outputs when Exiting Shutdown or Powering Up

Power-Supply Decoupling

In most circumstances, a 0.1µF bypass capacitor is adequate. In applications that are sensitive to power-supply noise, decouple VCC to ground with a capacitor of the same value as charge-pump capacitor C1. Connect bypass capacitors as close to the IC as possible.

Operation Down to 2.7V

Transmitter outputs will meet EIA/TIA-562 levels of ±3.7V with supply voltages as low as 2.7V.

Transmitter Outputs when Exiting Shutdown

Figure 3 shows two transmitter outputs when exiting shutdown mode. As they become active, the two transmitter outputs are shown going to opposite RS-232 levels (one transmitter input is high, the other is low). Each transmitter is loaded with 3kΩ in parallel with 2500pF. The transmitter outputs display no ringing or undesirable transients as they come out of shutdown. Note that the transmitters are enabled only when the magnitude of V- exceeds approximately 3V.

Mouse Driveability

The MAX3241 has been specifically designed to power serial mice while operating from low-voltage power supplies. It has been tested with leading mouse brands from manufacturers such as Microsoft and Logitech. The MAX3241 successfully drove all serial mice tested and met their respective current and voltage requirements. Figure 4a shows the transmitter output voltages under increasing load current at 3.0V. Figure 4b shows a typical mouse connection using the MAX3241.

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

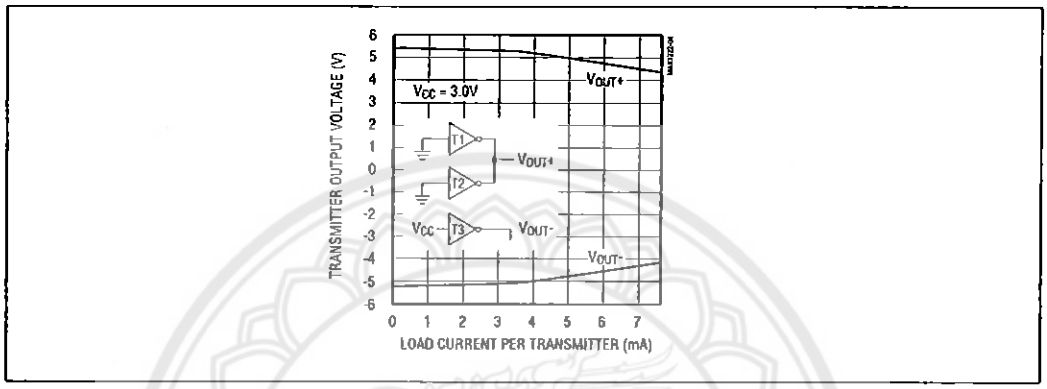


Figure 4a. MAX3241 Transmitter Output Voltage vs. Load Current per Transmitter

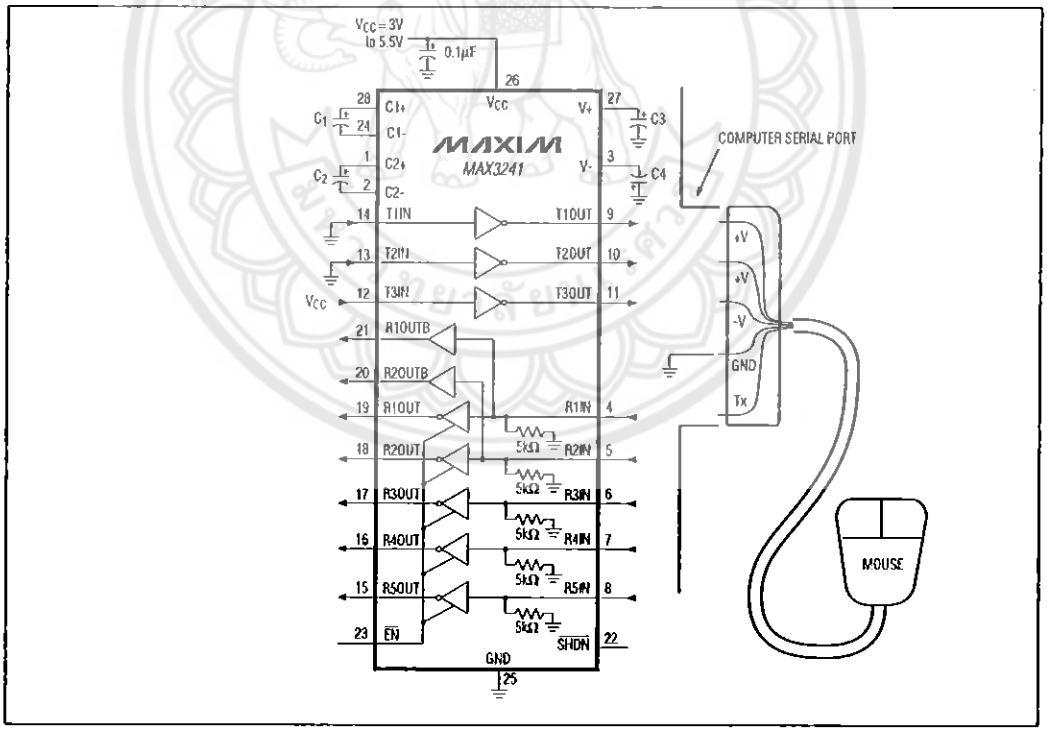


Figure 4b. Mouse Driver Test Circuit

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

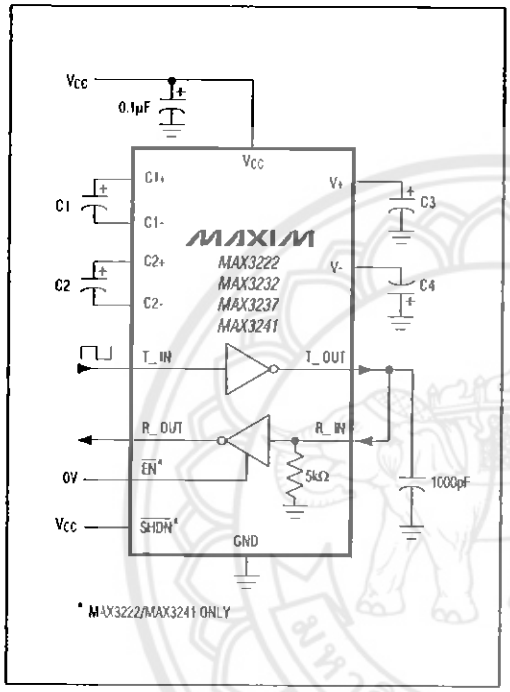


Figure 5. Loopback Test Circuit

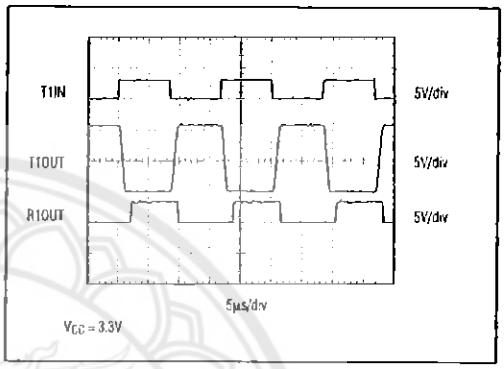


Figure 6. MAX3241 Loopback Test Result at 120kbps

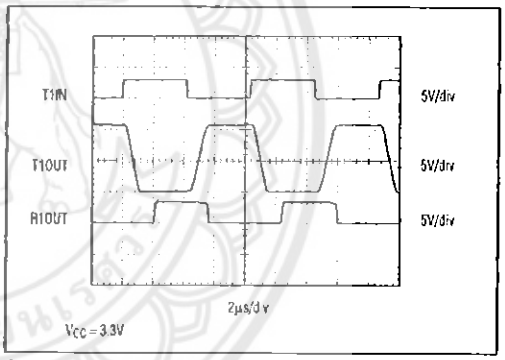


Figure 7. MAX3241 Loopback Test Result at 235kbps

High Data Rates

The MAX3222/MAX3232/MAX3241 maintain the RS-232 ±5.0V minimum transmitter output voltage even at high data rates. Figure 5 shows a transmitter loopback test circuit. Figure 6 shows a loopback test result at 120kbps, and Figure 7 shows the same test at 235kbps. For Figure 6, all transmitters were driven simultaneously at 120kbps into RS-232 loads in parallel with 1000pF. For Figure 7, a single transmitter was driven at 235kbps, and all transmitters were loaded with an RS-232 receiver in parallel with 1000pF.

The MAX3237 maintains the RS-232 ±5.0V minimum transmitter output voltage at data rates up to 1Mbps. Figure 8 shows a loopback test result at 1Mbps with MBAUD = VCC. For Figure 8, all transmitters were loaded with an RS-232 receiver in parallel with 250pF.

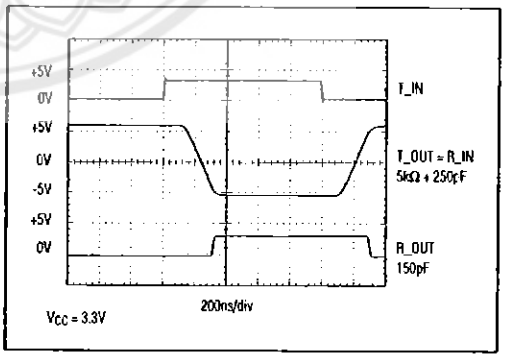


Figure 8. MAX3237 Loopback Test Result at 1000kbps (MBAUD = VCC)

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

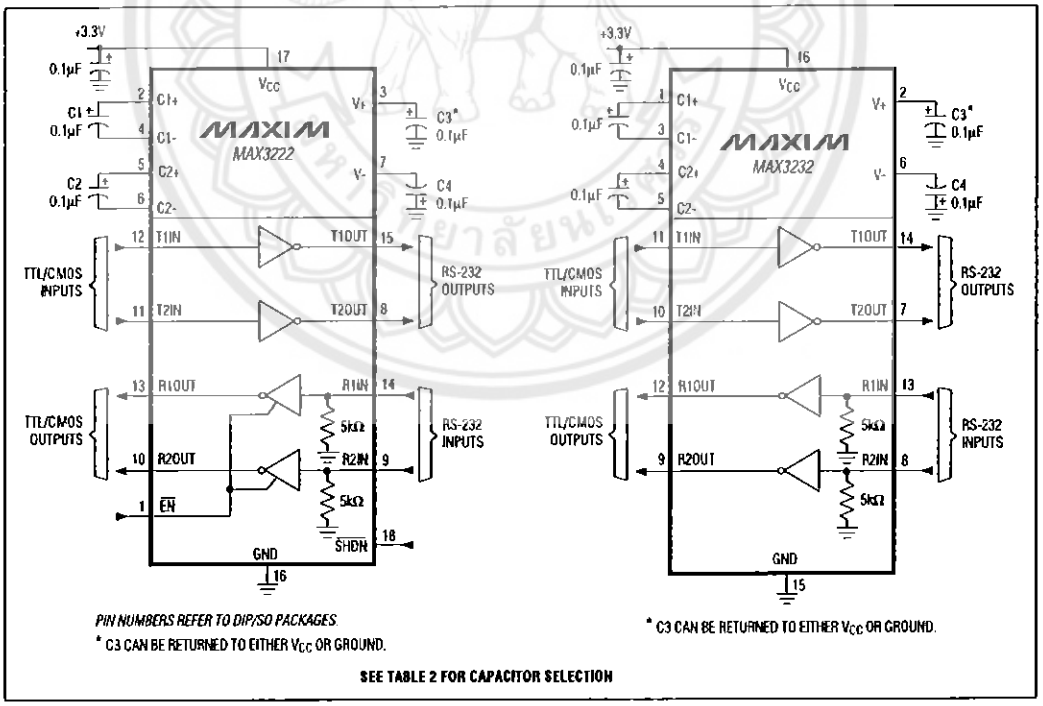
Interconnection with 3V and 5V Logic

The MAX3222/MAX3232/MAX3237/MAX3241 can directly interface with various 5V logic families, including ACT and HCT CMOS. See Table 3 for more information on possible combinations of interconnections.

Table 3. Logic-Family Compatibility with Various Supply Voltages

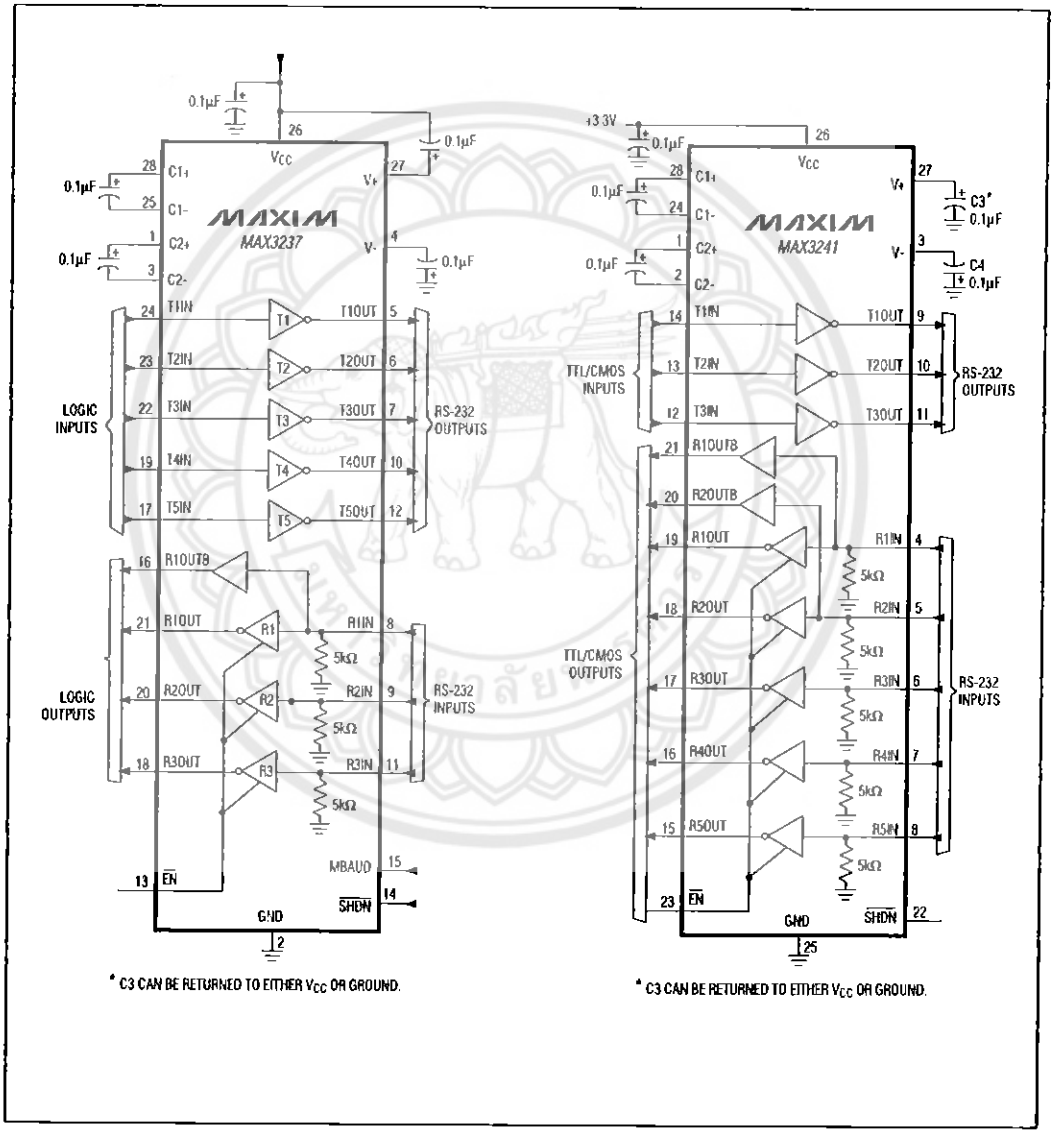
SYSTEM POWER-SUPPLY VOLTAGE (V)	MAX32__ Vcc SUPPLY VOLTAGE (V)	COMPATIBILITY
3.3	3.3	Compatible with all CMOS families.
5	5	Compatible with all TTL and CMOS-logic families.
5	3.3	Compatible with ACT and HCT CMOS, and with TTL. Incompatible with AC, HC, and CD4000 CMOS.

Typical Operating Circuits



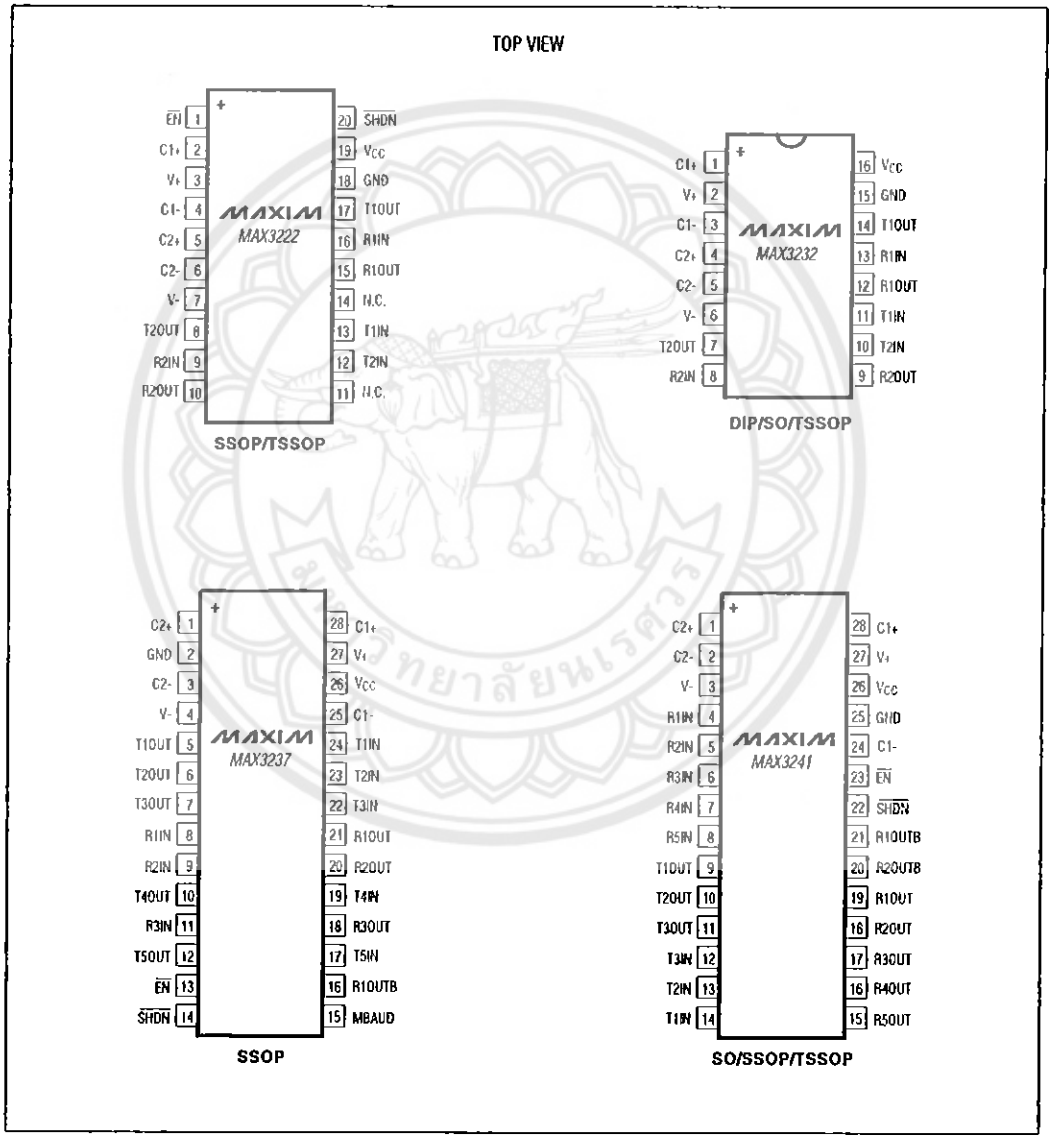
3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

Typical Operating Circuits (continued)



3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

Pin Configurations (continued)



3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

Ordering Information (continued)

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	PKG CODE
MAX3222EUP+	-40°C to +85°C	20 TSSOP	U20+2
MAX3222EAP+	-40°C to +85°C	20 SSOP	A20+1
MAX3222EWN+	-40°C to +85°C	18 SO	W18+1
MAX3222EPN+	-40°C to +85°C	18 Plastic Dip	P18+5
MAX3222C/D	0°C to +70°C	Dice*	—
MAX3232CUE+	0°C to +70°C	16 TSSOP	U16+1
MAX3232CSE+	0°C to +70°C	16 Narrow SO	S16+1
MAX3232CWE+	0°C to +70°C	16 Wide SO	N16+1
MAX3232CPE+	0°C to +70°C	16 Plastic DIP	P16+1
MAX3232EUE+	-40°C to +85°C	16 TSSOP	U16+1
MAX3232ESE+	-40°C to +85°C	16 Narrow SO	S16+1

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	PKG CODE
MAX3232EWE+	-40°C to +85°C	16 Wide SO	W16+1
MAX3232EPE+	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP	P16+1
MAX3232CAI+	0°C to +70°C	28 SSOP	A28+2
MAX3237EAI+	-40°C to +85°C	28 SSOP	A28+2
MAX3237CUI+	0°C to +70°C	28 TSSOP	U28+1
MAX3241CAI+	0°C to +70°C	28 SSOP	A28+1
MAX3241CWI+	0°C to +70°C	28 SO	W28+1
MAX3241EUI+	-40°C to +85°C	28 TSSOP	U28+1
MAX3241EAI+	-40°C to +85°C	28 SSOP	A28+2
MAX3241EWI+	-40°C to +85°C	28 SO	W28+1

*Dice are tested at T_A = +25°C, DC parameters only.
+Denotes lead-free package.

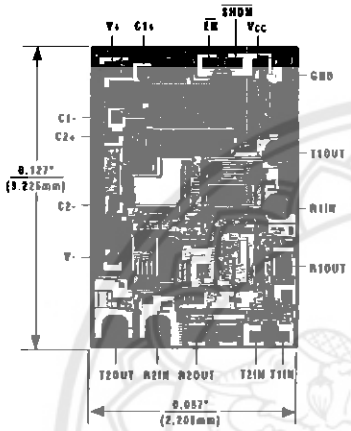
3V-Powered EIA/TIA-232 and EIA/TIA-562 Transceivers from Maxim

PART	POWER-SUPPLY VOLTAGE (V)	No. OF TRANSMITTERS/ RECEIVERS	No. OF RECEIVERS ACTIVE IN SHUTDOWN	GUARANTEED DATA RATE (kbps)	EIA/ TIA-232 OR 562	FEATURES
MAX212	3.0 to 3.6	3/5	5	120	232	Drives mice
MAX218	1.8 to 4.25	2/2	2	120	232	Operates directly from batteries without a voltage regulator
MAX562	2.7 to 5.25	3/5	5	230	562	Wide supply range
MAX563	3.0 to 3.6	2/2	2	230	562	0.1µF capacitors
MAX3212	2.7 to 3.6	3/5	5	235	232	AutoShutdown, complementary receiver, drives mice, transient detection
MAX3222	3.0 to 5.5	2/2	2	120	232	0.1µF capacitors
MAX3223	3.0 to 5.5	2/2	2	120	232	0.1µF capacitors, AutoShutdown
MAX3232	3.0 to 5.5	2/2	N/A	120	232	0.1µF capacitors
MAX3237	3.0 to 5.5	5/3	3	250/1000	232	0.1µF capacitors, 1 complementary receiver, MegaBaud operation
MAX3241	3.0 to 5.5	3/5	5	120	232	0.1µF capacitors, 2 complementary receivers, drives mice
MAX3243	3.0 to 5.5	3/5	1	120	232	0.1µF capacitors, AutoShutdown, complementary receiver, drives mice

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

Chip Topography

MAX3222



TRANSISTOR COUNT: 339
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

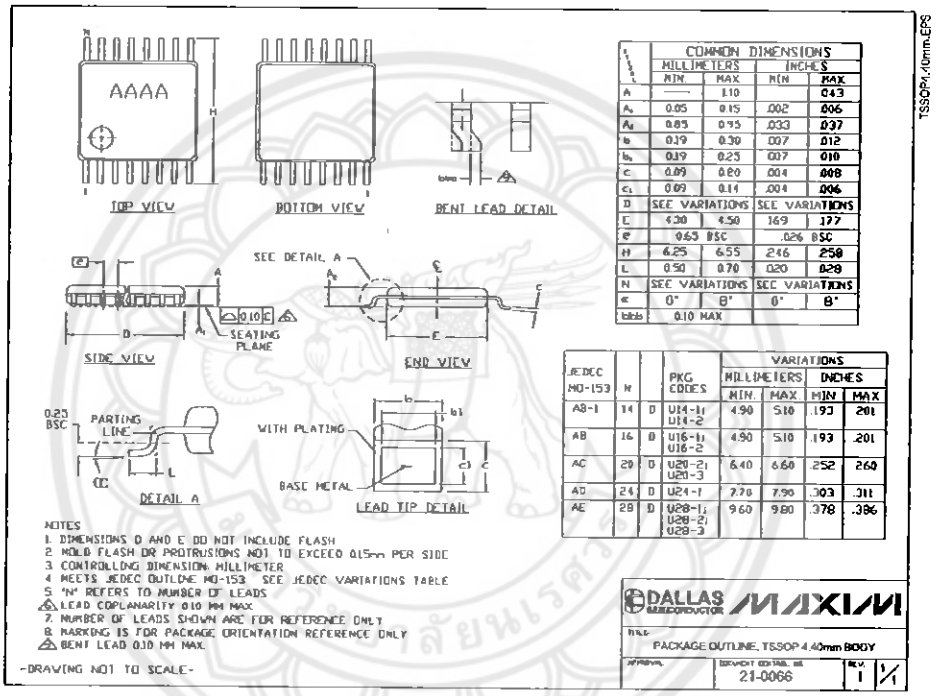
Chip Information

PART	TRANSISTOR COUNT
MAX3222	339
MAX3232	339
MAX3237	1212
MAX3241	894

3.0V to 5.5V, Low-Power, up to 1Mbps, True RS-232 Transceivers Using Four 0.1µF External Capacitors

Package Information

(The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information, go to **www.maxim-ic.com/packages**.)



SYMBOL	COMMON DIMENSIONS			
	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN.	MAX	MIN	MAX
A	——	1.10		043
A_1	0.05	0.15	.002	006
A_2	0.85	0.95	.033	037
b	0.19	0.30	007	012
b_1	0.19	0.25	007	010
c	0.09	0.20	004	008
c_1	0.09	0.14	.004	006
D	SEE VARIATIONS		SEE VARIATIONS	
E	6.30	6.50	169	177
e	0.65 BSC		.026 BSC	
H	6.25	6.55	246	258
L	0.50	0.70	020	028
N	SEE VARIATIONS		SEE VARIATIONS	
α	0°	8°	0°	8°
bbb	0.10 MAX			

JEDEC MO-153	N		PKG. CODES	VARIATIONS			
				MILLIMETERS		INCHES	
				MIN.	MAX	MIN	MAX
AB-1	14	D	U14-1, U14-2	4.90	5.10	.193	201
AB	16	D	U16-1, U16-2	4.90	5.10	.193	.201
AC	20	D	U20-2, U20-3	6.40	6.60	.252	260
AD	24	D	U24-1	7.70	7.90	.303	.311
AE	28	D	U28-1, U28-2, U28-3	9.60	9.80	.378	.386

Revision History

Pages changed at Rev 7: 1, 15, 16, 17

Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

© 2007 Maxim Integrated Products MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างคำสั่งการเขียนโปรแกรม

โปรแกรมในส่วนของการเชื่อมต่อฐานข้อมูลและเปิดพอร์ต

```
Imports System.Data.OleDb

Public Class ConDB

  Public Function connect(ByVal path As String) As OleDbConnection
    Dim con As OleDbConnection = New OleDbConnection()
    Try
      With con
        If .State = ConnectionState.Open Then
          .Close()
        End If
        .ConnectionString = " Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=|DataDirectory|\Cargarden.mdb;Persist Security Info=True"

        .Open()

      End With
    Catch ex As Exception

    End Try

    Return con

  End Function

  Public Function connect() As OleDbConnection
    Dim con As OleDbConnection = New OleDbConnection()
    Try
      With con
        If .State = ConnectionState.Open Then
```

```
            .Close()
        End If
        .ConnectionString = " Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=|DataDirectory|\Cargarden.mdb;Persist Security Info=True"

        .Open()

    End With
  Catch ex As Exception

  End Try

  Return con

End Function

Public Function query(ByVal path As String, ByVal sql As String) As DataTable

  Dim dt As New DataTable

  Dim adap As OleDbDataAdapter = New OleDb.OleDbDataAdapter(sql, connect(path))
  If dt.Rows.Count <> 0 Then
    dt.Clear()
  End If

  Try
    adap.Fill(dt)

  Catch ex As Exception
    Return dt
  End Try
  Return dt
```

```
    End Function
    Public Function query(ByVal sql As String) As DataTable

        Dim dt As New DataTable

        Dim adap As OleDbDataAdapter = New OleDb.OleDbDataAdapter(sql, connect())
        If dt.Rows.Count <> 0 Then
            dt.Clear()
        End If

        Try
            adap.Fill(dt)

        Catch ex As Exception
            Return dt
        End Try
        Return dt
    End Function
    Public Function command(ByVal path As String, ByVal sql As String) As Boolean
        Try
            Dim olecomm As OleDbCommand = New System.Data.OleDb.OleDbCommand(sql,
connect(path))
            Dim Result As Boolean = olecomm.ExecuteNonQuery() > 0
            connect.Close()
            Return Result

        Catch
            MsgBox(sql)
        End Try
    End Function

    Public Function command(ByVal sql As String) As Boolean
```

```
        Try
            Dim olecomm As OleDbCommand = New System.Data.OleDb.OleDbCommand(sql,
connect())
            Dim Result As Boolean = olecomm.ExecuteNonQuery() > 0
            connect.Close()
            Return Result
        Catch
            MsgBox(sql)
        End Try
    End Function

End Class
```

โปรแกรมในส่วนของแอดมิน

```
Public Class Admin
  Dim DbLib As New ConDB

  Private _AdminID As String
  Public Property AdminID() As String
    Get
      Return _AdminID
    End Get
    Set(ByVal value As String)
      _AdminID = value
    End Set
  End Property
  Public Function AddAdmin(ByVal AdminName As String, ByVal UserName As String, ByVal
Password As String) As String

    Dim myCommand As String = "Insert into TbAdmin(AdminName,UserName, [Password] )
VALUES ('{0}','{1}','{2}' )"
    myCommand = String.Format(myCommand, AdminName, UserName, Password)

    Try
      If DbLib.command(myCommand) Then
        Return True
      Else
        Return False
      End If

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.
```

```
    End Try

  End Function

  Public Function SelectRecordAccess(ByVal month As String, ByVal year As String) As
DataTable

    Dim mySelectQuery As String = "SELECT TbAdmin.ID As
AdminID,TbAdmin.AdminName As Name , Format(TvRecordOfAccessControl.AccessDate,""
dd/mm/yyyy"") as
AccessDate,TvRecordOfAccessControl.TimeOut,TvRecordOfAccessControl.TotalTime"
    mySelectQuery += " FROM TvRecordOfAccessControl INNER JOIN TbAdmin ON
TbAdmin.ID = TvRecordOfAccessControl.AdminID "
    mySelectQuery += " where Month(TvRecordOfAccessControl.AccessDate)={0} and year
(TvRecordOfAccessControl.AccessDate)={1} "
    mySelectQuery += " Order by TvRecordOfAccessControl.AccessDate Desc "
    mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, month, year)
    Dim Result As New DataTable

    Try
      Result = DbLib.query(mySelectQuery)

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

    Return Result
```

```
End Function

Public Function AddLogAdmin(ByVal AdminID As String) As String

    Dim myCommand As String = "Insert into TvRecordOfAccessControl(AccessDate,AdminID
) VALUES ('{0}','{1}')"
    myCommand = String.Format(myCommand, Date.Now, AdminID)

    Try
      If DbLib.command(myCommand) Then
        Return True
      Else
        Return False
      End If

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

End Function

Public Function AddLogOutAdmin(ByVal AdminID As String) As String

    Dim myCommand As String = "Select Top 1 * From  TvRecordOfAccessControl  Where
AdminID= {0}  and timeOut is null  order by AccessDate Desc"
    myCommand = String.Format(myCommand, AdminID)

    Dim dt As DataTable = DbLib.query(myCommand)
```

```
        Dim RecordID As String = ""
        Dim TimeIN As Date = Date.Now
        Dim PayMent As Decimal = 0

        'Dim d1 As Date = Date.Now
        'Dim d2 As Date = New Date(d1.Year, d1.Month, d1.Day, d1.Hour, d1.Minute - 5,
d1.Second)


        If dt.Rows.Count <> 0 Then
            RecordID = (dt.Rows(0)(0))
            TimeIN = Convert.ToDateTime(dt.Rows(0)("AccessDate"))
        End If

        Dim r As Long = DateDiff(DateInterval.Minute, TimeIN, Date.Now)

        myCommand = "Update TvRecordOfAccessControl Set TimeOut='{0}',TotalTime='{1}'
Where ID={2}"
        myCommand = String.Format(myCommand, Date.Now.ToString(), r, RecordID)

        Try
            Return DbLib.command(myCommand)

        Catch ex As Exception
            Return False
        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try

    End Function
```

```
Public Function DeleteAdmin(ByVal AdminID As String) As Boolean

    Dim myCommand As String = "Delete From TbAdmin   where ID= {0} "
    myCommand = String.Format(myCommand, AdminID)

    Try
      If DbLib.command(myCommand) Then
        Return True
      Else
        Return False
      End If

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

  End Function

  Public Function EditAdmin(ByVal AdminID As String, ByVal AdminName As String, ByVal
UserName As String, ByVal Password As String) As Boolean

    Dim myCommand As String = "Update  TbAdmin   set AdminName ='{1}',UserName='{2}',
[Password] ='{3}'  where ID= {0} "
    myCommand = String.Format(myCommand, AdminID, AdminName, UserName, Password)

    Try
      If DbLib.command(myCommand) Then
        Return True
```

```
        Else
            Return False
        End If

    Catch ex As Exception

    Finally
        ' always call Close when done reading.

    End Try

End Function

Public Function SelectAdminList(ByVal MemberName As String) As DataTable

    Dim mySelectQuery As String = "SELECT ID,AdminName,UserName FROM TbAdmin
where AdminName like '{0}%' and isdeleted=false "
    mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, MemberName)
    Dim Result As New DataTable

    Try
        Result = DbLib.query(mySelectQuery)

    Catch ex As Exception

    Finally
        ' always call Close when done reading.

    End Try

    Return Result
```

```
    End Function

    Public Function SelectAdminList() As DataTable

        Dim mySelectQuery As String = "SELECT ID,AdminName,UserName FROM TbAdmin
  where  isdeleted=false"
        mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery)
        Dim Result As New DataTable

        Try
          Result = DbLib.query(mySelectQuery)

        Catch ex As Exception

        Finally
          ' always call Close when done reading.

        End Try

        Return Result

    End Function

    Public Function SelectAdminByID(ByVal AdminID As String) As DataTable

        Dim mySelectQuery As String = "SELECT Top 1 * FROM TbAdmin where ID =  {0}  and
  isdeleted=false"
        mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, AdminID)
        Dim Result As New DataTable

        Try
          Result = DbLib.query(mySelectQuery)
```

```
        Catch ex As Exception

        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try

        Return Result

    End Function

    Public Function SelectAdmin(ByVal UserName As String, ByVal Password As String) As
DataTable

        Dim mySelectQuery As String = "SELECT Top 1 * FROM TbAdmin  where [UserName] =
'{0}' and Password='{1}' and isdeleted=false"
        mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, UserName, Password)
        Dim Result As New DataTable

        Try
            Result = DbLib.query(mySelectQuery)

        Catch ex As Exception

        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try

        Return Result
```

```
    End Function

    Public Function SelectAdmin(ByVal AdminName As String) As DataTable

        Dim mySelectQuery As String = "SELECT Top 1 * FROM TbAdmin  where AdminName
like '{0}%' and isdeleted=false"
        mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, AdminName)
        Dim Result As New DataTable

        Try
            Result = DbLib.query(mySelectQuery)

        Catch ex As Exception

        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try

        Return Result

    End Function


End Class
```

โปรแกรมในส่วนของลูกค้า

```
Public Class Customer
   Dim DbLib As New ConDB
   Public Function AddCustomer(ByVal Name As String, ByVal Address As String, ByVal
CitizenID As String, ByVal Phone As String, ByVal CategoryID As Int32, ByVal
IntRFIDNumber As String, ByVal ProfilePic As String) As String

      Dim myCommand As String = "Insert into
TbCustomer(Name,Address,CitizenID,Phone,CategoryID,RFID,ProfilePic ) VALUES
('{0}','{1}','{2}' ,'{3}','{4}', {5} ,'{6}')"
      myCommand = String.Format(myCommand, Name, Address, CitizenID, Phone,
CategoryID.ToString(), IntRFIDNumber, ProfilePic)

      Try
        If DbLib.command(myCommand) Then
          Dim Rf As New RFID
          Rf.AssignRFID(IntRFIDNumber)
          myCommand = "Select top 1 UserID from TbUser order by UserId desc"

          Dim dt As DataTable = DbLib.query(myCommand)
          If dt.Rows.Count <> 0 Then
            Dim m_USerID As String = (dt.Rows(0)(0))
            Return m_USerID
          End If
        Else

        End If

      Catch ex As Exception

      Finally
```

```
        ' always call Close when done reading.

    End Try

End Function

Public Function DeleteCustomer(ByVal CustomerID As String) As Boolean

    Dim myCommand As String = "Delete From TbCustomer   where ID= {0} "
    myCommand = String.Format(myCommand, CustomerID)

    Try
      If DbLib.command(myCommand) Then
        Return True
      Else
        Return False
      End If

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

End Function
```

Public Function EditCustomer(ByVal CustomerID As String, ByVal Name As String, ByVal Address As String, ByVal CitizenID As String, ByVal Phone As String, ByVal CategoryID As Int32, ByVal IntRFIDNumber As String, ByVal ProfilePic As String) As Boolean

```
        Dim myCommand As String = "Update  TbCustomer Set
    Name='{0}',Address='{1}',CitizenID='{2}',Phone='{3}',CategoryID= {4}
    ,RFID='{5}',ProfilePic='{7}'  where ID= {6} "
        myCommand = String.Format(myCommand, Name, Address, CitizenID, Phone,
    CategoryID.ToString(), IntRFIDNumber, CustomerID, ProfilePic)


        Dim dt As DataTable = SelectCustomerByID(CustomerID)
        Try
          If DbLib.command(myCommand) Then
            Dim Rf As New RFID
            Rf.FreeRFID(dt(0)("RFID"))
            Rf.AssignRFID(IntRFIDNumber)
            Return True
          Else
            Return False
          End If

        Catch ex As Exception
          Return False
        Finally
          ' always call Close when done reading.

        End Try

      End Function

      Public Function SelectCustomerList(ByVal MemberName As String, ByVal RFID As String)
    As DataTable

        Dim mySelectQuery As String = "SELECT TbCustomer.ID,
    TbCustomer.Name,TbCustomer.Address,TbCustomer.CitizenID, TbCategory.CategoryName,
```

```
TbRFID.RFID, TbCustomer.Phone FROM TbRFID INNER JOIN (TbCustomer INNER JOIN
TbCategory ON TbCustomer.CategoryID = TbCategory.ID) ON TbRFID.ID = TbCustomer.RFID
Where TbCustomer.Name like '{0}%' and TbRFID.RFID like '{1}%' and isdeleted=false"
    mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, MemberName, RFID)
    Dim Result As New DataTable

    Try
      Result = DbLib.query(mySelectQuery)

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

    Return Result

End Function


Public Function SelectCustomerList() As DataTable

    Dim mySelectQuery As String = "SELECT * FROM TbCustomer where  isdeleted=false"
    mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery)
    Dim Result As New DataTable

    Try
      Result = DbLib.query(mySelectQuery)

    Catch ex As Exception
```

```
        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try

        Return Result

    End Function

    Public Function SelectCustomerByID(ByVal CustomerID As String) As DataTable

        Dim mySelectQuery As String = "SELECT Top 1 * FROM TbCustomer where ID =  {0}
and isdeleted=false"
        mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, CustomerID)
        Dim Result As New DataTable

        Try
            Result = DbLib.query(mySelectQuery)

        Catch ex As Exception

        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try

        Return Result

    End Function

    Public Function SelectCustomer(ByVal MemberName As String) As DataTable
```

```
        Dim mySelectQuery As String = "SELECT Top 1 * FROM TbCustomer where Name like
'{0}%' and isdeleted=false"
        mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, MemberName)
        Dim Result As New DataTable

        Try
            Result = DbLib.query(mySelectQuery)

        Catch ex As Exception

        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try

        Return Result

    End Function

End Class
```

โปรแกรมในส่วนของการจัดการรหัสบัตร RFID

```
Public Class RFID
  Dim DbLib As New ConDB
  Public Function SelectFreeRFIDList() As DataTable

    Dim mySelectQuery As String = "SELECT * FROM TbRFID Where Used=false"
    '  mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery)
    Dim Result As New DataTable

    Try
      Result = DbLib.query(mySelectQuery)

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

    Return Result

  End Function

  Public Function SelectRFIDList(ByVal RFID As String) As DataTable

    Dim mySelectQuery As String = "SELECT * FROM TbRFID Where RFID like '%{0}%' "
    mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, RFID)
    Dim Result As New DataTable

    Try
      Result = DbLib.query(mySelectQuery)
```

```
    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

    Return Result

End Function

Public Function SelectFreeRFIDList(ByVal ID As String) As DataTable

    Dim mySelectQuery As String = "SELECT * FROM TbRFID Where Used=false or ID={0}"
    mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, ID)
    Dim Result As New DataTable

    Try
      Result = DbLib.query(mySelectQuery)

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

    Return Result

End Function
```

```
Public Function AssignRFID(ByVal ID As Int32) As Boolean

  Dim myCommand As String = "Update  TbRfid Set Used= true    where ID={0}"
  myCommand = String.Format(myCommand, ID)

  Try
    Return DbLib.command(myCommand)

  Catch ex As Exception
    Return False
  Finally
    ' always call Close when done reading.

  End Try

End Function

Public Function FreeRFID(ByVal ID As Int32) As Boolean

  Dim myCommand As String = "Update  TbRfid Set Used=false    where ID={0}"
  myCommand = String.Format(myCommand, ID)

  Try
    Return DbLib.command(myCommand)

  Catch ex As Exception
    Return False
  Finally
    ' always call Close when done reading.

  End Try
```

```
End Function

Public Function AddRFID(ByVal RFID As String) As String

  Dim myCommand As String
  myCommand = "Select top 1 * from TbRFID where RFID='{0}' order by ID desc"
  myCommand = String.Format(myCommand, RFID)

  Dim dt As DataTable = DbLib.query(myCommand)
  If dt.Rows.Count = 0 Then
    myCommand = "Insert into TbRFID(RFID,Used) VALUES ('{0}',false)"
    myCommand = String.Format(myCommand, RFID)


    Try
      If DbLib.command(myCommand) Then
        myCommand = "Select top 1 * from TbRFID order by ID desc"

        '    Dim dt As DataTable
        dt = DbLib.query(myCommand)
        If dt.Rows.Count <> 0 Then
          Dim m_USerID As String = (dt.Rows(0)(0))
          Return m_USerID
        End If
      Else

      End If

    Catch ex As Exception

    Finally
    End Try
```

```
        Else

            Return ""
        End If
            ' always call Close when done reading.


    End Function

    Public Function SelectRecordCarPark(ByVal month As String, ByVal year As String) As
DataTable

        Dim mySelectQuery As String = "SELECT Format( TbRecordOfCarPark.RecordDate,""
dd/mm/yyyy"") as  RecordDate, TbRecordOfCarPark.TimeIN, TbRecordOfCarPark.TimeOut,
TbRecordOfCarPark.TotalTime, TbRecordOfCarPark.Payment, TbCustomer.ID as
CustID,TbCustomer.Name,   TbCategory.CategoryName, TbRFID.RFID"
        mySelectQuery += " FROM TbRFID INNER JOIN ((TbAdmin INNER JOIN (TbCustomer
INNER JOIN TbRecordOfCarPark ON TbCustomer.ID = TbRecordOfCarPark.CustomerID) ON
TbAdmin.ID = TbRecordOfCarPark.AdminID) INNER JOIN TbCategory ON
TbRecordOfCarPark.CategoryID = TbCategory.ID) ON TbRFID.ID = TbCustomer.RFID "
        mySelectQuery += " where  Month(TbRecordOfCarPark.RecordDate)={0}  and  year
(TbRecordOfCarPark.RecordDate)={1} "
        mySelectQuery += " Order by TbRecordOfCarPark.RecordDate Desc "
        mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, month, year)
        Dim Result As New DataTable

        Try
            Result = DbLib.query(mySelectQuery)

        Catch ex As Exception

        Finally
```

```
        ' always call Close when done reading.

    End Try

    Return Result

End Function

Public Function SelectRecordOffice(ByVal month As String, ByVal year As String) As
DataTable

    Dim mySelectQuery As String = "SELECT Format( TbRecordOfOffice.RecordDate,""
dd/mm/yyyy"") as  RecordDate   , TbRecordOfOffice.TimeIN, TbRecordOfOffice.TimeOut,
TbRecordOfOffice.TotalTime,TbCustomer.ID as CustID, TbCustomer.Name,  TbRFID.RFID"
    mySelectQuery += " FROM TbRFID INNER JOIN ((TbAdmin INNER JOIN (TbCustomer
INNER JOIN TbRecordOfOffice ON TbCustomer.ID = TbRecordOfOffice.CustomerID) ON
TbAdmin.ID = TbRecordOfOffice.AdminID) ) ON TbRFID.ID = TbCustomer.RFID "
    mySelectQuery += " where  Month(TbRecordOfOffice.RecordDate)={0}  and  year
(TbRecordOfOffice.RecordDate)={1} "
    mySelectQuery += " Order by TbRecordOfOffice.RecordDate Desc "
    mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, month, year)
    Dim Result As New DataTable

    Try
        Result = DbLib.query(mySelectQuery)

    Catch ex As Exception

    Finally
        ' always call Close when done reading.

    End Try
```

```
    Return Result

End Function


Public Function RecordWalkIn(ByVal RFID As String, ByVal AdminID As Integer) As
DataTable

    ' Dim myCommand As String = "SELECT TbRFID.ID
,TbCustomer.ID,TbCustomer.CategoryID FROM TbCustomer INNER JOIN TbRFID ON
TbCustomer.RFID = TbRFID.ID Where TbRFID.RFID='{0}';"
    Dim myCommand As String = "SELECT '0' as Cost,ProfilePic ,TbCustomer.ID,
TbCustomer.CategoryID, TbCustomer.Name, TbCategory.CategoryName, TbRFID.RFID,
TbCustomer.Phone FROM TbRFID INNER JOIN (TbCustomer INNER JOIN TbCategory ON
TbCustomer.CategoryID = TbCategory.ID) ON TbRFID.ID = TbCustomer.RFID Where
TbRFID.RFID='{0}' and isdeleted=false"

    myCommand = String.Format(myCommand, RFID)

    Dim UserID As String = ""
    Dim CategoryID As String = "1"
    Dim dt As DataTable = DbLib.query(myCommand)
    If dt.Rows.Count <> 0 Then
      UserID = (dt.Rows(0)("id"))
      Console.WriteLine(UserID)
      CategoryID = (dt.Rows(0)("CategoryID"))
```

```
        myCommand = "Select Top 1 * From  TbRecordOfOffice  Where CustomerID={0} and
timeout is null and (Day(RecordDate)={1} And Month(RecordDate)={2} And
Year(RecordDate)={3}) order by RecordDate Desc"
        myCommand = String.Format(myCommand, UserID, Date.Now.Day, Date.Now.Month,
Date.Now.Year)

        Dim Checkdt As DataTable = DbLib.query(myCommand)
        If Checkdt.Rows.Count <> 0 Then
          Return (New DataTable)
        End If


        myCommand = "Insert into
TbRecordOfOffice(RecordDate,TimeIn,CustomerID,AdminID) VALUES ('{0}','{1}',{2}, {3} )"
        myCommand = String.Format(myCommand, Date.Now.ToString(), Date.Now.ToString(),
UserID, AdminID)

        Try
          If DbLib.command(myCommand) Then
            Return dt
          End If
        Catch ex As Exception
          Return dt
        Finally
          ' always call Close when done reading.

        End Try
      Else
        Return dt
      End If
    End Function
```

```
Public Function RecordWalkOut(ByVal RFID As String, ByVal AdminID As Integer) As
DataTable

    Dim myCommand As String = "SELECT '0' as Cost,ProfilePic,TbCustomer.ID,
TbCustomer.Name, TbCustomer.CategoryID, TbCategory.CategoryName, TbRFID.RFID,
TbCustomer.Phone FROM TbRFID INNER JOIN (TbCustomer INNER JOIN TbCategory ON
TbCustomer.CategoryID = TbCategory.ID) ON TbRFID.ID = TbCustomer.RFID Where
TbRFID.RFID='{0}' and isdeleted=false"

    myCommand = String.Format(myCommand, RFID)

    Dim UserID As String = ""
    Dim CategoryID As String = "1"
    Dim dt As DataTable = DbLib.query(myCommand)
    Dim result As DataTable = dt
    If dt.Rows.Count <> 0 Then
      UserID = (dt.Rows(0)("id"))
      CategoryID = (dt.Rows(0)("CategoryID"))


    myCommand = "Select Top 1 * From TbRecordOfOffice Where CustomerID= {0} and
timeout is null and (Day(RecordDate)={1} And Month(RecordDate)={2} And
Year(RecordDate)={3}) order by RecordDate Desc"
    myCommand = String.Format(myCommand, UserID, Date.Now.Day, Date.Now.Month,
Date.Now.Year)

    dt = DbLib.query(myCommand)
    Dim RecordID As String = ""
    Dim TimeIN As Date = Date.Now
    Dim PayMent As Decimal = 0

    'Dim d1 As Date = Date.Now
```

```
        'Dim d2 As Date = New Date(d1.Year, d1.Month, d1.Day, d1.Hour, d1.Minute - 5,
d1.Second)



        If dt.Rows.Count <> 0 Then
            RecordID = (dt.Rows(0)(0))
            TimeIN = Convert.ToDateTime(dt.Rows(0)("TimeIN"))
        Else

            Return dt
        End If

        Dim r As Long = DateDiff(DateInterval.Minute, TimeIN, Date.Now)

        myCommand = "Update TbRecordOfOffice Set TimeOut='{0}',TotalTime='{1}' Where
ID={2}"
        myCommand = String.Format(myCommand, Date.Now.ToString(), r, RecordID)

        Try
            If DbLib.command(myCommand) Then
                Return result
            End If
        Catch ex As Exception
            Return result
        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try
    Else
        Return dt
    End If
```

```
End Function

Public Function RecordCarin(ByVal RFID As String, ByVal AdminID As Integer) As
DataTable

    Dim myCommand As String = "SELECT '0' as Cost,ProfilePic ,TbCustomer.ID,
TbCustomer.Name, TbCategory.CategoryName, TbCustomer.CategoryID, TbRFID.RFID,
TbCustomer.Phone FROM TbRFID INNER JOIN (TbCustomer INNER JOIN TbCategory ON
TbCustomer.CategoryID = TbCategory.ID) ON TbRFID.ID = TbCustomer.RFID Where
TbRFID.RFID='{0}' and isdeleted=false"

    myCommand = String.Format(myCommand, RFID)

    Dim UserID As String = ""
    Dim CategoryID As String = "1"
    Dim dt As DataTable = DbLib.query(myCommand)
    If dt.Rows.Count <> 0 Then
      UserID = (dt.Rows(0)("id"))
      Console.WriteLine(UserID)
      CategoryID = (dt.Rows(0)("CategoryID"))


    myCommand = "Select Top 1 * From  TbRecordOfCarPark  Where CustomerID={0}  and
timeout is null and (Day(RecordDate)={1} And Month(RecordDate)={2} And
Year(RecordDate)={3}) order by RecordDate Desc"
    myCommand = String.Format(myCommand, UserID, Date.Now.Day, Date.Now.Month,
Date.Now.Year)

    Dim Checkdt As DataTable = DbLib.query(myCommand)
    If Checkdt.Rows.Count <> 0 Then
```

```
            Return (New DataTable)
        End If

        myCommand = "Insert into
TbRecordOfCarPark(RecordDate,TimeIn,CategoryID,CustomerID,AdminID) VALUES
('{0}','{1}',{2}, {3} , {4} )"
        myCommand = String.Format(myCommand, Date.Now.ToString(), Date.Now.ToString(),
CategoryID, UserID, AdminID)

        Try
            If DbLib.command(myCommand) Then
                Return dt
            End If

        Catch ex As Exception
            Return dt
        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try
    Else
        Return dt
    End If


End Function


Public Function RecordCarOut(ByVal RFID As String, ByVal AdminID As Integer) As
DataTable
```

```
Dim myCommand As String = "SELECT TbCategory.Charge as Cost,ProfilePic
,TbCustomer.ID, TbCustomer.Name, TbCategory.CategoryName, TbCustomer.CategoryID,
TbRFID.RFID, TbCustomer.Phone FROM TbRFID INNER JOIN (TbCustomer INNER JOIN
TbCategory ON TbCustomer.CategoryID = TbCategory.ID) ON TbRFID.ID = TbCustomer.RFID
Where TbRFID.RFID='{0}' and isdeleted=false"

    myCommand = String.Format(myCommand, RFID)

    Dim UserID As String = ""
    Dim CategoryID As String = "1"
    Dim charge As Decimal = 0
    Dim dt As DataTable = DbLib.query(myCommand)
    Dim result As DataTable = dt
    If dt.Rows.Count <> 0 Then
      UserID = (dt.Rows(0)("id"))
      CategoryID = (dt.Rows(0)("CategoryID"))
      charge = Convert.ToDecimal((dt.Rows(0)("Cost")))

      myCommand = "Select Top 1 * From  TbRecordOfCarPark  Where CustomerID={0}  and
timeout is null and (Day(RecordDate)={1} And Month(RecordDate)={2} And
Year(RecordDate)={3}) order by RecordDate Desc"
      myCommand = String.Format(myCommand, UserID, Date.Now.Day, Date.Now.Month,
Date.Now.Year)

      dt = DbLib.query(myCommand)
      Dim RecordID As String = ""
      Dim TimeIN As Date = Date.Now
      Dim PayMent As Decimal = 0

      'Dim d1 As Date = Date.Now
```

```
        'Dim d2 As Date = New Date(d1.Year, d1.Month, d1.Day, d1.Hour, d1.Minute - 5,
d1.Second)



        If dt.Rows.Count <> 0 Then
            RecordID = (dt.Rows(0)(0))
            TimeIN = Convert.ToDateTime(dt.Rows(0)("TimeIN"))
        Else
            Return dt
        End If

        Dim r As Long = DateDiff(DateInterval.Minute, TimeIN, Date.Now)



        myCommand = "Update TbRecordOfCarPark Set
TimeOut='{0}',TotalTime='{1}',Payment='{2}' Where ID={3}"
        myCommand = String.Format(myCommand, Date.Now.ToString(), r, r * charge,
RecordID)

        Try
            If DbLib.command(myCommand) Then
                result.Rows(0)("Cost") = r * charge
                Return result
            End If
        Catch ex As Exception
            Return result
        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try
    Else
```

```
        Return dt
    End If

End Function


End Class
```

โปรแกรมในส่วนของประเภทบัตร

```
Public Class Category
  Dim DbLib As New ConDB
  Public Function SelectCategoryList() As DataTable

    Dim mySelectQuery As String = "SELECT * FROM TbCategory"
    ' mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery)
    Dim Result As New DataTable

    Try
      Result = DbLib.query(mySelectQuery)

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

    Return Result

  End Function

  Public Function SelectCategoryList(ByVal Name As String) As DataTable

    Dim mySelectQuery As String = "SELECT * FROM TbCategory where CategoryName like
'{0}%' "
    mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, Name)
    Dim Result As New DataTable

    Try
```

```
        Result = DbLib.query(mySelectQuery)

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

    Return Result

  End Function
  Public Function AdCategory(ByVal CategoryName As String, ByVal Charge As Decimal) As
String

    Dim myCommand As String = "Insert into TbCategory(CategoryName,Charge) VALUES
('{0}',{1})"
    myCommand = String.Format(myCommand, CategoryName, Charge)

    Try
      If DbLib.command(myCommand) Then
        Return True
      Else
        Return False
      End If

    Catch ex As Exception

    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try
```

```
End Function

Public Function EditCategory(ByVal ID As Int32, ByVal CategoryName As String, ByVal
Charge As Decimal) As Boolean

    Dim myCommand As String = "Update  TbCategory Set CategoryName= '{1}' ,Charge={2}
where ID={0}"
    myCommand = String.Format(myCommand, ID, CategoryName, Charge)

    Try
      Return DbLib.command(myCommand)

    Catch ex As Exception
      Return False
    Finally
      ' always call Close when done reading.

    End Try

End Function


Public Function SelectCategoryListByID(ByVal CatID As String) As DataTable

    Dim mySelectQuery As String = "SELECT * FROM TbCategory where ID = {0}  "
    mySelectQuery = String.Format(mySelectQuery, CatID)
    Dim Result As New DataTable

    Try
      Result = DbLib.query(mySelectQuery)
```

```
        Catch ex As Exception

        Finally
            ' always call Close when done reading.

        End Try

        Return Result

    End Function
End Class
```

โปรแกรมในส่วนของการบันทึกข้อมูล

```
Public Class TbRecord

  Private _Cost As Decimal
  Public Property Cost() As Decimal
    Get
      Return _Cost
    End Get
    Set(ByVal value As Decimal)
      _Cost = value
    End Set
  End Property


  Private _ProfilePic As String
  Public Property ProfilePic() As String
    Get
      Return _ProfilePic
    End Get
    Set(ByVal value As String)
      _ProfilePic = value
    End Set
  End Property


  Private _CustomerID As String
  Public Property CustomerID() As String
    Get
      Return _CustomerID
    End Get
    Set(ByVal value As String)
```

```
        _CustomerID = value
    End Set
End Property


Private _Name As String
Public Property Name() As String
    Get
        Return _Name
    End Get
    Set(ByVal value As String)
        _Name = value
    End Set
End Property


Private _CategoryName As String
Public Property CategoryName() As String
    Get
        Return _CategoryName
    End Get
    Set(ByVal value As String)
        _CategoryName = value
    End Set
End Property


Private _CategoryID As String
Public Property CategoryID() As String
    Get
        Return _CategoryID
    End Get
```

```
        Set(ByVal value As String)
            _CategoryID = value
        End Set
    End Property


    Private _RFID As String
    Public Property RFID() As String
        Get
            Return _RFID
        End Get
        Set(ByVal value As String)
            _RFID = value
        End Set
    End Property


    Private _Phone As String
    Public Property Phone() As String
        Get
            Return _Phone
        End Get
        Set(ByVal value As String)
            _Phone = value
        End Set
    End Property

End Class
```

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายนฤดล ภูกองไชย

ภูมิลำเนา 133 ม.9 ต.โนนขมิ้น อ.เมืองหนองบัวลำภู
จ.หนองบัวลำภู 39000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร จ.หนองบัวลำภู
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email : i-aun_noom@windowslive.com