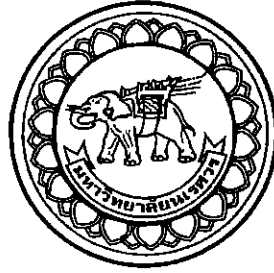


อกิันนทนาการ



สำนักหอสมุด



ชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาล โดยใช้อาร์เอฟไอดี
PATIENT QUEUE SIMULATOR IN HOSPITALS USING RFID



นายธีรพันธ์ นุสฤๅ

รหัส 55364015 มหาวทิยาลัยนเรศวร

นายอภิวัฒน์ ยศพิมพ์

รหัส 55364016 2.6 ป.ย. 2560

เลขทะเบียน 19186708

เลขเรียกหนังสือ 15

ศ 685 ๕

๒55๗

ปริญญาโทนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2558



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ ชุมจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาล โดยใช้อาร์เอฟไอดี
ผู้ดำเนินโครงการ นายธีรพันธ์ นุสฤๅ รหัศ 55364015
นายอภิวัฒน์ ยศพิมพ์ รหัศ 55364473
ที่ปรึกษาโครงการ ดร.สรารุติ วัฒนวงค์พิทักษ์
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

..... ที่ปรึกษาโครงการ
(ดร. สรารุติ วัฒนวงค์พิทักษ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มูหิตา สงฆ์จันทร์)

..... กรรมการ
(ดร.ปิยคนัย ภาชนะพรรณ)

ชื่อหัวข้อโครงการ ชุมจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาล โดยใช้อาร์เอฟไอดี
ผู้ดำเนินโครงการ นายธีรพันธ์ นุสฤกะ รหัส 55364015
นายอภิวัฒน์ ยศพิมพ์ รหัส 55364473
ที่ปรึกษาโครงการ คร.สรารวุฒิ วัฒนวงศ์พิทักษ์
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการสร้างชุมจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาล โดยใช้ RFID ซึ่งชุมจำลองถูกออกแบบให้รับข้อมูลจาก RFID Tag เป็นการส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ ความถี่ 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์ และควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้โปรแกรม SQL สำหรับ Visual Basic ในการจัดเก็บประวัติข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วยและประวัติการรักษา นอกจากนี้ยังสามารถจัดลำดับการเข้าตรวจในห้องบริการตรวจสุขภาพ ทั้งหมด 4 ห้องตรวจ ซึ่งสามารถควบคุมได้จากสวิตช์ควบคุมทั้ง 4 จากการทดสอบชุมจำลองพบว่าชุมจำลองนี้สามารถจัดการฐานข้อมูลและจัดลำดับคิวผู้ป่วยได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ชุมจำลองนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโรงพยาบาลที่มีระบบคิวแบบเดิม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการด้านสุขภาพให้ดียิ่งขึ้น

Project title Patient Queue Simulator In Hospitals Using RFID
Name Mr.Terapan Nusupa ID. 55364015
Mr.Aphiwat Yospim ID. 55364473
Project advisor Sarawut Wattanawongpitak, Ph.D.
Major Electrical Engineering
Department Electrical and Computer Engineering
Academic year 2015

Abstract

This thesis presents patient queue simulator in hospital using RFID. This model is designed to receive data from tag RFID, which send data via radio frequency 13.56 MHz and controlled by an arduino microcontroller. Visual Basic with SQL is used for recording personal data of patient medical history and the number of patients. Moreover, it can arrange the queues of the treat patients in order to sending patients into the four service rooms, which can be controlled by four button switches. The test results show that it can manage the patient database and queue the patients' order within acceptable level. Moreover, this model can be applied to the traditional hospital for improving the health service efficiency.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงการขอขอบพระคุณ ดร.สราวุฒิ วัฒนวงศ์พิทักษ์ ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งเอาใจใส่ในรายละเอียดทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ โดยให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งโครงการสำเร็จลุล่วง รวมถึงแนะนำหลักการเขียนปฏิญญานิพนธ์และตรวจทานแก้ไขอย่างละเอียดจนได้ปฏิญญานิพนธ์เป็นรูปเล่มสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มูทิตา สงฆ์จันทร์ และดร.ปิยนัย ภาชนะพรรณ สำหรับให้ความอนุเคราะห์เป็นอาจารย์กรรมการคุมสอบโครงการ พร้อมให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำโครงการ ซึ่งได้นำมาประกอบในปฏิญญานิพนธ์ฉบับนี้

และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ได้อำนวยความสะดวกในเรื่องของสถานที่ในการทำงาน และอุปกรณ์ต่างๆจนกระทั่งเสร็จสิ้น

ในท้ายที่สุดนี้ เหนือสิ่งอื่นใด ผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านเกี่ยวกับการศึกษาของผู้ดำเนินโครงการ รวมทั้งมอบความรัก ความเมตตา และคอยเป็นกำลังใจให้จนประสบความสำเร็จในวันนี้

นายธีรพันธ์ นุสุทะ
นายอภิวัฒน์ ยศพิมพ์

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 งบประมาณ.....	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีต่างๆ.....	5
2.1 ระบบ RFID.....	5
2.1.1 RFID Tag.....	7
2.1.2 เครื่องอ่าน RFID.....	9
2.2 หลักการและเทคนิคที่ใช้รับและส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน.....	10
2.2.1 ขั้นตอนการทำงานระหว่างเครื่องอ่านกับแท็ก.....	12
2.2.2 การป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-Collision).....	13
2.2.3 คลื่นพาหะในระบบ RFID.....	13
2.2.4 การมอดูเลตสัญญาณ.....	14
2.2.5 การดีมอดูเลตสัญญาณ.....	16
2.2.6 วงจรตรวจจับค่าสูงสุด.....	17
2.3 Arduino.....	17
2.4 เครื่องพิมพ์ความร้อน.....	19

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5 ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน	20
2.6 สวิตช์ปุ่มกด	22
2.7 Microsoft Visual Basic 2010.....	23
2.7.1 ความสามารถของ Visual Basic 2010	24
2.7.2 จุดเด่นของ Visual Basic 2010.....	24
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย.....	26
3.1 รูปแบบการทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย.....	27
3.1.1 การตั้งพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วย.....	27
3.1.2 การเรียกลำดับผู้ป่วย	28
3.1.3 การแสดงผลทางตัวแสดงผลเจ็ดส่วน	28
3.2 ออกแบบแสดงผลผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Visual Basic 2010.....	29
3.2.1 ออกแบบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์	29
3.2.2 ออกแบบการแก้ไขข้อมูลและการนัดผู้ป่วย.....	30
3.2.3 ออกแบบชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย.....	32
3.3 วงจรการทำงานชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย.....	32
3.3.1 วงจรอ่านค่า RFID Tag.....	33
3.3.2 วงจรตั้งพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วย.....	35
3.3.3 วงจรแสดงผลผ่านทางตัวแสดงผล 7 ส่วน.....	36
3.3.4 วงจรสวิตช์ควบคุมการจัดลำดับผู้ป่วย	37
3.4 ส่วนประมวลผลของชุดจำลองการจัดลำดับ	38
3.5 การออกแบบ โครงสร้างของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย	39
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	43
4.1 กรณีการเชื่อมต่อการใช้งาน.....	43
4.2 กรณีการจัดลำดับ	44
4.3 กรณีการเรียกลำดับผู้ป่วย.....	46
4.4 กรณีค้นหาข้อมูลผู้ป่วย	47

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.5 กรณีผู้ป่วยใหม่.....	48
4.6 กรณีผู้ป่วยเก่า.....	49
4.7 กรณีผู้ป่วยนัด.....	49
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	51
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ.....	51
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข.....	51
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป.....	52
เอกสารอ้างอิง.....	53
ภาคผนวก ก รายละเอียดของวงจรรวมหมายเลข SN74HC595.....	54
ภาคผนวก ข รายละเอียดของวงจรรวมหมายเลข MFRC522.....	72
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....	86

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพรวมของระบบ RFID.....	6
2.2 แท็กในรูปแบบต่างๆ.....	7
2.3 บล็อกไคอะแกรมของ Passive Tag.....	8
2.4 Active Tag ที่มีแบตเตอรี่.....	8
2.5 โครงสร้างภายในเครื่องอ่าน.....	9
2.6 เครื่องอ่าน RFID แบบต่างๆ.....	10
2.7 รูปคลื่นสัญญาณการมอดูเลตทางแอมพลิฟิเคชัน.....	10
2.8 รูปตัวนำถูกเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็ก(ซ้าย) วงจรสมมูลกับรูปทางซ้ายมือ(ขวา).....	11
2.9 การสัญญาณรูปคลื่นที่เข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์.....	12
2.10 ความถี่ย่านที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน.....	14
2.11 วงจรตรวจจับค่าสูงสุดเบื้องต้น.....	17
2.12 บอร์ด Arduino.....	17
2.13 ส่วนประกอบบอร์ด Arduino.....	18
2.14 เครื่องพิมพ์ความร้อน.....	20
2.15 ชนิดของตัวแสดงผล 7 ส่วน.....	20
2.16 โครงสร้างและขาของตัวแสดงผล 7 ส่วน.....	21
2.17 โครงสร้างการต่อตัวแสดงผล 7 ส่วน.....	21
2.18 สวิตช์ปุ่มกด.....	23
2.19 โปรแกรม Microsoft Visual Basic 2010.....	24
2.20 หน้าต่างและเครื่องมือโปรแกรม Microsoft Visual Basic.....	25
3.1 ภาพรวมของการทำงานชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย.....	26
3.2 ออกแบบบัตรแสดงลำดับผู้ป่วย.....	27
3.3 การออกแบบการใช้งานสวิตช์ปุ่มกด.....	28
3.4 การออกแสดงผลด้วยตัวแสดงผล 7 ส่วน.....	29
3.5 ออกแบบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพอร์ต.....	30
3.6 ออกแบบการแก้ไขและลบข้อมูล.....	31
3.7 ออกแบบการทำกรนั้ดตรวจในครั้งต่อไป.....	31
3.8 ออกแบบชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย.....	32
3.9 วงจรรวมการทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย.....	33

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 ส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องอ่าน RFID.....	33
3.11 แผนภาพวงจรภายในการทำงาน RFID Module ร่วมกับ Arduino.....	34
3.12 แผนภาพวงจรภายในการทำงานเครื่องพิมพ์ความร้อนร่วมกับ Arduino	35
3.13 แผนภาพวงจรภายในการทำงานตัวแสดงผล 7 ส่วนร่วมกับ Arduino	37
3.14 แผนภาพวงจรภายในการทำงานของสวิตช์ปุ่มกดร่วมกับ Arduino.....	38
3.15 แผนผังงานขั้นตอนการทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับ	39
3.16 โครงร่างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย (มุมมองด้านบน)	40
3.17 โครงร่างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย (มุมมองด้านข้าง).....	40
3.18 โครงร่างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย (มุมมองด้านหน้า)	41
3.19 โครงสร้างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย.....	41
3.20 โครงสร้างวงจรถ่ายใน	42
3.21 โครงสร้างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาล	42
4.1 ผลการทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์	44
4.2 แสดงการจัดลำดับด้วยการพิมพ์.....	45
4.3 แสดงการจัดลำดับผ่านทางหน้าจอ	45
4.4 การเรียกลำดับผู้ป่วย.....	46
4.5 แสดงการเรียกลำดับผู้ป่วยด้วยส่วนแสดงผล 7 ส่วน	47
4.6 รหัสประจำตัวผู้ป่วยที่นำไปใช้ในการค้นหา.....	47
4.7 ช่องการค้นหาประวัติข้อมูลผู้ป่วย	48
4.8 ช่องกรอกประวัติสำหรับผู้ป่วยใหม่	48
4.9 แสดงข้อมูลสำหรับผู้ป่วยเก่า.....	49
4.10 ช่องทางการนัดผู้ป่วยในการตรวจครั้งต่อไป.....	50

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

โรงพยาบาลมีการให้บริการอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทั้งด้านให้บริการด้านสุขภาพให้กับผู้ป่วย ซึ่งในแต่ละวันมีผู้ป่วยมาใช้บริการมากมาย การทำงานของโรงพยาบาลทั่วไปนั้นมีหลายขั้นตอน จะเห็นได้ว่าการใช้บริการโรงพยาบาล ต้องขึ้นบัตรลำดับผู้ป่วยรอตรวจสอบเอกสารประวัติผู้ป่วยคัดกรองต่างๆ การให้บริการในโรงพยาบาลบางแห่งทุกครั้งจะมีการกรอกประวัติส่วนตัวและการตรวจสอบข้อมูลการรักษาสุขภาพของผู้เข้ารับการรักษาทุกคน ซึ่งเป็นกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ในปัจจุบันในสถานบริการสุขภาพมีการบันทึกข้อมูลผู้ป่วยและสืบค้นประวัติข้อมูลด้วยการเขียนบันทึกลงในแฟ้มข้อมูล อาจทำให้เกิดการซ้ำรูดเสียหาย ข้อมูลเกิดความผิดพลาด ทำให้การตรวจสอบข้อมูลแต่ละบุคคลทำได้ยาก จึงเกิดความล่าช้าในการสืบค้นข้อมูลของผู้ป่วย ส่งผลเสียตลอดจนความพึงพอใจของผู้ป่วย การพัฒนาระบบทะเบียนข้อมูลให้กับโรงพยาบาลในจึงเป็นสิ่งที่ควรจัดทำขึ้นให้ตอบสนองต่อการใช้งานที่ทันสมัยและรองรับกับผู้ที่เข้ามาใช้บริการในโรงพยาบาล

ดังนั้นจึงได้ออกแบบระบบทะเบียนข้อมูลและระบบการตรวจสอบข้อมูลผู้ป่วย โดยใช้เทคโนโลยี RFID ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยระบุและใช้เชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อตรวจสอบ ซึ่งปัจจุบันเป็นที่นิยมมากขึ้นเพราะความสะดวกรวดเร็วในการเพิ่มความพึงพอใจของผู้รับบริการสำหรับการจัดเรียงลำดับผู้ป่วยให้ผู้ป่วย โดยจัดเรียงตามลำดับก่อนหลัง เพื่อลดปัญหาความสับสนในการจัดลำดับผู้ป่วย นอกจากนี้ยังเพิ่มความทันสมัย ผู้ใช้บริการใช้บัตรของตัวเองมาสแกนเพียงครั้งเดียวไปรอที่หน้าห้องตรวจได้เลย โดยอาศัยคลื่นวิทยุ โดยในที่นี้ใช้ในการเก็บข้อมูลของแต่ละบุคคล แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม Visual Basic 2010 เพื่อโรงพยาบาลในชนบทมีระบบทะเบียนข้อมูลประวัติผู้ป่วยที่มีความเชื่อถือได้ และระบบการตรวจสอบข้อมูลผู้ป่วยได้อย่างรวดเร็วแม่นยำ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อออกแบบและสร้างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาลหรือสถานบริการด้านสุขภาพ โดยใช้ RFID ที่เป็นคลื่นความถี่วิทยุ เพื่อเก็บข้อมูลและระบุตัวผู้ป่วย รวมถึงการจัดการลำดับในการเข้าใช้บริการโรงพยาบาล

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) ออกแบบและสร้างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาลโดยใช้ RFID Tag ส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็นตัวเก็บข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วยและประวัติการรักษา
- 2) ใช้ RFID Tag ในการเก็บประวัติข้อมูลส่วนตัวผู้ป่วย ในที่นี้จำนวน 20 แผ่น สำหรับเก็บข้อมูลผู้ป่วย 20 คน และกำหนดใช้ห้องให้บริการการตรวจรักษา ทั้งหมด 4 ห้อง ตรวจ รองรับผู้ป่วยจำนวน 999 คน/วัน โดยใช้งานกับระบบผู้ป่วยโรคหัวใจ
- 3) ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ในการประมวลผลและควบคุมการทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย
- 4) ใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 2010 ในการเขียนโปรแกรมขึ้นมาเก็บข้อมูลพร้อมประมวลผลการทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย และยังรวมถึงการจัดลำดับผู้ป่วย

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	พ.ศ. 2558					พ.ศ. 2559						
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1) ศึกษาการทำงานของ RFID ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์												
2) สำรวจโรงพยาบาลและ ออกแบบโครงสร้างของชุดจำลอง												
3) สร้างชุดจำลองโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม และเขียนโปรแกรมการทำงาน												
4) ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน												
5) สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม ปรินตงานานิพนธ์												

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยที่สร้างขึ้นในโครงการนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกสบาย และช่วยประหยัดเวลาในการเข้าใช้บริการ โรงพยาบาล อีกทั้งยังลดภาระการทำงานของเจ้าหน้าที่ซึ่ง ชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยสามารถทำงานได้โดยการควบคุมจากสวิทช์ปุ่มกด และสามารถจัดเก็บ ประวัติส่วนตัวของผู้ป่วยรวมทั้งประวัติการรักษาได้อย่างถูกต้องแม่นยำ รวดเร็วลดโอกาสที่จะ ผิดพลาดในการเข้ารับการรักษา รวมถึงการนัดเข้ารับการรักษาล่วงหน้า

1.6 งบประมาณ

1) โครงสร้างชุดจำลอง	500 บาท
2) แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	500 บาท
3) เครื่องพิมพ์ความร้อน	2,500 บาท
4) RFID Tag	400 บาท
5) ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญาบัตร	800 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สี่พันเจ็ดร้อยบาทถ้วน)	<u>4,700 บาท</u>

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ



บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีต่างๆ

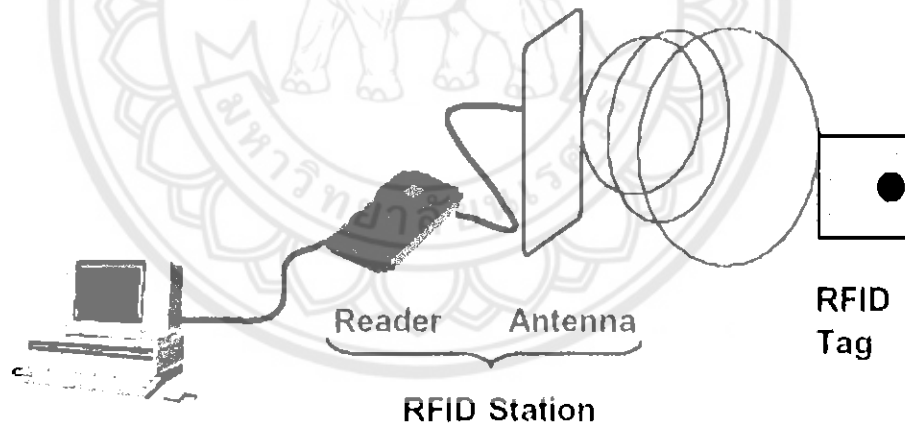
เนื่องจากในโครงการนี้ได้มีการนำระบบ RFID มาใช้จัดการรับและส่งข้อมูลจัดเก็บประวัติข้อมูลผู้ป่วย โดยการเขียนชุดคำสั่งจาก Microsoft Visual Basic 2010 และประมวลผลด้วย Arduino เพื่อค้นหาและจัดการลำดับผู้ป่วยจึงควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและเทคนิคที่ใช้รับ-ส่งข้อมูลระหว่างแท็กและเครื่องอ่าน รวมถึงการสร้างส่วนต่อประสานกับเครื่องพิมพ์ความร้อน ตัวแสดงผล 7 ส่วน และสวิทช์ปุ่มกดที่นำมาใช้ในโครงการนี้เพื่อควบคุมการทำงานของ การจัดลำดับผู้ป่วย

2.1 ระบบ RFID

RFID เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่กำลังมีบทบาทและความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วการประยุกต์เทคโนโลยี RFID มีรูปแบบหลากหลายด้วยจุดประสงค์ที่แตกต่างกันแต่อยู่บนหลักการพื้นฐานเดียวกัน นั่นคือการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อการระบุอัตลักษณ์ของวัตถุหรือเจ้าของวัตถุที่ติดป้าย RFID แทนการระบุด้วยวิธีการอื่น ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพได้ดีกว่า

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นระบบระบุลักษณะของวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ถูกพัฒนา มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำไปใช้งานแทนระบบบาร์โค้ด (Barcode) โดยจุดเด่นของ RFID อยู่ที่การอ่านข้อมูลจากแท็ก (Tag) ได้หลายๆ แท็กแบบไร้สัมผัสและสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก สามารถอ่านข้อมูลได้ ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิพที่อยู่ในแท็ก ในปัจจุบันได้มีการนำ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากนำมาใช้แทนระบบบาร์โค้ดแบบเดิม เช่น ใช้ในบัตรชนิดต่างๆ บัตรสำหรับใช้ผ่านเข้าออกสถานที่ต่างๆ บัตรที่จอตลอดตามศูนย์การค้าต่างๆ ที่เราอาจพบเห็นอยู่ในรูปของแท็กสินค้า มีขนาดเล็กจนสามารถแทรก ลงระหว่างชั้น ของเนื้อกระดาษได้ หรือเป็นแคปซูลขนาดเล็กฝังเอาไว้ในตัว สัตว์เพื่อบันทึกประวัติต่างๆ เป็นต้น

ส่วนประกอบของระบบ RFID ในระบบ RFID จะมีองค์ประกอบหลักๆ อยู่ 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกคือทรานสปอนเดอร์หรือแท็ก (Transponder/Tag) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่างๆ ที่เราต้องการ โดยแท็กที่ว่าจะบันทึกข้อมูล เกี่ยวกับวัตถุ ชนิดนั้นๆ เอาไว้ ส่วนที่สองก็คือเครื่องสำหรับอ่าน/เขียนข้อมูลภายในแท็ก (Interrogator/Reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ เพื่อความเข้าใจจึงเปรียบเทียบกับระบบบาร์โค้ด เพื่อให้เห็นภาพชัดเจน แท็กในระบบ RFID ก็คือ ตัวบาร์โค้ด ที่ติดกันฉลากของสินค้า และเครื่องอ่านในระบบ RFID ก็คือ เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Scanner) โดยข้อแตกต่างของทั้งสอง ระบบคือ ระบบ RFID จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่าน/เขียน ส่วนระบบรหัสแท่งจะใช้แสงเลเซอร์ ในการอ่าน โดยข้อเสียของระบบบาร์โค้ด คือหลักการ อ่านเป็นการใช้แสงในการอ่าน แท็กบาร์โค้ด ซึ่งจะต้องอ่าน แท็กที่ไม่อะไรกับปกปิดหรือ ต้องอยู่ในเส้นตรงเดียวกับลำแสงที่ยิงจากเครื่องสแกน และอ่าน ได้ทีละแท็กในระยะใกล้ แต่ระบบ RFID จะแตกต่างโดยสามารถอ่านแท็กได้ โดยไม่ต้องเห็นแท็ก หรือแท็กนั้นซ่อนอยู่ภายในวัตถุและไม่จำเป็นต้องอยู่ในเส้นตรงกับคลื่น เพียงอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้ก็สามารถอ่านข้อมูลได้ และการอ่านแท็กในระบบ RFID ยังสามารถอ่านได้หลายๆ แท็กในเวลาเดียวกัน โดยระยะในการอ่านข้อมูลได้ไกลกว่าระบบบาร์โค้ดอีกด้วย ดังรูปที่ 2.1

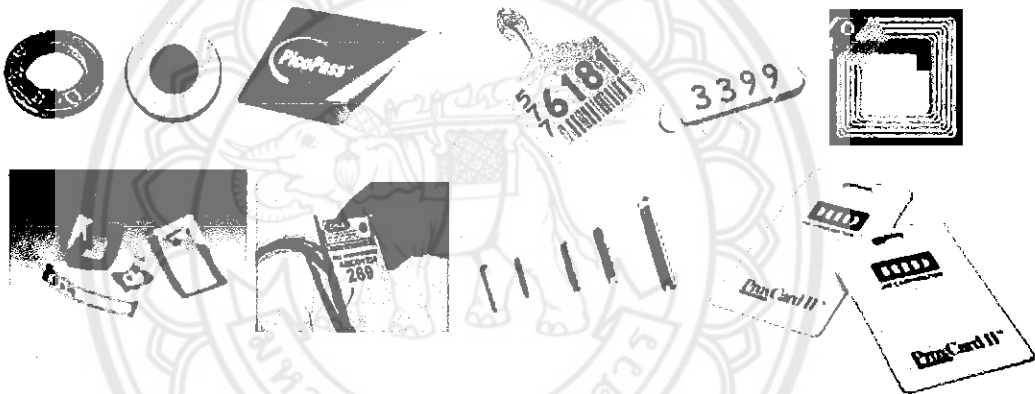


รูปที่ 2.1 ภาพรวมของระบบ RFID

ที่มา: <http://www.lampangtc.ac.th>

2.1.1 RFID Tag

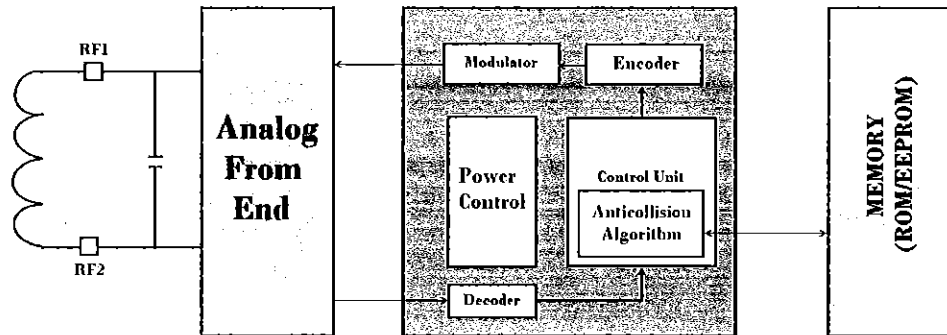
โครงสร้างภายในของแท็กจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ขดลวดขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) สำหรับรับส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ และสร้างพลังงานป้อนให้ส่วนของไมโครชิพ (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุ เช่น รหัสสินค้า โดยทั่วไปตัวแท็กอาจอยู่ในชนิดทั้งเป็นกระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและรูปร่างต่างๆ กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำไปติด และมีหลายรูปแบบ เช่น ขนาดเท่ากับบัตรเครดิต เหรียญ กระดุม ฉลากสินค้า แคลปซูล เป็นต้น ดังรูปที่ 2.2 แต่โดยหลักการอาจแบ่งแท็กที่มีการใช้งานกันอยู่ 2 ชนิดใหญ่ๆ แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันในแง่ของการใช้งาน ราคา โครงสร้างและหลักการทำงานอยู่ ซึ่งจะขอกล่าวถึงและอธิบายแยกเป็นหัวข้อดังนี้



รูปที่ 2.2 แท็กในรูปแบบต่างๆ

ที่มา: <http://www.lampangtc.ac.th>

1) Passive RFID Tags แท็กชนิดนี้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใดๆ เพราะภายในแท็กจะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่ทำให้การอ่านข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนักระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตร ขึ้นอยู่กับความแรงของเครื่องส่ง และคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ ปกติแท็กชนิดนี้มักมีหน่วยความจำขนาดเล็กโดยทั่วไปประมาณ 16 ถึง 1,024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่อหน่วยต่ำ ไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมาจะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นแท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่ สะดุดตา ซึ่งต่างก็มีความเหมาะสมกับชนิดงานที่แตกต่างกัน ส่วน โครงสร้างภายในที่เป็นไอซีของแท็กนั้น ก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนควบคุมการทำงานของภาครับ-ส่งสัญญาณวิทยุ (Analog Front-End) ส่วนควบคุมภาคลอจิก (Digital Control Unit) ส่วนของหน่วยความจำ (Memory) ซึ่งอาจจะเป็นแบบ ROM หรือ EEPROM ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 บล็อกโคอะแกรมของ Passive Tag

ที่มา: <http://www.lampangtc.ac.th>

2) Active RFID Tags แท็กชนิดนี้จะต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน แท็กชนิดนี้ มีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 10 เมตร แม้ว่าแท็กจะมีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มีข้อเสียด้วยเช่นกัน เช่น มีราคาต่อหน่วยแพง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัด ดังรูปที่ 2.4 นอกจากการแบ่งจากชนิดที่ว่ามาแล้วแท็กก็ยังถูกแบ่งประเภทจากรูปแบบในการใช้งานได้เป็น 3 แบบ คือ แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read-Write), แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write- Once Read-Many หรือ WORM) และแบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-Only) ด้วย อย่างไรก็ตามแท็กชนิดพาสซีฟ จะนิยมใช้มากกว่า ดังนั้นจึงจะขอกล่าวถึงเฉพาะแท็กชนิดนี้เป็นหลัก



รูปที่ 2.4 Active Tag ที่มีแบตเตอรี่

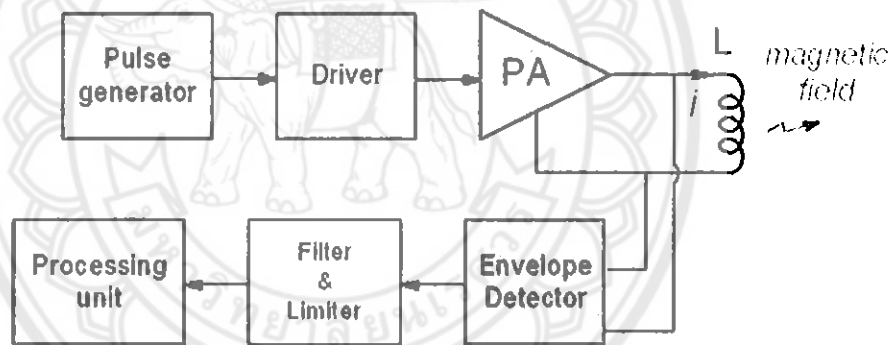
ที่มา: <http://www.lampangtc.ac.th>

2.1.2 เครื่องอ่าน RFID

เครื่องอ่าน (Reader) โดยหน้าที่ของเครื่องอ่านก็คือ การเชื่อมต่อเพื่อเขียน หรืออ่านข้อมูลลงในแท็กด้วยสัญญาณความถี่วิทยุภายใน เครื่องอ่านจะประกอบด้วย เสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง เพื่อใช้รับส่งสัญญาณภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุและวงจร ควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูล จำพวกไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์

โดยทั่วไปเครื่องอ่านจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักดังนี้

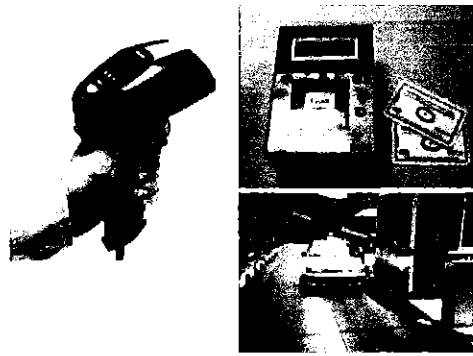
- 1) ภาครับและส่งสัญญาณวิทยุ
- 2) ภาคสร้างสัญญาณพาหะ
- 3) ขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ
- 4) วงจรแปลงสัญญาณ
- 5) หน่วยประมวลผลข้อมูล และภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในเครื่องอ่าน

ที่มา: <http://www.lampangtc.ac.th>

หน่วยประมวลผลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านมักใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งอัลกอริทึมที่อยู่ภายในโปรแกรมจะทำหน้าที่ ถอดรหัสข้อมูล (Decoding) ที่ได้รับและทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ลักษณะขนาด และรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไป ตามประเภทของการใช้งาน เช่น แบบมือถือ ขนาดเล็กหรือติดผนัง จนถึงขนาดใหญ่ เท่าประตู (Gate size) เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.6

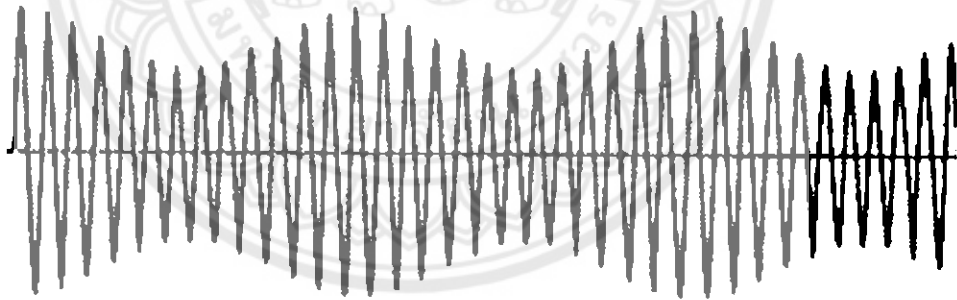


รูปที่ 2.6 เครื่องอ่าน RFID แบบต่างๆ

ที่มา: <http://www.lampangtc.ac.th>

2.2 หลักการและเทคนิคที่ใช้รับและส่งข้อมูลระหว่าง แท็กและเครื่องอ่าน

โดยมากเทคนิคในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านและแท็ก จะใช้หลักการมอดูเลตทางแอมพลิจูด (Amplitude Modulation: AM) หรือใช้การมอดูเลตทางแอมพลิจูดบวกกับการเข้ารหัสแมนเชสเตอร์ (Manchester encoded AM) แต่ทว่าในปัจจุบันก็มีแท็กที่ใช้การมอดูเลตแบบอื่นๆ ด้วย เช่น การมอดูเลชันแบบเฟสชิฟต์คีย์อิง (Phase Shift Keying: PSK), ฟรีแควนซีชิฟต์คีย์อิง (Frequency Shift Keying: FSK) หรือการใช้การมอดูเลตทางความถี่ Frequency Modulation: FM)



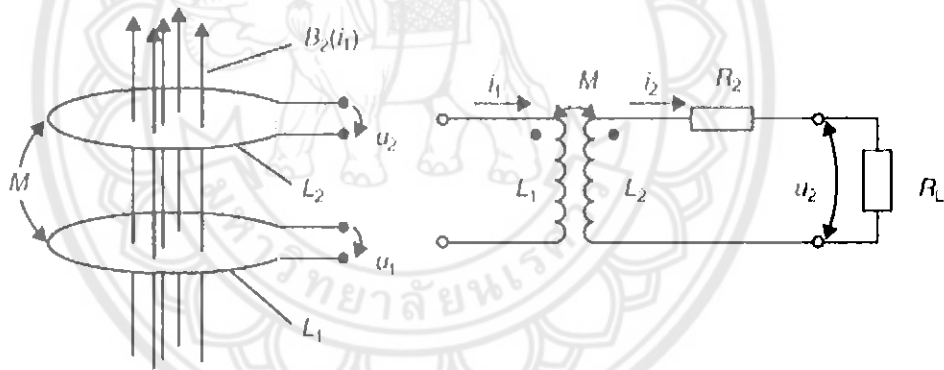
รูปที่ 2.7 รูปคลื่นสัญญาณการมอดูเลตทางแอมพลิจูด

ที่มา: <http://www.lampangtc.ac.th>

ในการรับส่งข้อมูลหรือสัญญาณวิทยุระหว่างแท็กกับเครื่องอ่านจะทำได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อสายอากาศมีความยาวที่เหมาะสมกับความถี่พาหะที่ใช้งาน เช่น เมื่อความถี่ใช้งานเป็น 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์ ความยาว ของเสาอากาศ (เป็นเส้นตรง) ที่เหมาะสมก็คือ 22.12 เมตรแน่นอนว่าในทางปฏิบัติเราคงไม่สามารถนำเสาอากาศที่ใหญ่ขนาดนั้นมาใช้งานกับ แท็กขนาดเล็กของเราได้ สายอากาศที่เหมาะสมจะใช้ร่วมกับแท็กมากที่สุด ก็คือสายอากาศที่เป็นขดลวดขนาดเล็ก หรือที่มีชื่ออย่างเป็นทางการว่าสาย อากาศแบบแมกเนติกไดโพล (magnetic dipole antenna)

รูปแบบของสายอากาศแบบนี้ก็จะมีอยู่หลากหลาย ทั้งแบบที่เป็นขดลวดพันบนแกน อากาศ หรือ แกนเฟอร์ไรต์ แบบที่เป็นวงลูปที่ทำขึ้นจากสายทองแดง บนแผ่นวงจรพิมพ์ทั้งที่เป็นรูปแบบวงกลม และสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ความเหมาะสมในการใช้งานก็แตกต่างกันไปตามความถี่พาหะ และประเภทของงาน ด้วยเช่นกัน

นอกจากการรับส่งข้อมูลแล้วสาย อากาศก็ยังสามารถทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน ให้กับแท็ก ด้วย โดยอาศัยหลักการทำงาน ตามแนวคิดของไมเกิล ฟาราเดย์ เรื่อง แรงดันเหนี่ยวนำในขดลวดที่เกิดขึ้นจากเส้นแรงแม่เหล็กของเครื่องอ่านที่มีค่า เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Time-varying magnetic field) พุ่งผ่านสายอากาศของแท็ก เมื่อแท็กและเครื่องอ่านตั้งอยู่ห่างกัน ในระยะ 0.16 เมตรของความยาวคลื่นพาหะ ที่ใช้เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า transformer type coupling ซึ่งเป็นปรากฏการณ์แบบเดียวกับการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นระหว่างขดลวดปฐมภูมิ (primary) และขดลวดทุติยภูมิ (secondary) ในหม้อแปลงไฟฟ้า (transformer) จะเป็นวงจรพื้นฐานสำหรับอธิบายกลไกที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลของแท็ก แสดงได้ดังรูปที่ 2.8

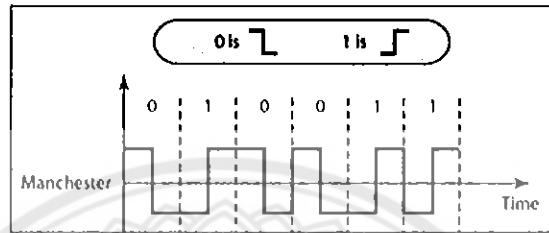


รูปที่ 2.8 ลูปตัวนำถูกเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็ก(ซ้าย) วงจรสมมูลกับรูปทางซ้ายมือ(ขวา)

ที่มา: <http://www.lampangtc.ac.th>

การเข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์ เป็นการเข้ารหัสข้อมูลดิจิทัลวิธีหนึ่ง ก่อนที่ข้อมูลซึ่งผ่านการเข้ารหัสแล้วจะถูกส่งไปมอดูเลต เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับ การซิงโครไนซ์ของข้อมูล เนื่องจากการส่งกระจายสัญญาณตาม ปกตินั้นหากมีการส่งสัญญาณดิจิทัลในระดับเดียวกันเป็น ช่วงยาว เช่น ส่งสัญญาณดิจิทัลที่มีค่าลอจิกเป็น 1 ออกไป 20 บิตติดต่อกัน จะทำให้การซิงโครไนซ์ของข้อมูลเกิดการคลาดเคลื่อน (โดยปกติวงจรดิจิทัลจะปรับการซิงโครไนซ์ของข้อมูล ได้เฉพาะในช่วงที่มีการเปลี่ยนระดับของข้อมูลจาก 1 เป็น 0 หรือ จาก 0 เป็น 1) และทำให้รับข้อมูลผิดพลาดเพื่อป้องกันปัญหา ดังกล่าวจึงจะต้องมีการนำสัญญาณดิจิทัลปกติไปผ่านเข้ารหัสเสียก่อน โดยการ

เข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์ จะเปลี่ยนให้สัญญาณดิจิทัลลอจิก 0 ถูกแทนด้วยการเปลี่ยนค่าจากลอจิก 1 เป็น 0 และสัญญาณดิจิทัลลอจิก 1 แทนด้วยการเปลี่ยน ค่าจากลอจิก 0 เป็น 1 ข้อดีของการเข้ารหัสแบบนี้ก็คือ ทำให้ การเปลี่ยนระดับของข้อมูลทุกๆ ครั้งเป็นไปอย่างแน่นอน หรือ เกิดการเข้าจังหวะ (synchronize) กันของข้อมูลนั่นเอง แต่ว่า การเข้ารหัสแบบนี้ก็มีข้อเสียอยู่กล่าวคือช่วงความถี่ที่ใช้ในการ ส่งข้อมูลต้องเพิ่มขึ้นเป็น 2 แสดงได้ดัง รูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การสัญญาณรูปคลื่นที่เข้ารหัสแบบแมนเชสเตอร์

ที่มา: <http://www.lampangtc.ac.th>

2.2.1 ขั้นตอนการทำงานระหว่างเครื่องอ่านกับแท็ก

- 1) ตัวเครื่องอ่านจะทำการส่งสัญญาณวิทยุอย่างต่อเนื่องหรือเป็นจังหวะ และรอคอยสัญญาณตอบจากตัวแท็ก
- 2) เมื่อแท็กได้รับสัญญาณคลื่นวิทยุที่ส่งมาจากเครื่อง อ่านในระดับที่เพียงพอ ก็จะทำ เหนี่ยวนาฬิกาเพื่อสร้าง พลังงานป้อนให้แท็กทำงาน โดยแท็กจะสร้างสัญญาณ นาฬิกาเพื่อกระตุ้นให้ วงจรภาคดิจิทัลในแท็กทำงาน
- 3) วงจรภาคดิจิทัลจะไปอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ ภายในและเข้ารหัสข้อมูลแล้วส่งไป ยังภาคแอนะล็อกที่ ทำหน้าที่มอดูเลตข้อมูล
- 4) ข้อมูลที่ถูกมอดูเลตจะถูกส่ง ไปส่งขดลวดที่ทำหน้าที่เป็นสายอากาศ เพื่อส่งไปยังเครื่อง อ่าน RFID
- 5) เครื่องอ่านจะสามารถตรวจจับสัญญาณการเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูด (Envelope Detector) และใช้พีคดีเทกเตอร์ (Peak Detector) ในการแปลง สัญญาณข้อมูลที่มีมอดูเลตแล้วจาก แท็ก
- 6) เครื่องอ่านจะถอดรหัสข้อมูลและส่งไปยังคอมพิวเตอร์ ผ่านทางพอร์ตอนุกรมต่อไป

2.2.2 การป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-Collision)

การอ่านข้อมูลจากแท็กได้หลายๆ แท็กในเวลาเดียวกัน เป็นข้อดีข้อหนึ่งของ RFID จะทำให้การอ่านข้อมูลของแท็ก จำนวนมากทำได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสิ่งที่ทำให้การอ่านข้อมูลจากแท็กได้พร้อมๆ กัน นั่นก็คือ อัลกอริทึมที่ใช้ในการป้องกัน การชนของข้อมูล (Anti-Collision) ที่อยู่ภายในระบบ RFID นั้นเอง แสดงอัลกอริทึมที่ใช้ป้องกันการชน ข้อมูลของแท็กบางชนิด โดยหลักการของการอ่านข้อมูลจาก แท็กจะอ่านเป็นลำดับในเวลาที่กำหนด แต่ละแท็กจะไม่ส่ง ข้อมูล ไปยังเครื่องอ่านทันทีจะมีการจัดสรรลำดับเวลา (Time Slot) ในการส่งข้อมูลที่เวลาต่างๆ กัน ตามอัลกอริทึมที่กำหนดทำให้ข้อมูลที่เครื่องอ่านรับได้ไม่มีการชนของข้อมูล ที่ส่งมาจากแท็กหลายแท็กพร้อมๆ กันนั่นเอง แสดงตัวอย่างของอัลกอริทึมในการป้องกันการชนของข้อมูล (Anti-Collision) ในแท็ก

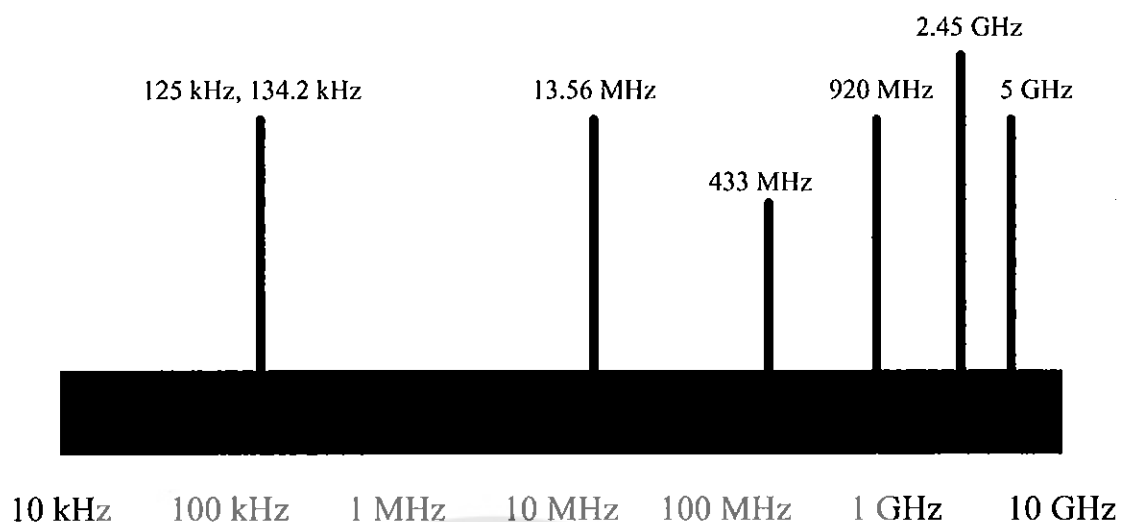
2.2.3 คลื่นพาหะในระบบ RFID

ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้งานกันในระบบ RFID จะอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดการใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารทั่วไป สำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันในระบบ RFID อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ย่านความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่

- 1) ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF) ต่ำกว่า 150 กิโลเฮิร์ตซ์
- 2) ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF) 13.56 เมกะเฮิร์ตซ์
- 3) ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 เมกะเฮิร์ตซ์

การใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสมสำหรับใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะใกล้ (LF ระยะอ่าน ประมาณ 10-20 เซนติเมตร และ HF ระยะอ่านประมาณ 1 เมตร) เช่น การตรวจสอบการผ่านเข้าออกพื้นที่การตรวจหาและเก็บประวัติในสัตว์ ส่วนย่านความถี่สูงยิ่ง จะถูกใช้กับงาน ที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล (UHF ระยะอ่านประมาณ 1-10 เมตร) เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วน และในปัจจุบันระบบ RFID กำลังถูกวิจัยและพัฒนาในย่านความถี่ไมโครเวฟ ที่ความถี่ 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์ และความถี่ 5.8 กิกะเฮิร์ตซ์ เพื่อใช้งานที่ต้องการระยะอ่านที่ไกลกว่า 10 เมตร เป็นต้น แสดงผังรูปที่ 2.10

ในแง่ของราคาและความเร็วในการสื่อสารข้อมูล เมื่อเทียบกันแล้ว RFID ซึ่งใช้คลื่นพาหะย่านความถี่สูงเป็นระบบ ที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสุด และมีราคาแพงที่สุดด้วย เช่นกัน ส่วน RFID ที่ใช้คลื่นพาหะในอีก 2 ย่าน ความถี่จะมีระดับราคา และความเร็วลดหลั่นกันไป



รูปที่ 2.10 ความถี่ย่านที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน

ที่มา: <http://www.lampangtc.ac.th>

การเลือกใช้แท็กและเครื่องอ่านจำเป็นต้องมีความถี่เดียวกันจึงจะสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ ในที่นี้จึงเลือกใช้ย่านความถี่ HF ที่ 13.56 เมกะเฮิรตซ์ เนื่องจากเหมาะกับงานทางด้านคอมพิวเตอร์ และงานที่ต้องการความปลอดภัยสูง ซึ่งไม่ส่งสัญญาณรบกวนการทำงานในโรงพยาบาลเพราะเป็นการใช้งานระยะใกล้ อีกทั้งยังราคาถูกหาซื้อได้ง่ายทำให้สะดวกต่อการเปลี่ยนหรือซ่อมบำรุง

2.2.4 การมอดูเลตสัญญาณ

การมอดูเลตสัญญาณ คือ การจะส่งสัญญาณเสียงหรือข้อมูลผ่านช่องทางการสื่อสาร จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าช่วยพาสัญญาณเหล่านั้นให้เคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งขบวนการหรือขั้นตอนในการเพิ่มพลังงานไฟฟ้าดังกล่าว เรียกว่า การมอดูเลต (Modulation) พลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีความถี่สูงและคงที่รวมทั้งมีแอมพลิจูด (ขนาด) สูงด้วยนั้น เรียกว่า สัญญาณคลื่นพาห์ (Signal Carrier) อุปกรณ์สำหรับมอดูเลตสัญญาณ (Modulator) จะสร้างสัญญาณคลื่นพาห์และรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะส่งผ่านสื่อกลางไปยังอีกจุดหนึ่งที่อยู่ไกลออกไปได้และเมื่อถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่แยกสัญญาณคลื่นพาห์ออกให้เหลือเพียงสัญญาณข้อมูลเรียกวิธีการแยกสัญญาณนี้ว่า การดีมอดูเลต (Demodulation) เรื่องการมอดูเลตสัญญาณเป็นเรื่องที่สำคัญมากในการสื่อสารข้อมูลการเลือกวิธีการมอดูเลตและการดีมอดูเลตที่เหมาะสมจะช่วยให้ท่านทำการส่งข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์สำหรับมอดูเลตสัญญาณ (Modulator) จะสร้างสัญญาณคลื่นพาห์ และรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะส่งผ่านสื่อกลางไปยังอีกจุดหนึ่ง เมื่อถึงปลายทางจะมีอุปกรณ์ในการแยกสัญญาณคลื่นพาห์ออก เรียกวิธีการแยกสัญญาณนี้ว่า “การดีมอดูเลต”

วิธีการมอดูเลตสัญญาณแอนะล็อก เพื่อส่งผ่านไปในช่วงทางสื่อสารแอนะล็อกมี 3 วิธี คือ

1) การมอดูเลตทางแอมพลิจูด (Amplitude Modulation: AM)

สัญญาณของคลื่นพาห์จะมีความถี่สูงกว่าความถี่ของสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สามารถพาสัญญาณข้อมูลไปได้ไกลๆ สัญญาณทางแอมพลิจูดที่มอดูเลตแล้วจะมีความถี่เท่ากับความถี่ของสัญญาณคลื่นพาห์ โดยมีขนาดหรือแอมพลิจูดของสัญญาณเปลี่ยนแปลงไปตามแอมพลิจูดของสัญญาณด้วย

ข้อเสียของการมอดูเลตแบบแอมพลิจูด คือ

ก) แบนด์วิดท์ของสัญญาณแบบแอมพลิจูดเป็นย่านความถี่ที่ไม่สูง ทำให้มีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามาได้ง่าย

ข) การส่งสัญญาณแบบแอมพลิจูดสิ้นเปลืองพลังงานมาก พลังงานส่วนใหญ่ใช้ในการส่งคลื่นพาห์

2) การมอดูเลตทางความถี่ (Frequency Modulation: FM)

สัญญาณทางความถี่ที่มอดูเลตแล้วจะมีแอมพลิจูดคงที่ แต่ความถี่ของสัญญาณจะไม่คงที่เปลี่ยนแปลงไปตามแอมพลิจูดของสัญญาณข้อมูล

ข้อเสียของการมอดูเลตแบบสัญญาณทางความถี่ คือ

ก) ต้องการแบนด์วิดท์ที่มีขนาดกว้าง เนื่องจากสัญญาณข้อมูลมีหลายความถี่

ข) คุณภาพดีกว่าการมอดูเลตแบบแอมพลิจูด แต่การทำงานจะซับซ้อนกว่า

3) การมอดูเลตทางเฟส (Phase Modulation: PM)

การมอดูเลตทางมุมเฟส จะให้ครึ่งรอบของสัญญาณเป็นมุม 180 องศา และเมื่อครบ 1 รอบ จะเป็น 360 องศา สัญญาณมอดูเลตจะมีการเปลี่ยน(กลับ มุมเฟสทุกครั้ง)ที่มุมเฟสของสัญญาณข้อมูลต่างจากมุมเฟสของสัญญาณคลื่นพาห์เท่ากับ 180 องศา

การมอดูเลตทางมุมเฟส นิยมใช้ในการแพร่ภาพสีทางทีวี แต่แบบแอมพลิจูดกับทางความถี่นิยมใช้ในการกระจายเสียงวิทยุการมอดูเลตทางมุมเฟส เป็นวิธีการที่ดีแม้วงจรค่อนข้างจะซับซ้อนจึงไม่นิยมใช้ส่งสัญญาณข้อมูลแอนะล็อก การมอดูเลตทางมุมเฟสมักจะนำมาใช้ในการส่งสัญญาณข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่ต้องการความเร็วในการส่งข้อมูลสูง

2.2.5 การดีมอดูเลตสัญญาณ

การดีมอดูเลต (Demodulate) หมายถึง ขบวนการเปลี่ยนสารสนเทศจากการมอดูเลต กลับมาสู่ลักษณะเดิมในการติดต่อสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยสายโทรศัพท์ข้อมูลที่ส่งจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง ไปยังคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งนั้น จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงลักษณะของ ข้อมูลนั้น จากแอนะล็อก ไปสู่ดิจิทัลเสียก่อน เพื่อให้ข้อมูลถูกส่งผ่าน หรือถ่ายทอดไปตาม สายโทรศัพท์ เมื่อถึงเครื่องรับปลายทาง เพื่อให้คนอ่านข้อมูลนั้นได้ จำเป็นต้องเปลี่ยนลักษณะของ ข้อมูลจากดิจิทัลมาสู่ลักษณะแอนะล็อกนี้ เรียกว่า ดีมอดูเลชัน

1) การดีมอดูเลตทางแอมพลิจูด (Demodulation AM)

ระบบวิทยุแบบแอมพลิจูดเป็นระบบที่รับส่งข้อมูล โดยเน้นความสำคัญของแอมพลิจูดใน สัญญาณเป็นสำคัญ การดีมอดูเลตสัญญาณในระบบนี้มี 2 วิธีด้วยกัน

ก) เ็นเวล โลปดีเทคเตอร์ (Envelope detector): วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายเนื่องจากเราสามารถ ใช้ไดโอดตัวเดียวในการสร้างวงจรดีมอดูเลตรายละเอียดส่วนมากจะเป็นเรื่อง เกี่ยวกับการสร้างวงจร ไฟฟ้าเนื่องจากความง่ายของการถอดรหัสข้อมูลระบบวิทยุ ชนิดนี้จึงถือได้ถือกำเนิดขึ้นมาก่อน

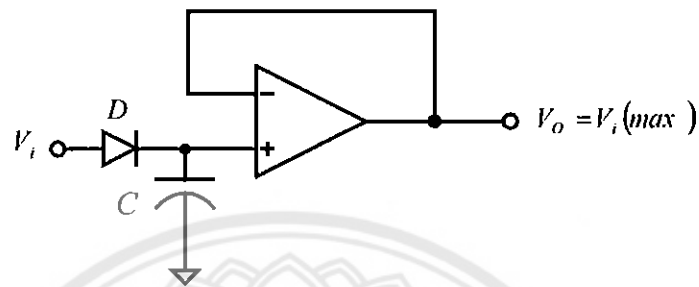
ข) ดีเทคเตอร์แบบผลคูณ (Product Detector): วิธีการก็นำสัญญาณที่มีลักษณะ เดียวกับคลื่นพาหะ ไปรวมกับสัญญาณที่ถูกส่งมาอีกครั้งวิธีนี้ทำให้สัญญาณข้อมูล กลับมาอยู่ที่ความถี่ต่ำ แต่ยังคงมีสัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณข้อมูลเหลืออยู่ที่ความถี่ สูงๆ เราจึงต้องใช้วงจรกรองในการคัดแยกข้อมูลที่ต้องการออก การใช้วงจรกรอง ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้เช่น วงจรกรองความถี่ต่ำ, วงจรกรองความถี่สูง เมื่อผ่าน วงจรแล้ว สัญญาณที่ได้ก็จะมีลักษณะคล้ายสัญญาณข้อมูลมาก

2) การมอดูเลตทางความถี่ (Demodulation FM)

ระบบเอฟเอ็มมีความซับซ้อนในการมอดูเลต ดังนั้นการดีมอดูเลตก็ยากเช่นกัน การดีมอดู เลตของระบบเอฟเอ็มก็มีหลายวิธี เช่น Quadrater Detector: จะสร้างสัญญาณที่ทำการเลื่อนเฟสของ สัญญาณที่รับมาไป 90 องศา รวมทั้งขยายขนาดจากนั้นนำไปรวมกับสัญญาณเดิมที่ยังไม่ได้เลื่อน เฟสหนึ่งในรูปแบบที่ได้จากการรวมนี้เป็นสัญญาณข้อมูลดั้งเดิม เมื่อเราลือออกมากก็จะได้ สัญญาณข้อมูล 2 วิธี การแบ่งแยกของ Forester และ Seeley วิธีนี้ ประกอบไปด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ฟิลเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ลดแอมพลิจูดของบางความถี่ให้สัมพันธ์กันวิธีนี้ คล้ายกับแอมพลิจูดเดคเตอร์ โดยเราใช้ฟิลเตอร์ในการแยกสัญญาณ หากฟิลเตอร์มีความเปลี่ยนแปลง โดยตอบสนองโดยตรงกับ ความถี่ สัญญาณเอาต์พุตจะเป็นสัดส่วนกับความถี่ของอินพุต

2.2.6 วงจรตรวจจับค่าสูงสุด

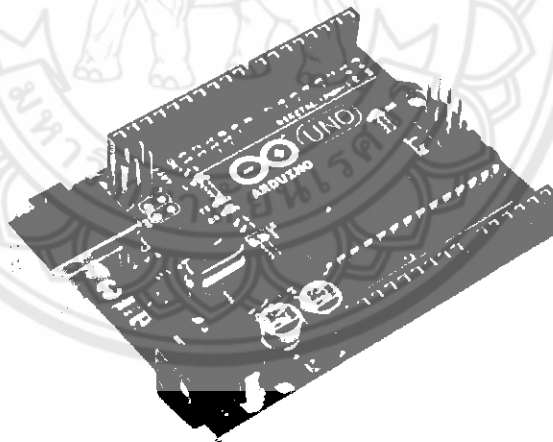
วงจรตรวจจับค่าสูงสุด (Peak detector) เป็นวงจรที่ใช้ตรวจจับ และคงค่าสูงสุดทางด้านบวกหรือด้านลบของสัญญาณอินพุต ในช่วงเวลาที่ต้องการได้จนกว่าจะมีการรีเซ็ต เพื่อให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นศูนย์ วงจรนี้จึงเหมาะสำหรับใช้วัดค่าสูงสุดของสัญญาณอินพุต



รูปที่ 2.11 วงจรตรวจจับค่าสูงสุดเบื้องต้น

ที่มา: <http://www.te.kmutnb.ac.th/>

2.3 Arduino



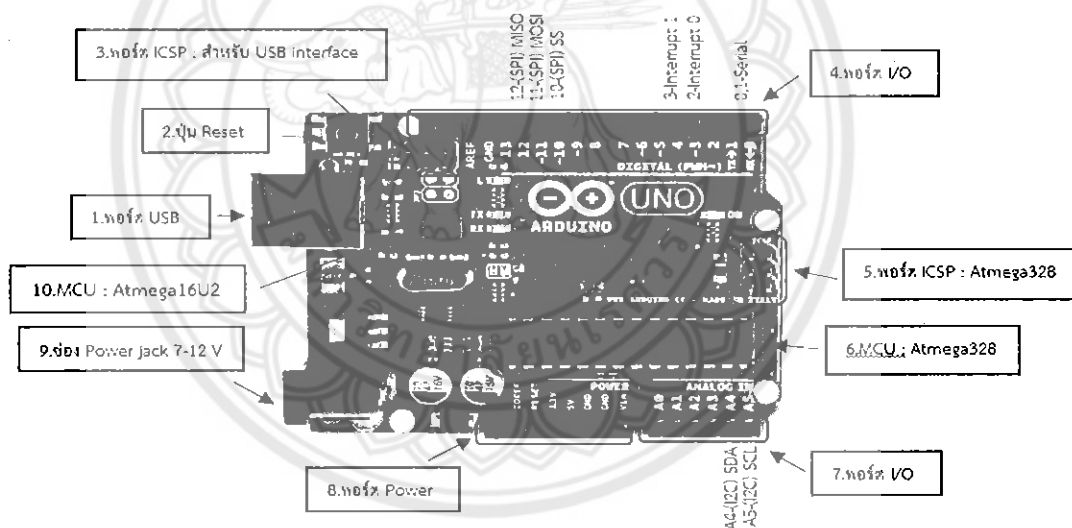
รูปที่ 2.12 บอร์ด Arduino

ที่มา: <http://www.elec2you.com/>

Arduino คือโครงการที่นำชิพไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลต่างๆมาใช้ร่วมกัน ในภาษา C ซึ่งภาษา C นี้เป็นลักษณะเฉพาะคือ มีการเขียนไลบรารีของ Arduino ขึ้นมาเพื่อให้การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่แตกต่างกัน สามารถใช้งานโค้ดตัวเดียวกันได้โดยตัวโครงการได้ออกบอร์ดทดลองมาหลายรูปแบบ เพื่อใช้งานกับ IDE ของตนเองสาเหตุหลักที่ทำให้ Arduino เป็นที่

นิยมมากเพราะซอฟต์แวร์ที่ใช้งานร่วมกันสามารถโหลดได้ฟรีและตัวบอร์ดทดลองยังถูกแจกเปลี่ยน ทำให้ผู้ผลิตเงินนำไปผลิตและขายออกตลาดมาในราคาที่ถูกมากๆ โดยบอร์ดที่ถูกที่สุดในตอนนี้คือบอร์ด Arduino ที่มีราคาเพียง 120 – 150 บาทเท่านั้น

หลักการของ Arduino นั้นได้ใช้ชิป AVR เป็นหลักใน Arduino แทบทุกรุ่น เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ของตระกูล AVR นั้นมีความทันสมัย ในชิปในบางตัวสามารถเชื่อมต่อผ่าน USB ได้โดยตรง สามารถใช้กับคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ได้เป็นอย่างดี และในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ยังมีส่วนของโปรแกรมพิเศษที่เรียกว่า Bootloader อยู่ในระดับล่างกว่าส่วนโปรแกรมปกติ ซึ่งจะเป็นส่วนโปรแกรมที่จะถูกเรียกขึ้นมาก่อนการเรียกโปรแกรมปกติ ทำให้สามารถเขียนสั่งให้ทำงานใดๆก็ได้ ก่อนการเรียกโปรแกรมปกติ ทำให้ Arduino นั้นอาศัยส่วนโปรแกรมพิเศษนี้ในการทำให้ชิปสามารถโปรแกรมผ่านพอร์ตอนุกรมชนิด UART ได้ จึงทำให้การเขียนโปรแกรมลงไปในชิปใช้เพียง USB to UART ก็เพียงพอแล้ว แต่การโปรแกรมด้วยการใช้โปรโตคอล UART ก็มีข้อเสียตรงที่ต้องใช้เวลาในการบูทเข้าโปรแกรมปกติประมาณ 1 – 2 วินาที



รูปที่ 2.13 ส่วนประกอบบอร์ด Arduino

ที่มา: <http://www.elec2you.com/>

ส่วนประกอบที่สำคัญบน Arduino Board

1) USB Port : ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และการจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2) Reset Button : เป็นปุ่มรีเซ็ต ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

3) ICSP Port : ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com Port บน Atmega16U2

4) I/O Port : Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

5) ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6) MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7) I/O Port: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณแอนะล็อก ตั้งแต่ ขา A0-A5

8) Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขา ไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin

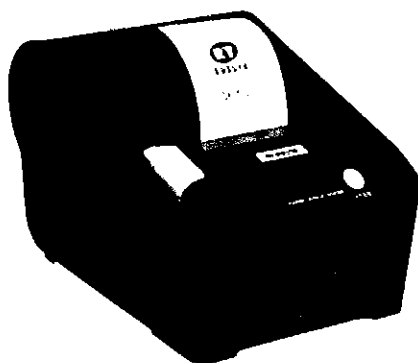
9) Power Jack: รับไฟจากแหล่งจ่ายไฟสำรอง โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

10) MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน Atmega16U2

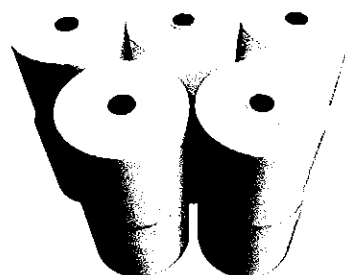
Arduino UNO R3 ที่ใช้ในโครงการนี้ทำหน้าที่เป็นส่วนประมวลผลสัญญาณที่รับมาจาก สวิตช์ปุ่มกด รวมถึงสัญญาณที่รับมาจากเครื่องอ่าน RFID และทำงานตามโปรแกรมที่เขียนไว้ เพื่อส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม Visual Basic 2010 พร้อมกับควบคุมการพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วยผ่านทาง เครื่องพิมพ์ความร้อน รวมทั้งควบคุมการแสดงผลลำดับผู้ป่วยและลำดับห้องผ่านทางหน้าจอ ตัว แสดงผล 7 ส่วน

2.4 เครื่องพิมพ์ความร้อน

เครื่องพิมพ์ความร้อน (Thermal Printer) ใช้หลักการถ่ายเทความร้อนจากหัวพิมพ์ไปยัง กระดาษความร้อน หรือกระดาษเทอร์มอล ซึ่งในตัวกระดาษจะมีเคมีที่จะเกิดสีเมื่อ โคนปริมาณ ความร้อนที่พอเหมาะ ไม่ต้องใช้ตัวกลาง(หมึก)ในการพิมพ์ประเภทนี้จะได้เปรียบด้านความรวดเร็ว ความเงียบ และไม่ต้องกังวลในเรื่องของการเปลี่ยนหมึกเมื่อหมึกหมด แต่ด้วยธรรมชาติของ กระดาษประเภทนี้ ข้อมูลบนเนื้อกระดาษจะหายไปตามกาลเวลา เช่นเดียวกับใบเสร็จที่เราได้รับ จากร้านสะดวกซื้อต่างๆ จึงนิยมใช้ในธุรกิจที่ลูกค้าหรือผู้ใช้บริการ ไม่จำเป็นต้องเก็บหลักฐานใน ระยะเวลายาวนาน ดังรูปที่ 2.14



(ก) เครื่องพิมพ์เทอร์มอล



(ข) กระดาษเทอร์มอล

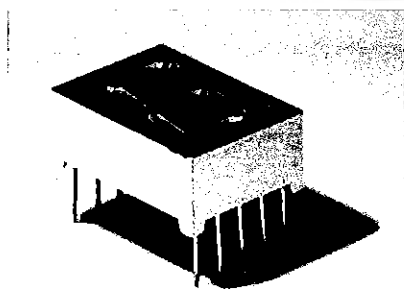
รูปที่ 2.14 เครื่องพิมพ์ความร้อน

ที่มา: <http://www.ks-barcode.com>

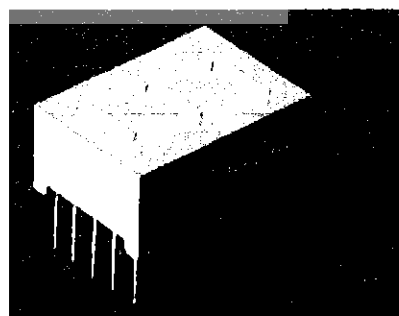
2.5 ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน

ตัวแสดงผล 7 ส่วน เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการแสดงผลเช่นเดียวกับ ไดโอดเปล่งแสงทั่วไป แต่ต่างตรงที่ตัวแสดงผล 7 ส่วน เป็นการนำเอาไดโอดเปล่งแสง จำนวน 7 ตัว มาต่อกันเป็นรูปตัวเลข เพื่อนำมาแสดงผลเป็นตัวเลข 0 ถึง 9 โดยในบทความนี้จะพูดถึงการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหลอดแสดงผล 7 ส่วน และการประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ควบคุมการทำงานของตัวแสดงผล 7 ส่วน

โครงสร้างและการทำงานของตัวแสดงผล 7 ส่วน เป็นการนำเอาไดโอดเปล่งแสงจำนวน 7 ตัวมาต่อกันเป็นรูปตัวเลข โดยมีชื่อเรียกแต่ละส่วนคือ a, b, c, d, e, f, g และ dp ดังรูปที่ 2.15 และรูปที่ 2.16



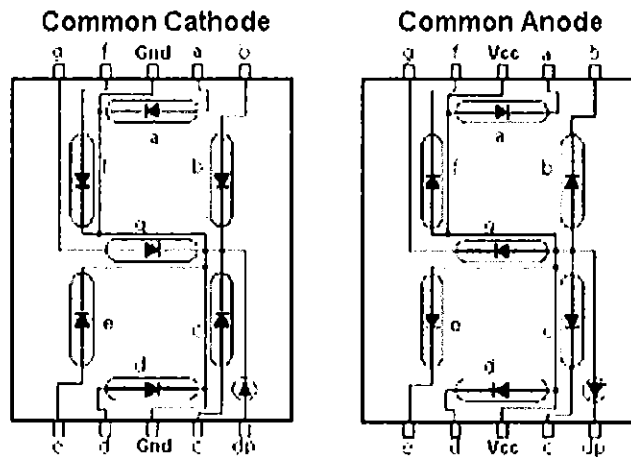
(ก) Common Cathode



(ข) Common Anode

รูปที่ 2.15 ชนิดของตัวแสดงผล 7 ส่วน

ที่มา: <http://www.engineeringkowlgec.blogspot.com>

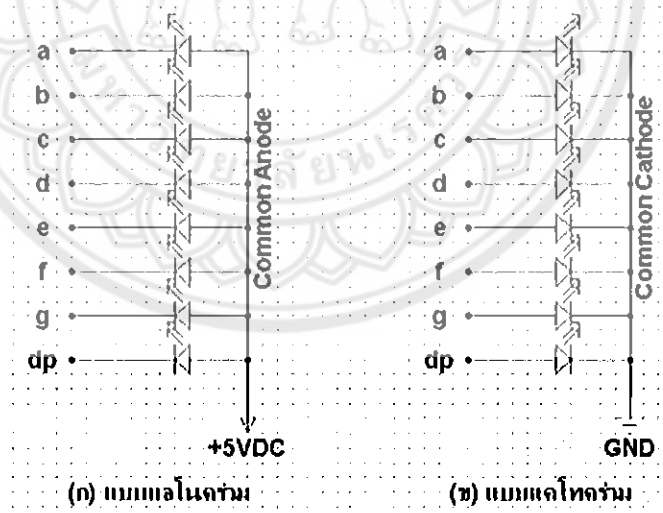


รูปที่ 2.16 โครงสร้างและขาของตัวแสดงผล 7 ส่วน

ที่มา: [http:// www.engineeringkowlge.blogspot.com](http://www.engineeringkowlge.blogspot.com)

ตัวแสดงผล 7 ส่วน สามารถแบ่งตามลักษณะการต่อตัวแสดงผลไดโอดเปล่งแสง ทั้ง 7 หลอดได้ 2 ชนิด ดังนี้

- 1) ชนิดต่อแบบแอนโนคร่วม หรือ คอมมอนแอนโนด (Common Anode)
- 2) ชนิดต่อแบบแคโทคร่วม หรือ คอมมอนแคโทด (Common Cathode)



รูปที่ 2.17 โครงสร้างการต่อตัวแสดงผล 7 ส่วน

ที่มา: [http:// www.engineeringkowlge.blogspot.com](http://www.engineeringkowlge.blogspot.com)

รูปที่ 2.17 (ก) เป็นการต่อตัวแสดงผล 7 ส่วน แบบแอนโนคร่วม โดยต้องป้อนไฟบวกที่ขา ร่วมที่หรือขาคอมมอน (Common) และถ้าต้องการให้ตัวแสดงผล 7 ส่วนแสดงผลหรือให้สว่าง ต้อง ป้อนไฟลบหรือส่งลอจิก "0" มาที่ขาแคโทด

ส่วนรูปที่ 2.17(ข) เป็นการต่อตัวแสดงผล 7 ส่วน แบบแคโทดร่วม โดยต้องป้อนไฟลบ หรือกราวด์ที่ขาร่วมหรือขาคอมมอน และถ้าต้องการให้ตัวแสดงผล 7 ส่วน แสดงผลหรือสว่างต้องป้อนไฟบวกหรือส่งลอจิก "1" มาที่ขาแอนโอด

2.6 สวิตช์ปุ่มกด

สวิตช์ปุ่มกด (Push button Switch) เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรทางไฟฟ้าและใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ สวิตช์จะมีหน้าสัมผัสด้วยกัน 2 แบบคือ แบบปกติเปิด (Normally Open ; NO) และแบบ ปกติปิด(Normally Close ; NC)

สวิตช์ปุ่มกด สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ

1) แบบ Momentary

เมื่อมีการกดสวิตช์ปุ่มกดหน้าสัมผัสทั้งคู่ดังกล่าวจะเปลี่ยนสถานะ จาก NO เป็น NC และจาก NC จะเป็น NO แต่เมื่อปล่อยมือออกจากสวิตช์ปุ่มกดหน้าสัมผัสทั้งคู่จะกลับสู่สถานะปกติในตำแหน่งเดิม โดยโดยมีแรงผลักดันจากสปริงเพื่อกอยผลักดันให้สวิตช์ปุ่มกดเข้าสู่สถานะปกติ

2) แบบ Maintained

เมื่อมีการกดสวิตช์ปุ่มกดหน้าสัมผัสทั้งคู่ดังกล่าวจะเปลี่ยนสถานะจาก NO เป็น NC และจาก NC จะเป็น NO แต่เมื่อปล่อยมือออกจากสวิตช์ปุ่มกด หน้าสัมผัสทั้งคู่จะถูกล็อกไว้โดยกลไกของสวิตช์ ซึ่งสามารถกลับสู่สถานะปกติในตำแหน่งเดิมได้โดยโดยกดที่สวิตช์ปุ่มกดอีกครั้งทำให้ให้คลายล็อก จะมีแรงผลักดันจากสปริงเพื่อกอยผลักดันให้สวิตช์ปุ่มกดเข้าสู่สถานะปกติ

โครงสร้างของสวิตช์ปุ่มกดสามารถแยกได้ 4 ส่วนคือ

- 1) ปุ่มกดทำด้วยโลหะหรือพลาสติกซึ่งจะมีหลายหลายสีให้เลือกใช้งาน
- 2) ฐานยึดระหว่างปุ่มกดและตัวล็อกหน้าสัมผัส โคนจะมีเกลียวที่ฐานเพื่อไว้สำหรับยึดอุปกรณ์กับชิ้นงานด้วย
- 3) หน้าสัมผัส NO และ NC
- 4) ยางรองระหว่างฐานยึดกับอุปกรณ์ที่จะยึด



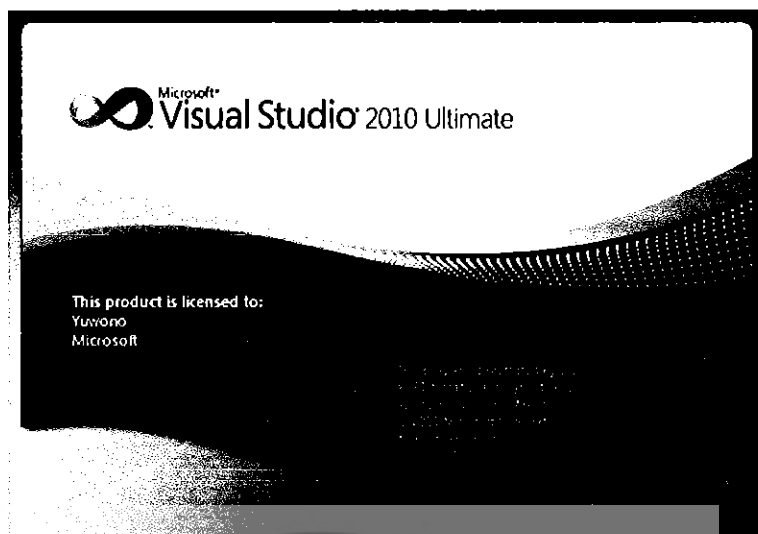
รูปที่ 2.18 สวิตช์ปุ่มกด

2.7 Microsoft Visual Basic 2010

Visual Basic เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language) ที่พัฒนาโดยบริษัท ไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ที่สร้างระบบปฏิบัติการ Windows 95/98 และ Windows NT/XP ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยตัวภาษาเองมีรากฐานมาจากภาษา Basic ซึ่งย่อมาจาก Beginner's All Purpose Symbolic Instruction ซึ่งหมายถึง ชุดคำสั่งหรือภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้น ภาษา Basic มีจุดเด่นคือผู้ที่ไม่มีพื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรมเลยก็สามารถเรียนรู้และนำไปใช้งานได้ค่อนข้างง่ายและรวดเร็ว

Visual basic เวอร์ชันแรกคือเวอร์ชัน 1.0 ออกสู่สายตาประชาชนตั้งแต่ปี 1991 โดยในช่วงแรกยังไม่มีความสามารถต่างจากภาษา QBASIC มากนัก แต่จะเน้นเรื่องเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์ ซึ่งปรากฏว่า Visual Basic ได้รับความนิยมและประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ไมโครซอฟท์จึงพัฒนา Visual Basic ให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในด้านประสิทธิภาพความสามารถและเครื่องมือต่าง ๆ เช่น เครื่องมือตรวจสอบแก้ไขโปรแกรม สภาพแวดล้อมของการพัฒนาโปรแกรม การเขียนโปรแกรมแบบหลายวินโดวส์ย่อย (MDI) และอื่นๆ อีกมากมาย

Microsoft Visual Basic เป็นเครื่องมือในการสร้างโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows ที่ใช้งานง่าย โดยการเลือกเครื่องมือต่าง ๆ มาออกแบบหน้าจอของโปรแกรมที่จะสร้าง การเขียนโปรแกรมลักษณะนี้เรียกว่า Visual Programming ซึ่งไม่จำเป็นต้องเขียนคำสั่งต่าง ๆ มากนัก และสามารถสร้างโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 โปรแกรม Microsoft Visual Basic 2010

ที่มา: <http://www.angshare.blogspot.com>

2.7.1 ความสามารถของ Visual Basic 2010

- 1) สร้างโปรแกรมทางด้านกราฟฟิก โปรแกรมจัดการไฟล์ โปรแกรมคำนวณเลขพื้นฐานทั่วไปที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows
- 2) สร้างโปรแกรมฐานข้อมูลได้อย่างง่าย เพราะมีเครื่องมือเกี่ยวกับฐานข้อมูลอย่างครบถ้วน และสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้ทันที
- 3) มีคอมโพเนนต์ทางด้าน Active X ได้แก่ Active X Component , Active X Control และ Active X Document ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถนำส่วนของโปรแกรมที่สร้างไว้ไปใช้ในโปรแกรมอื่น ๆ ได้
- 4) สร้างโปรแกรมที่รันบนอินเทอร์เน็ตได้อย่างง่าย โดยไม่ต้องเรียนรู้คำสั่งด้วยภาษา HTML หรือภาษาสคริปต์ที่ใช้งานบนอินเทอร์เน็ต

2.7.2 จุดเด่นของ Visual Basic 2010

- 1) มีโครงสร้างภาษาที่ใกล้เคียงภาษามนุษย์ ทำให้เรียนรู้ได้ง่าย
- 2) รวบรวมเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาแอปพลิเคชัน ได้อย่างสะดวกรวดเร็วไว้ในตัว
- 3) สามารถสร้างไฟล์ที่สามารถทำงานได้ด้วยตนเอง
- 4) ออกแบบส่วนหน้าจอดีต่อผู้ใช้ได้ทันที โดยไม่ต้องรอเขียนรหัสโปรแกรม
- 5) ในงานบันทึกส่วนติดต่อผู้ใช้และส่วนของรหัสโปรแกรมแยกกัน ทำให้สามารถนำรูปแบบเดิมไปปรับปรุงใช้กับงานอื่นๆ ได้โดยไม่ต้องสร้างใหม่
- 6) สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้หลายรูปแบบ

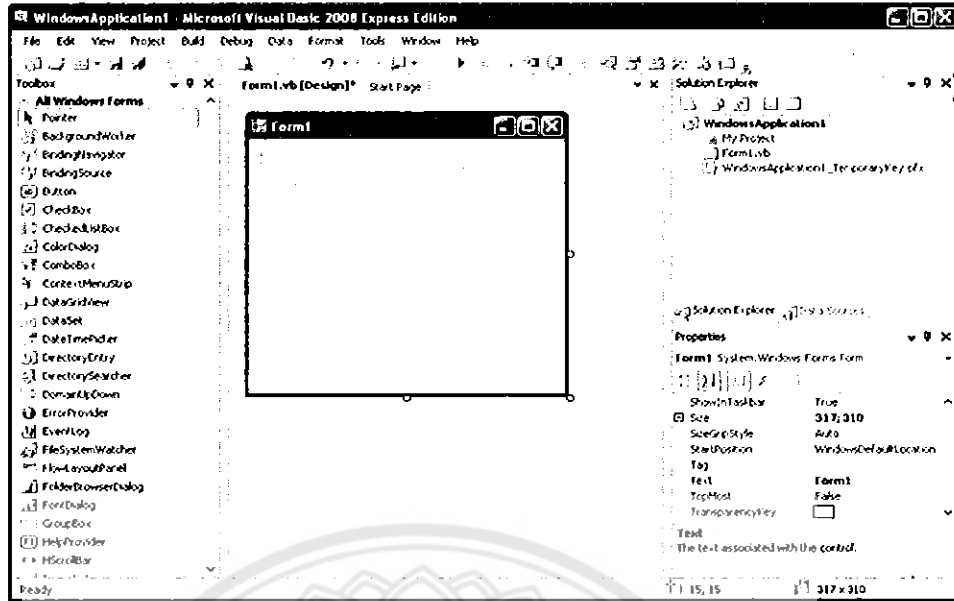
ป
ส ๖๓๕๘
๒๕๕๗



สำนักหอสมุด

6 ก.ย. 2560

๗๗๘๖๗๐๘



รูปที่ 2.20 หน้าต่างและเครื่องมือโปรแกรม Microsoft Visual Basic

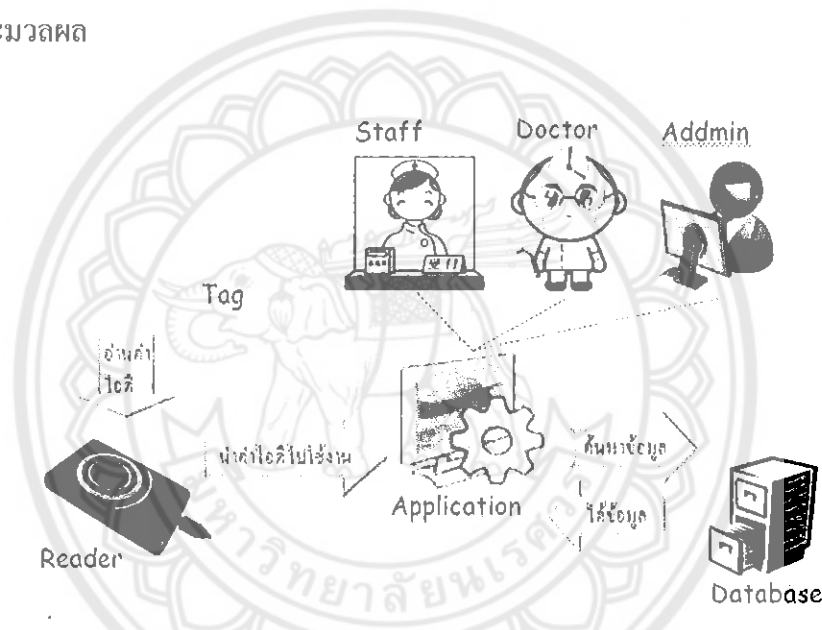
ที่มา: <http://www.microsoft-visual-basic.en.softonic.com>



บทที่ 3

การออกแบบและสร้างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย

หลังจากศึกษาเกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ และรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบหลักของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาล โดยใช้ RFID แล้วจึงได้ทำการออกแบบรูปแบบการทำงาน of ชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย ส่วนประมวลผลของชุดจำลองการจัดลำดับ วงจรการทำงานชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย และการออกแบบโครงสร้างของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย เพื่อให้ชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนประมวลผล



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของการทำงานชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย

หลักการทำงานของระบบดังรูปที่ 3.1 เป็นการทำงานพื้นฐานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย ออกแบบให้อ่าน RFID Tag พร้อมกับส่งพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วยรวมทั้งรับสัญญาณจากสวิทช์ปุ่มกด และทำการส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม Visual Basic 2010 เพื่อเชื่อมกับฐานข้อมูลของโปรแกรม Visual Basic 2010 จากนั้นทำการแสดงผลข้อมูลผู้ป่วยผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ รวมถึงโปรแกรม Visual Basic 2010 สามารถจัดลำดับผู้ป่วยและแสดงผลการจัดลำดับผู้ป่วยผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์รวมทั้งแสดงผลผ่านทางตัวแสดงผล 7 ส่วน พร้อมกับเสียงเรียกลำดับผู้ป่วยและลำดับห้องผ่านลำโพง

3.1 รูปแบบการทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย

การทำงานพื้นฐานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยถูกออกแบบให้สามารถพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วย การเรียกลำดับผู้ป่วย อีกทั้งยังแสดงผลลำดับผู้ป่วยและห้องตรวจจากการเรียกลำดับผู้ป่วยผ่านทางตัวแสดงผล 7 ส่วน โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 กรณีคือ

3.1.1 การสั่งพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วย

การสั่งพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วยสามารถควบคุมรูปแบบการสั่งพิมพ์ได้จากชุดคำสั่งของหน่วยประมวลผล โดยสามารถควบคุมได้ทั้ง ขนาดตัวอักษร รูปแบบตัวอักษร การขึ้นบรรทัด และข้อความที่ต้องการสั่งพิมพ์ผ่านทางเครื่องพิมพ์แบบใช้ความร้อน ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดให้มีขนาด 4 × 5.5 ตารางเซนติเมตร ประกอบด้วย ทั้งหมด 4 ส่วน ดังนี้

- ส่วนที่หนึ่ง เป็นข้อความตัวหนังสือแสดงเป็นหัวบัตรลำดับผู้ป่วย
- ส่วนที่สอง เป็นตัวเลขแสดงลำดับผู้ป่วยตามลำดับที่หน่วยประมวลผลส่งมา
- ส่วนที่สาม เป็นข้อความตัวหนังสือระบุให้แสดงบัตรเมื่อเข้าใช้บริการการตรวจ
- ส่วนสุดท้าย เป็นการแสดงรหัสประจำตัวผู้ป่วย

Queue Card

0000

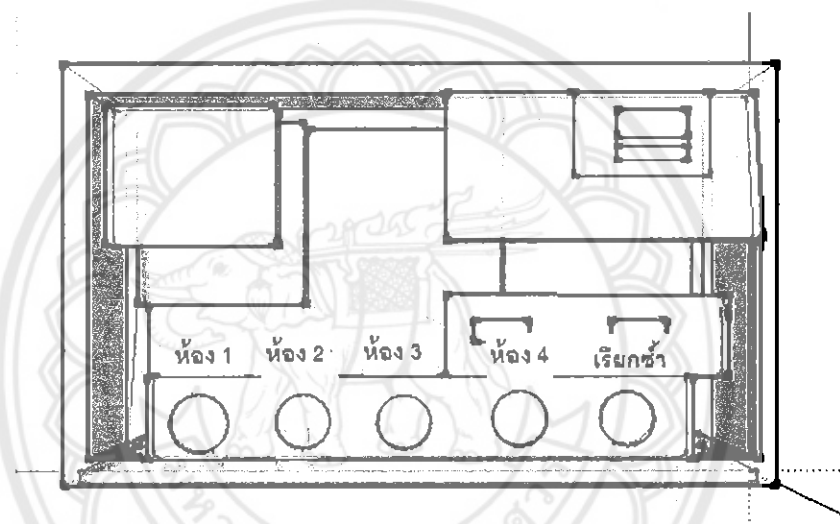
Please show your queue card

aaaaaaaa

รูปที่ 3.2 ออกแบบบัตรแสดงลำดับผู้ป่วย

3.1.2 การเรียกลำดับผู้ป่วย

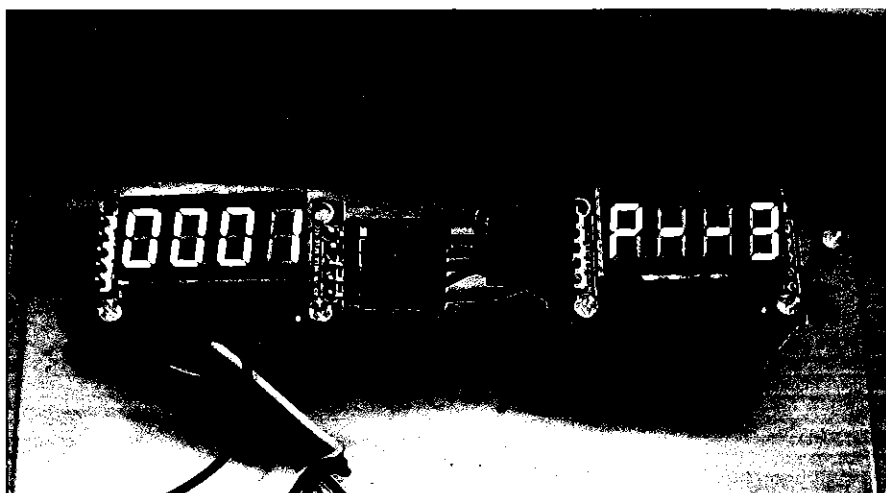
การเรียกลำดับผู้ป่วยเป็นการทำงานในส่วนที่สำคัญเนื่องจากเป็นตัวกำหนดลำดับผู้ป่วยและห้องบริการที่ผู้ป่วยต้องเข้ารับการตรวจ โดยในชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยนี้จะใช้สวิทช์ปุ่มกดเป็นเงื่อนไขในการส่งค่าไปยังส่วนประมวลผลให้มีการทำการเรียกลำดับและกำหนดห้องตรวจที่ผู้ป่วยจะเข้ารับการตรวจ ซึ่งสวิทช์ปุ่มกดมีการทำงานตามวงจรดังรูปที่ 3.3 เนื่องจากชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยได้กำหนดห้องตรวจ ทั้งหมด 4 ห้องตรวจ จึงต้องจำนวนสวิทช์ปุ่มกด 4 ตัวในแต่ละห้องตามลำดับ เพื่อให้ประจำในแต่ละห้องตรวจ อีกทั้งยังเพิ่มเติมสวิทช์ปุ่มใช้ในการเรียกลำดับผู้ป่วยซ้ำในลำดับล่าสุด



รูปที่ 3.3 การออกแบบการใช้งานสวิทช์ปุ่มกด

3.1.3 การแสดงผลทางตัวแสดงผลเจ็ดส่วน

การแสดงผลด้วย ตัวแสดงผล 7 ส่วน เป็นการแสดงผลด้วยตัวไดโอดเปล่งแสง ที่สามารถนำมาประยุกต์เป็นตัวเลขหรือตัวอักษรต่างๆได้ และในชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยนั้นประกอบด้วย ตัวแสดงผล 7 ส่วน ทั้งหมด 2 ตัวรับคำสั่งจากหน่วยประมวลผล โดยกำหนดให้มีการแสดงผล คือ ตัวที่ 1 จะแสดงผลลำดับผู้ป่วยที่ได้รับการเรียกเข้าตรวจ โดยมีทั้งหมด 4 หลัก และตัวที่ 2 จะแสดงผลหมายเลขห้องตรวจที่ผู้ป่วยนั้นจะเข้าไปรับการรักษา ซึ่งจะนำหน้าด้วยตัว P แล้วจึงตามด้วยหมายเลขห้องบริการที่ต้องเข้ารับการตรวจ



รูปที่ 3.4 การแสดงผลด้วยตัวแสดงผล 7 ส่วน

3.2 ออกแบบแสดงผลผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Visual Basic 2010

ในส่วนของการดำเนินการในส่วนนี้จะเป็นการดำเนินการออกแบบแสดงผลผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Visual Basic มีการออกแบบหลักๆอยู่ 3 ส่วนด้วยกันคือ ออกแบบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์, ออกแบบข้อมูลผู้ป่วยที่เชื่อมต่อกับรหัสของบัตร RFID Tag และออกแบบการจัดลำดับผู้ป่วย

3.2.1 ออกแบบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์

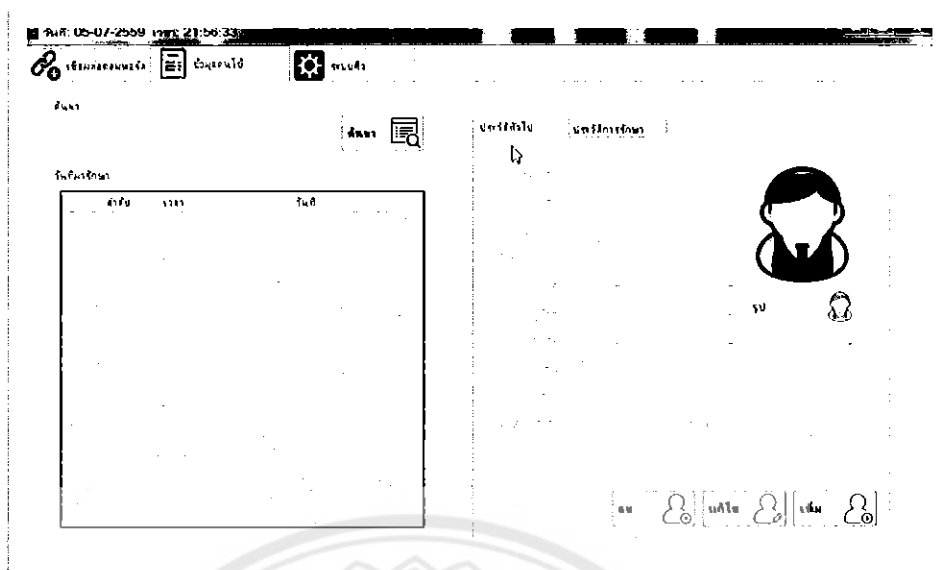
จากทฤษฎีของโปรแกรม Visual Basic ในบทที่ 2 ในส่วนนี้จะดำเนินการออกแบบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ ในการที่ Arduino จะสื่อสารข้อมูลกับโปรแกรม Visual Basic ได้นั้น จึงต้องกำหนดคอมพิวเตอร์ให้ตรงกัน ในการออกแบบส่วนนี้ได้กำหนดคอมพิวเตอร์ 10 พร้อมกับกำหนดอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลให้ตรงกันระหว่าง Arduino กับโปรแกรม Visual Basic อัตราเร็วที่ใช้ในการออกแบบส่วนนี้คือ 9600 เพราะเป็นอัตราที่มีความเร็วเหมาะสม ซึ่งใช้ควบคุมการส่งข้อมูลได้ดี ไม่มีผิดพลาด และได้ทำการออกแบบช่องแสดงผลการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ มีช่องแสดงผลอยู่ด้วยกัน 4 ส่วน ได้แก่ ช่องแสดงผลคอมพิวเตอร์, ช่องแสดงผลบอร์ดเรท, ช่องแสดงผลเชื่อมต่อ และช่องแสดงผลยกเลิกการเชื่อมต่อ ดังแสดงใน รูปที่ 3.5

คอมพอร์ล	บอร์ดเลข
<input type="text" value=""/>	9600
เชื่อมผลจ	ยกเลิก
<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>

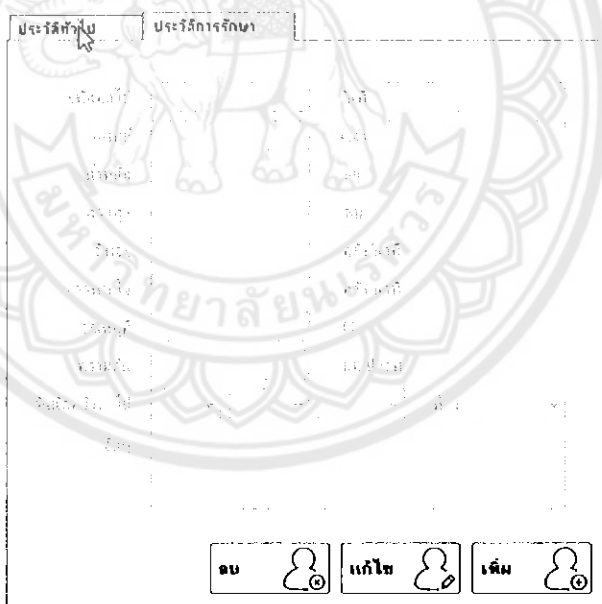
รูปที่ 3.5 ออกแบบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพอร์ต

3.2.2 ออกแบบการแก้ไขข้อมูลและการนัดผู้ป่วย

จากการได้ศึกษาทฤษฎีในบทที่ 2 การออกแบบข้อมูลผู้ป่วยที่เชื่อมต่อกับรหัสของบัตร RFID Tag ในการที่โปรแกรม Visual Basic จะเชื่อมต่อกับข้อมูลจาก Arduino ที่รับมาจากตัวอ่านบัตร ได้นั้นจำเป็นต้องมีการเขียนโปรแกรมควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ โปรแกรม Arduino และ โปรแกรม Visual Basic โดยได้ทำการออกแบบช่องแสดงผลอยู่ 4 ช่อง ได้แก่ ช่องค้นหา, ช่องวันที่มารักษา, ช่องประวัติทั่วไป และช่องประวัติการรักษาตามลำดับ ในช่องแสดงผลการค้นหานี้ถูกออกแบบให้ แสดงรหัสบัตรที่แต่ละครั้งล่าสุดพร้อมทั้งสามารถค้นหาประวัติของรหัสบัตรเก่า ส่วนช่องแสดงผลวันที่มารักษา แสดงประวัติของวันเวลาและจำนวนครั้งของผู้ป่วยทั้งหมดที่มาทำการรักษา ถัดมาช่องแสดงผลประวัติทั่วไป ช่องนี้สามารถเพิ่มประวัติต่างๆของผู้ป่วยพร้อมทั้งสามารถแก้ไขและลบข้อมูลได้ดังแสดงในดังรูปที่ 3.6 ช่องแสดงผลสุดท้ายนั้นก็คือ ช่องแสดงประวัติการรักษา ช่องนี้เป็นช่องสำหรับเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยที่ทำการตรวจเสร็จแล้ว และยังทำการนัดตรวจครั้งต่อไปของผู้ป่วยได้อีกด้วย แสดงได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 ออกแบบการแก้ไขและลบข้อมูล



รูปที่ 3.7 ออกแบบการทำกรน้ดตรวจในครั้งต่อไป

3.2.3 ออกแบบชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย

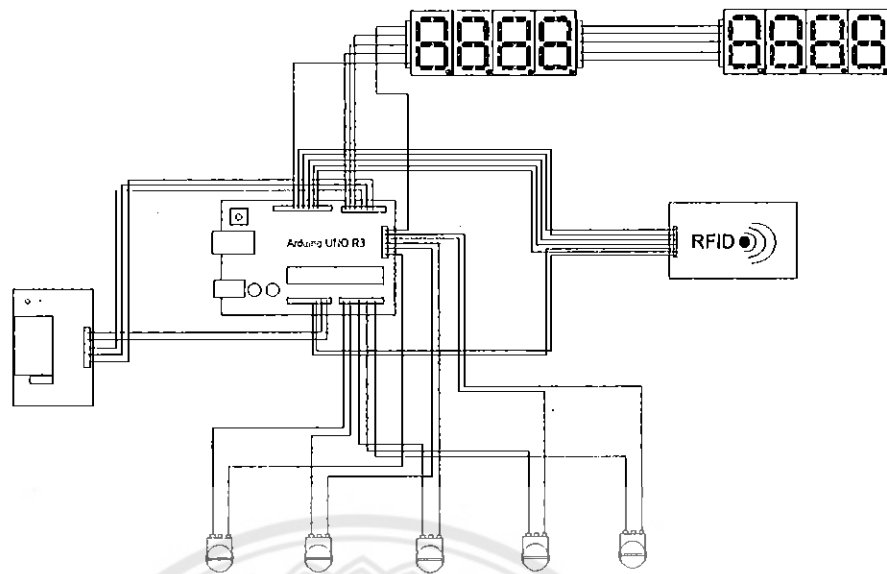
ในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบลำดับผู้ป่วย โดยมีการเขียนโปรแกรม Visual Basic เพื่อสื่อสารข้อมูลที่มาจก Arduino โดยข้อมูลถูกส่งผ่านทางพอร์ตอนุกรม ได้ทำการออกแบบช่องแสดงผลอยู่ 3 ช่องด้วยกัน ได้แก่ ช่องคิวปัจจุบัน, ช่องคิวทั้งหมด และช่องลำดับห้อง ในช่องคิวปัจจุบันนั้นแสดงลำดับที่เรียกครั้งล่าสุด ถัดมาช่องคิวทั้งหมดใช้แสดงจำนวนลำดับผู้ป่วยที่มาทำการรักษาโดยจะมีจำนวนเท่ากับการแตะบัตรคิว ช่องแสดงผลสุดท้ายนั้นก็คือช่องแสดงลำดับห้องที่เรียกครั้งล่าสุด ช่องพร้อมกับ ปุ่มคลิก 3 ปุ่มได้แก่ ปุ่ม Reset, ปุ่ม Play และปุ่ม Next ในส่วนของปุ่ม Reset นี้ใช้แสดงการตั้งค่าคิวปัจจุบัน และคิวทั้งหมด ให้เริ่มต้นใหม่ ต่อมาปุ่ม Play เป็นปุ่มคำสั่งให้ทำการเรียกลำดับด้วยเสียงเพื่อที่จะได้สะดวกสบายในการเรียกลำดับผู้ป่วย ปุ่มสุดท้ายนั้นคือปุ่ม Next เป็นปุ่มที่ใช้เรียกลำดับผู้ป่วย และลำดับห้องในลำดับต่อไป ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ออกแบบชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย

3.3 วงจรการทำงานชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย

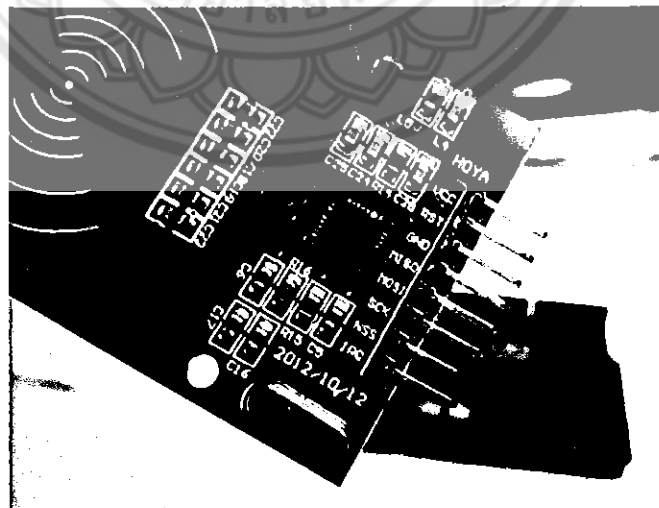
การทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ วงจรอ่านค่า RFID Tag, วงจรส่งพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วย, วงจรแสดงผลผ่านทางตัวแสดงผล 7 ส่วนและวงจรสวิตช์ควบคุมการจัดลำดับผู้ป่วย ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการส่งข้อมูลและแสดงผลในชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย



รูปที่ 3.9 วงจรรวมการทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย

3.3.1 วงจรอ่านค่า RFID Tag

การส่งข้อมูลจาก RFID Tag ไปยังส่วนประมวลผลด้วยเครื่องอ่าน RFID เพื่อค้นหาประวัติข้อมูลผู้ป่วยจำเป็นต้องใช้วงจรการอ่านค่า RFID Tag โดยใช้คลื่นวิทยุที่ ความถี่ 13.56 เมกะเฮิรตซ์ ในการใช้เครื่องอ่าน RFID เป็นตัวอ่านค่า RFID Tag ต้องทำการออกแบบอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งานในวงจรนี้ นั่นคือเครื่องอ่าน RFID เป็นส่วนสำคัญ จึงเป็นต้องทราบถึงส่วนประกอบในการเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูล ดังรูปที่ 3.10



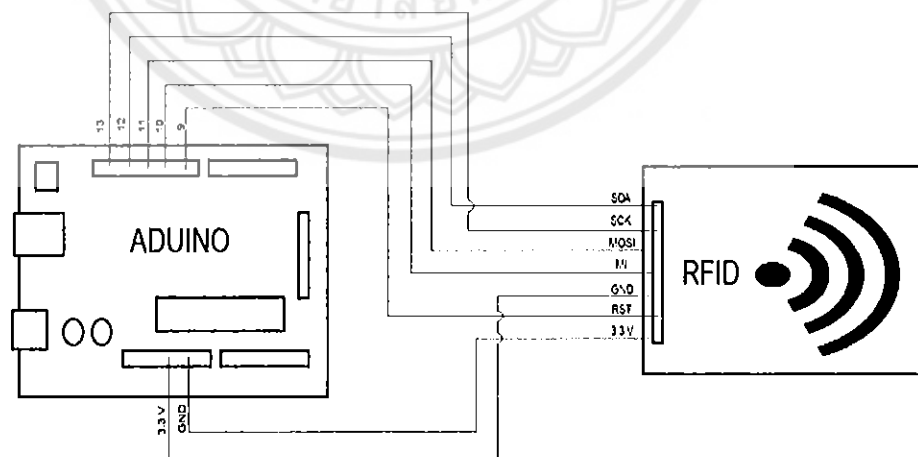
รูปที่ 3.10 ส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องอ่าน RFID

จากรูปข้างบนจะเห็นว่า

- 1) MOSI (Master Out Slave In) นั้นจะเป็นขาส่งข้อมูลออกของตัวแม่
- 2) MISO (Master In Slave out : data output) นั้นเป็นขาที่รับข้อมูลอินพุต ที่ส่งมาจากลูก
- 3) SCK (Serial Clock : clock input) นั้นเป็นตัวนาฬิกาคอยให้จังหวะการส่งข้อมูล
- 4) RST (RESET) นั้น คือตัวที่เริ่มให้มีการเขียน โปรแกรมลงชิพ
- 5) SDA (Serial Data) คือสายสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูล

จากข้อมูลข้างต้น เพื่อให้วงจรอ่านค่า RFID Tag ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องออกแบบโดยใช้เครื่องอ่าน RFID ที่มีการเชื่อมต่อกับ Aduino ดังต่อไปนี้

- 1) SDA – 10 เป็นการต่อขา SDA ของเครื่องอ่าน RFID เข้ากับขา 10 Arduino
- 2) SCK – 13 เป็นการต่อขา SCK ของเครื่องอ่าน RFID เข้ากับขา 13 Arduino
- 3) MOSI – 11 การต่อขา MOSI ของเครื่องอ่าน RFID เข้ากับขา 11 Arduino
- 4) MISO – 12 การต่อขา MISO ของเครื่องอ่าน RFID เข้ากับขา 12 Arduino
- 5) IRQ - ไม่ต่อ ที่ขา IRQ ของเครื่องอ่าน RFID ไม่มีการต่อ
- 6) GND – GND ต่อขาสำหรับ GND ของเครื่องอ่าน RFID กับ Aduino เข้าด้วยกัน
- 7) RST – 9 เป็นการต่อขา SCK ของเครื่องอ่าน RFID เข้ากับขา 9 Arduino
- 8) 3.3V – 3.3V ต่อขาสำหรับไฟเลี้ยงเครื่องอ่าน RFID กับ Arduino เข้าด้วยกัน



รูปที่ 3.11 แผนภาพวงจรภายในการทำงาน RFID Module ร่วมกับ Arduino

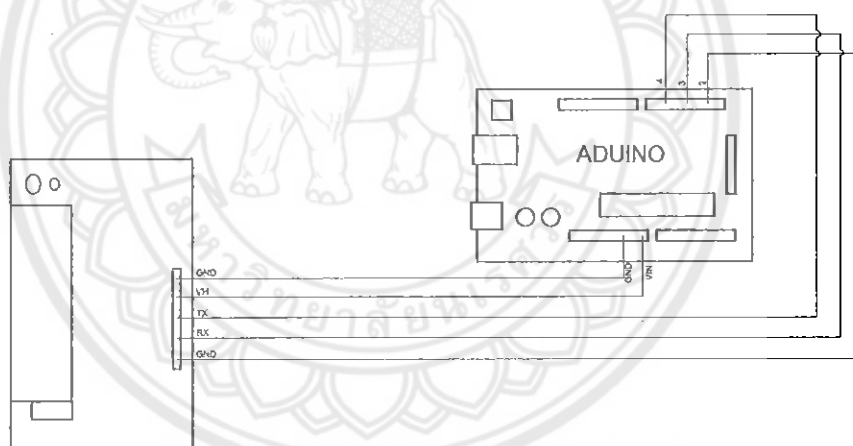
3.3.2 วงจรสั่งพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วย

การสั่งให้เครื่องพิมพ์ความร้อน ทำการพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วยนั้น จะต้องได้รับคำสั่งจาก Arduino เพื่อทำงานได้อย่างถูกต้องตาม โปรแกรมที่เขียนขึ้น จึงต้องมีการเชื่อมต่อชุดอุปกรณ์ ระหว่างเครื่องพิมพ์ความร้อนกับ Arduino จึงทำให้การทำงานสอดคล้องกันได้ ซึ่งการเชื่อมต่อ อุปกรณ์ต่างๆสามารถทำได้ ดังนี้

- 1) GND – GND เชื่อมต่อขากราวด์ของเครื่องพิมพ์ความร้อน กับ Arduino เข้าด้วยกัน
- 2) VH – VIN ต่อขาไฟเลี้ยงของเครื่องพิมพ์ความร้อนเข้ากับไฟเลี้ยงของ Arduino

เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจร

- 3) RX – 3 ต่อขารับข้อมูล RX สำหรับเครื่องพิมพ์ความร้อนเข้ากับเอาต์พุต ที่ขา 3 ของ Arduino
- 4) TX – 2 ต่อขาส่งข้อมูล TX สำหรับเครื่องพิมพ์ความร้อนเข้ากับเอาต์พุต ที่ขา 2 ของ Arduino



รูปที่ 3.12 แผนภาพวงจรภายในการทำงานเครื่องพิมพ์ความร้อนร่วมกับ Arduino

3.3.3 วงจรแสดงผลผ่านทางตัวแสดงผล 7 ส่วน

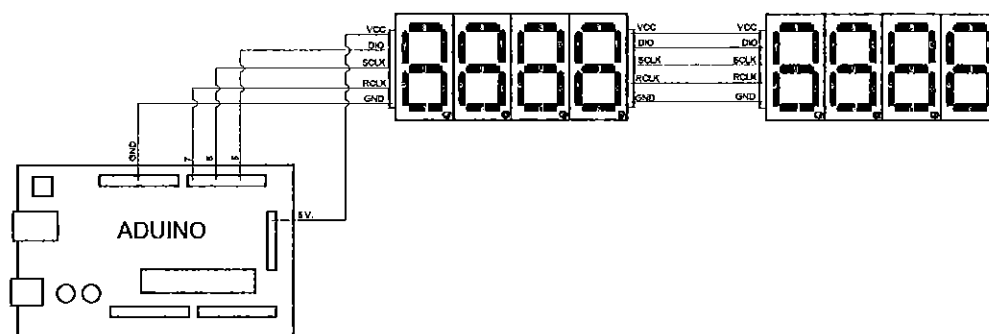
การแสดงผลลำดับผู้ป่วยและห้องตรวจที่ต้องใช้บริการผ่านทางตัวแสดงผล 7 ส่วนนั้น เป็นการรับข้อมูลจากส่วนประมวลผลเพื่อนำมาแสดงผ่านทางหน้าจอ จึงจำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสารระหว่างตัวแสดงผล 7 ส่วนกับ Arduino ให้ทำงานตามคำสั่งของส่วนประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้ต้องใช้วงจรแสดงผลผ่านทางตัวแสดงผล 7 ส่วน โดยโมดูลแสดงตัวเลขดิจิทัล 4 หลัก โมดูลแสดงตัวเลขเป็นแบบตัวแสดงผล 7 ส่วน ใช้แสดงเลขแบบทศ 4 หลัก ใช้ไฟได้ระหว่างช่วง 3.3-5 โวลต์ เหมาะกับแสดงผลตัวเลขที่เห็นสว่างได้อย่างชัดเจน ใช้ IC เบอร์ 74HC595 เป็นตัวช่วยการทำงานของตัวแสดงผล 7 ส่วน

โมดูลแสดงเลขดิจิทัล 4 หลัก แสดงเลขตัวแสดงผล 7 ส่วน แบบดิจิทัล 4 หลักนี้ มีขั้วอยู่ 5 เส้น ประกอบด้วย

- 1) ขั้วไฟบวก 3.3-5 โวลต์
- 2) ขั้วกราวด์
- 3) ขั้วสัญญาณ SCLK สำหรับให้สัญญาณนาฬิกา
- 4) ขั้วสัญญาณ RCLK สำหรับแลตสัญญาณข้อมูล
- 5) ขั้วสัญญาณ DIO สำหรับส่งข้อมูลที่จะแสดงผล

การทำงานร่วมกันของตัวแสดงผล 7 ส่วนกับ Arduino จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อที่ถูกต้อง โดยให้การเชื่อมต่อเพื่อใช้งานกับ Arduino ดังต่อไปนี้

- 1) VCC - 5V เชื่อมต่อขาไฟเลี้ยงของตัวแสดงผล 7 ส่วนเข้ากับขาไฟเลี้ยงของ Arduino เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงในวงจร
- 2) SCLK - 5 ต่อขารับข้อมูล SCLK สำหรับตัวแสดงผล 7 ส่วน เข้ากับเอาต์พุต ที่ขา 3 ของ Arduino
- 3) RCLK - 6 ต่อขารับข้อมูล RCLK สำหรับตัวแสดงผล 7 ส่วน เข้ากับเอาต์พุตที่ขา 3 ของ Arduino
- 4) DIO - 7 ต่อขารับข้อมูล DIO สำหรับตัวแสดงผล 7 ส่วน เข้ากับเอาต์พุตที่ขา 3 ของ Arduino
- 5) GND - GND เชื่อมต่อขากราวด์ ของตัวแสดงผล 7 ส่วน กับ Arduino เข้าด้วยกัน

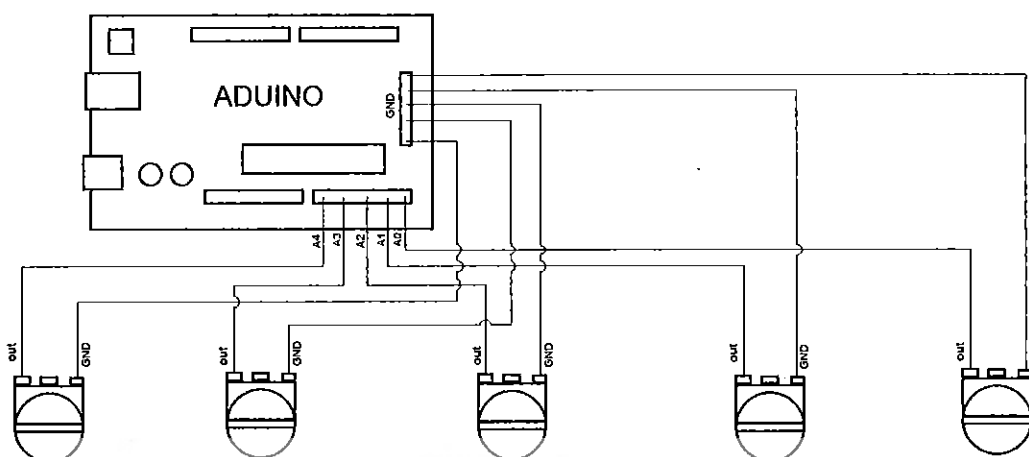


รูปที่ 3.13 แผนภาพวงจรภายในการทำงานตัวแสดงผล 7 ส่วนร่วมกับ Arduino

3.3.4 วงจรสวิตช์ควบคุมการจัดลำดับผู้ป่วย

การส่งควบคุมการจัดลำดับผู้ป่วยนั้นจำเป็นต้องใช้วงจรสวิตช์ปุ่มกดควบคุมการจัดลำดับผู้ป่วย โดยใช้การกดสวิตช์ปุ่มกดเพื่อกำหนดการเรียกลำดับผู้ป่วย ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลไปยังส่วนประมวลผล ทั้งนี้สวิตช์ปุ่มกดกับ Arduino จำเป็นต้องมีการทำงานที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้การทำงานของวงจรสวิตช์ควบคุมการจัดลำดับผู้ป่วยใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพต้องมีการต่อการทำงานที่ถูกต้อง ตามการต่อวงจรต่อไปนี้

- | | |
|----------------------|--|
| 1) ตัวที่ 1 OUT – A0 | } เป็นการต่อขาเอาต์พุตของสวิตช์ปุ่มกดแต่ละตัว เข้ากับอินพุต A0, A1, A2, A3 และ A4 ของ Arduino ตามลำดับ |
| 2) ตัวที่ 2 OUT – A1 | |
| 3) ตัวที่ 3 OUT – A2 | |
| 4) ตัวที่ 4 OUT – A3 | |
| 5) ตัวที่ 5 OUT – A4 | |
| 6) GND – GND | ต่อขาราวนำของ สวิตช์ปุ่มกดกับ Arduino เข้าด้วยกัน |

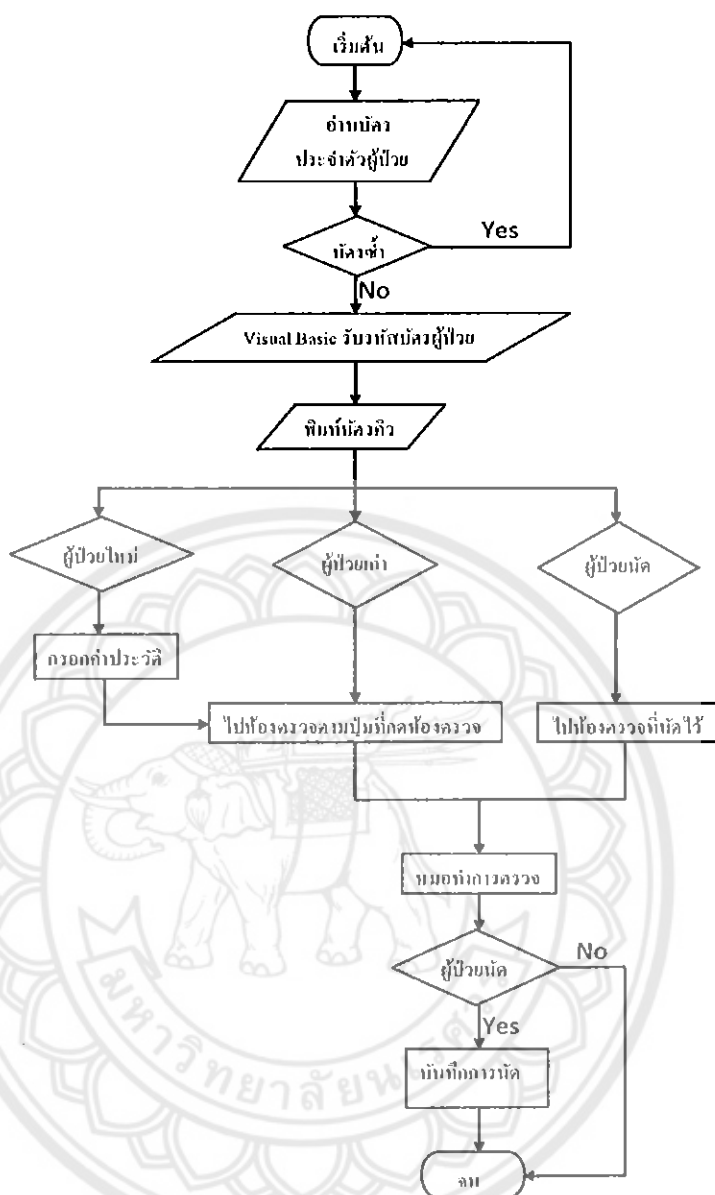


รูปที่ 3.14 แผนภาพวงจรภายในการทำงานของสวิตช์ปั๊มกรดร่วมกับ Arduino

3.4 ส่วนประมวลผลของชุดจำลองการจัดลำดับ

การทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยขึ้นอยู่กับการประมวลผลของ Arduino Uno R3 แบบ SMD ทั้งในส่วนของการอ่านค่า RFID Tag การควบคุมการสั่งพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วยและการส่งข้อมูลการเรียกผู้ป่วยเข้าใช้บริการห้องตรวจ รวมทั้งการแสดงผลทางตัวแสดงผล 7 ส่วนเพื่อแสดงลำดับและห้องตรวจของผู้ป่วยขึ้นอยู่กับการควบคุมด้วยสวิตช์ปั๊มกรด

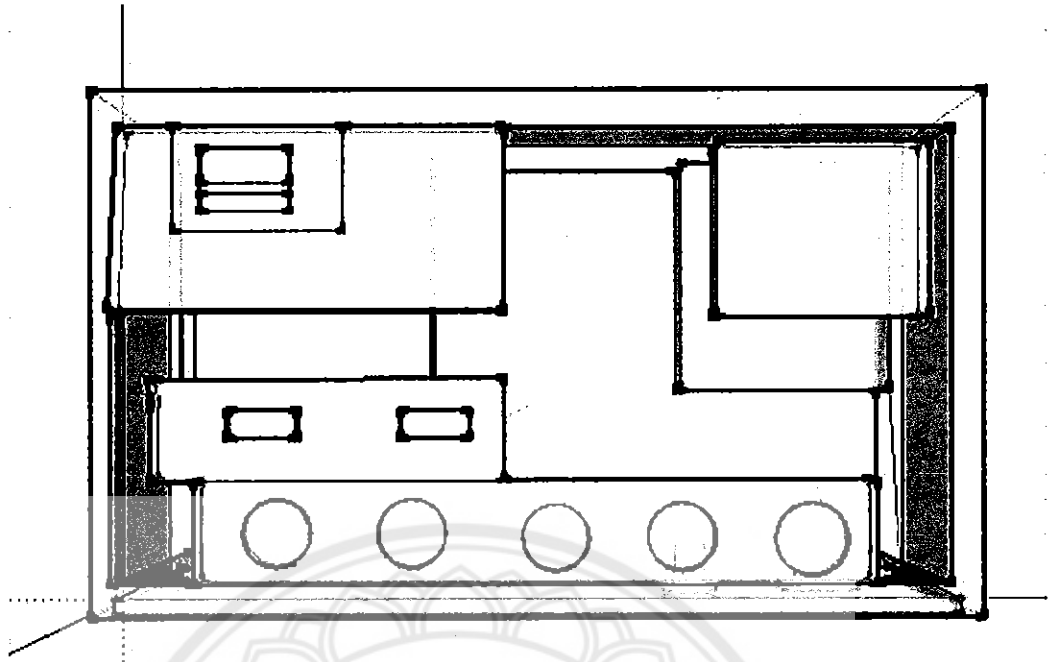
รหัสต้นฉบับ (Source Code) ของโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยถูกเขียนขึ้นโดยใช้ภาษา C++ ขั้นตอนของการประมวลผลสามารถแสดงโดยสังเขป ดังผังงานในแสดงดังรูปที่ 3.15 กล่าวคือเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยจะเริ่มทำงานก็ต่อเมื่อทำการเปิดโปรแกรมและกดปุ่มเริ่มทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยจะทำการนับและสั่งพิมพ์ลำดับผู้ป่วยผ่านเครื่องพิมพ์ อีกทั้งยังแสดงประวัติข้อมูลผู้ป่วยผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์พร้อมแก้ไขหรือกรอกข้อมูลใหม่หากรหัสบัตรเป็นการใช้งานครั้งแรก จากนั้นเมื่อมีการกดปุ่มเรียกลำดับผู้ป่วยเครื่องจะทำการเรียกลำดับและห้องผ่านทางลำโพง พร้อมแสดงผลทางตัวแสดงผล 7 ส่วนและหน้าจอคอมพิวเตอร์ หากกดปุ่มเรียกซ้ำถ้าทำการเรียกลำดับล่าสุดอีกครั้งหนึ่งในกรณีผู้ป่วยนัดจำทำการเรียกลำดับไปยังห้องตรวจที่ได้ระบุไว้ก็ต่อเมื่อกดปุ่มเรียกลำดับผู้ป่วยห้องใดๆก็ตาม ยกเว้นปุ่มเรียกซ้ำ เพื่อหลีกเลี่ยงการเข้าตรวจผิดห้องของผู้ป่วย นอกจากนี้การเรียกลำดับยังสามารถควบคุมจากคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วยตามที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 3.1



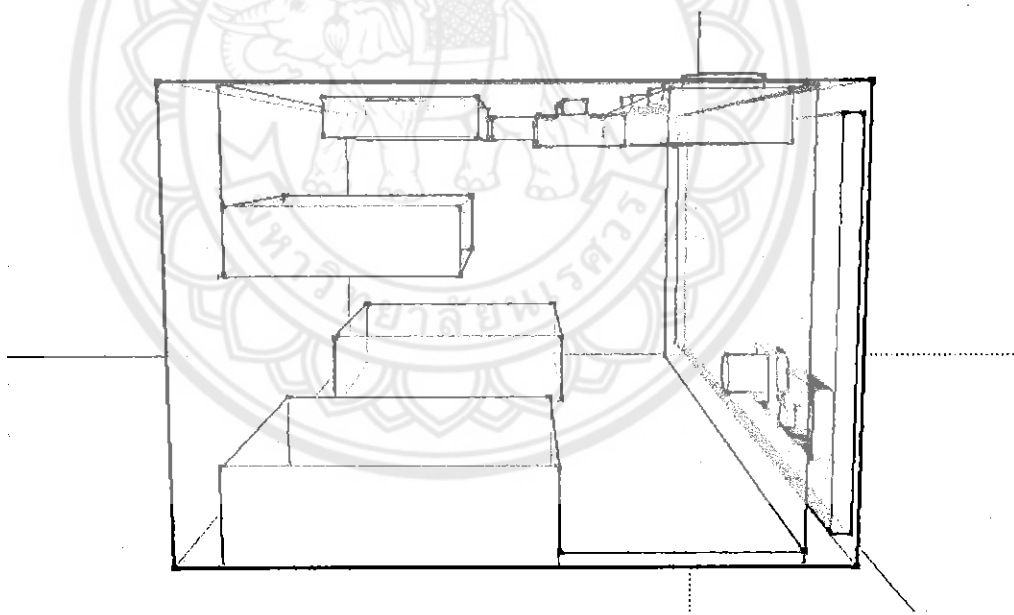
รูปที่ 3.15 แผนผังงานขั้นตอนการทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับ

3.5 การออกแบบโครงสร้างของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย

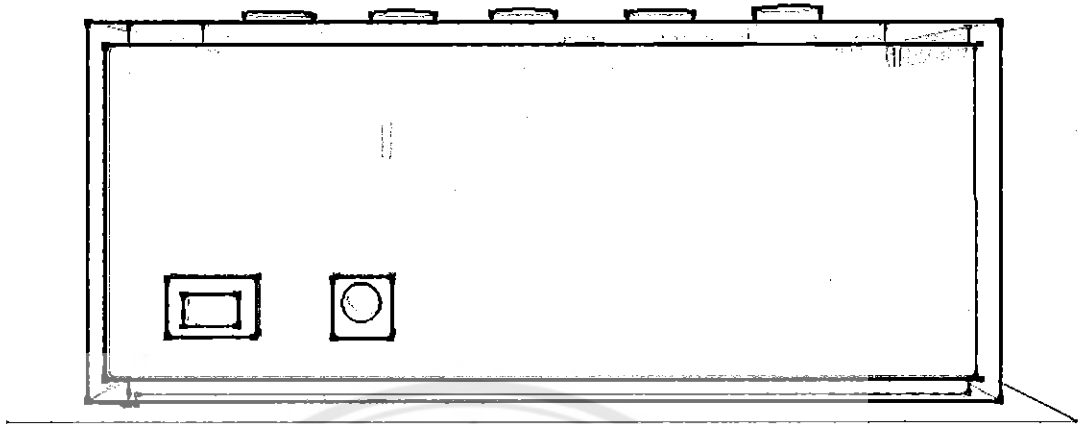
โครงสร้างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาลนั้นได้ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว โดยมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ที่มีขนาด 21×17×8.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภายในประกอบด้วยเครื่องพิมพ์ความร้อน, Arduino, เครื่องอ่าน RFID และตัวแสดงผล 7 ส่วน ทั้งนี้ได้ประกอบรวมกันเป็นชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย



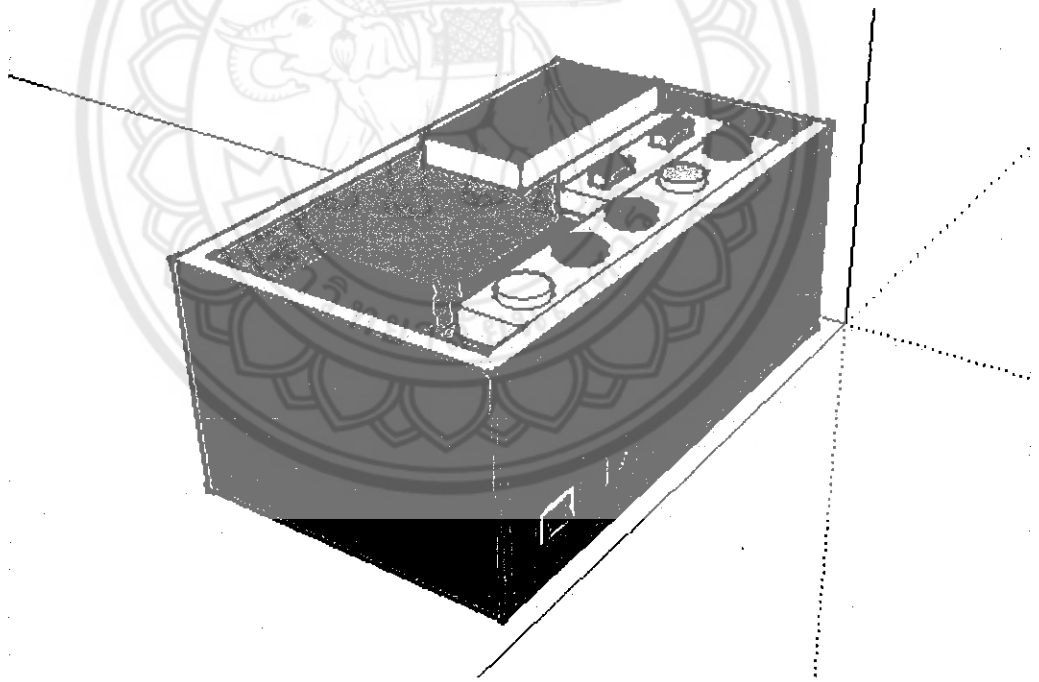
รูปที่ 3.16 โครงร่างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย (มุมมองด้านบน)



รูปที่ 3.17 โครงร่างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย (มุมมองด้านข้าง)



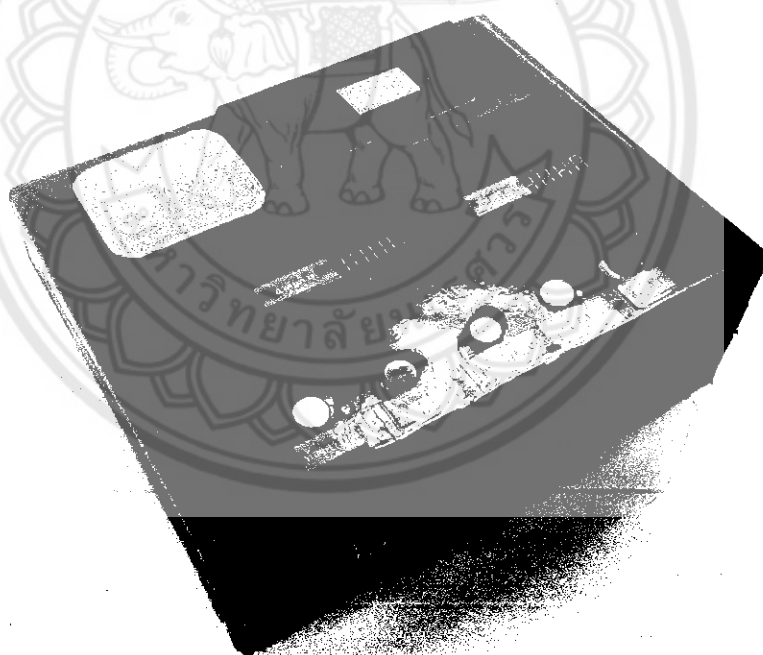
รูปที่ 3.18 โครงร่างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย (มุมมองด้านหน้า)



รูปที่ 3.19 โครงสร้างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วย



รูปที่ 3.20 โครงสร้างวงจรภายใน



รูปที่ 3.21 โครงสร้างชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาล

บทที่ 4

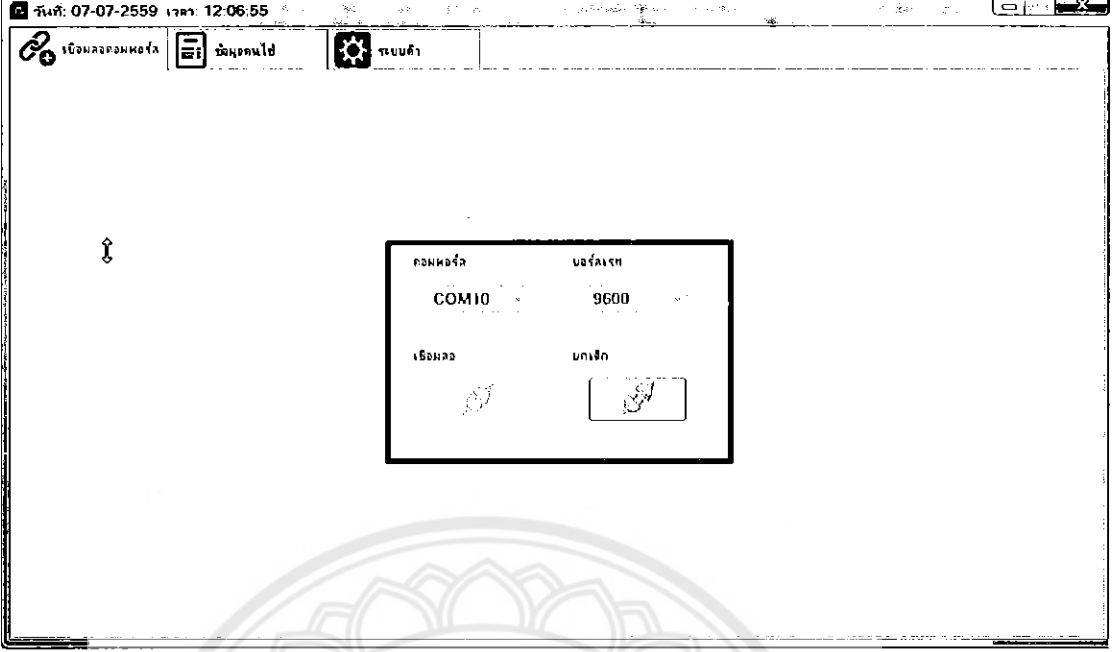
ผลการทดสอบ

ในบทนี้จะเป็นการดำเนินการและการปฏิบัติการจากบทที่ 3 ที่ได้สร้างขึ้นมาทดสอบหาผลการทดสอบว่าทำงานได้จริงตรงกับที่คาดหวังไว้หรือไม่ จากการสำรวจการทำงานภายในโรงพยาบาลพบว่า แผนกผู้ป่วยโรคทั่วไป แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ผู้ป่วยใหม่ ผู้ป่วยเก่า และผู้ป่วยนัด ในกระบวนการเข้ารับการตรวจจะใช้การจับบัตรในการตรวจจึงเกิดปัญหาบัตรผู้ป่วยไม่เพียงพอ โดยมีเจ้าหน้าที่เป็นผู้จัดลำดับและเรียกลำดับในการเข้าใช้บริการห้องต่างๆ อีกทั้งยังไม่สามารถแสดงผลหน้าจอสำหรับผู้มีปัญหาด้านการรับฟัง เพื่อตอบสนองการทำงานของโรงพยาบาล จึงมีการดำเนินการและปฏิบัติการจะแบ่งการทดสอบออกเป็นกรณีต่างๆ ดังนี้

- 1) กรณีการเชื่อมต่อการใช้งาน
- 2) กรณีการจัดลำดับ
- 3) กรณีการเรียกลำดับผู้ป่วย
- 4) กรณีค้นหาข้อมูลผู้ป่วย
- 5) กรณีผู้ป่วยใหม่
- 6) กรณีผู้ป่วยที่มีประวัติ
- 7) กรณีผู้ป่วยนัด

4.1 กรณีการเชื่อมต่อการใช้งาน

จากการออกแบบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ในบทที่ 3 ในส่วนนี้จะแสดงถึงผลการทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ ในการที่จะรับส่งข้อมูลได้นั้นจำเป็นต้องทำการเลือกพอร์ต Arduino ให้ตรงกับคอมพิวเตอร์ในโปรแกรม Visual Basic ในที่นี่ใช้คอมพิวเตอร์ 10 ในการเชื่อมต่อ และในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Arduino กับ โปรแกรม Visual Basic ต้องกำหนดอัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลในส่วนนี้ใช้อัตราเร็วในการสื่อสารข้อมูลเท่ากับ 9600 เพราะเป็นอัตราเร็วที่ปกติสามารถสื่อสารข้อมูลไม่เร็วไม่ช้าเกินไป เมื่อไม่ใช้อัตราเร็ว 9600 จะมีผลต่ออุปกรณ์ เช่น ตัวแสดงผล 7 ส่วน จะแสดงผลตัวเลขไม่นิ่ง ผลการทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูป 4.1



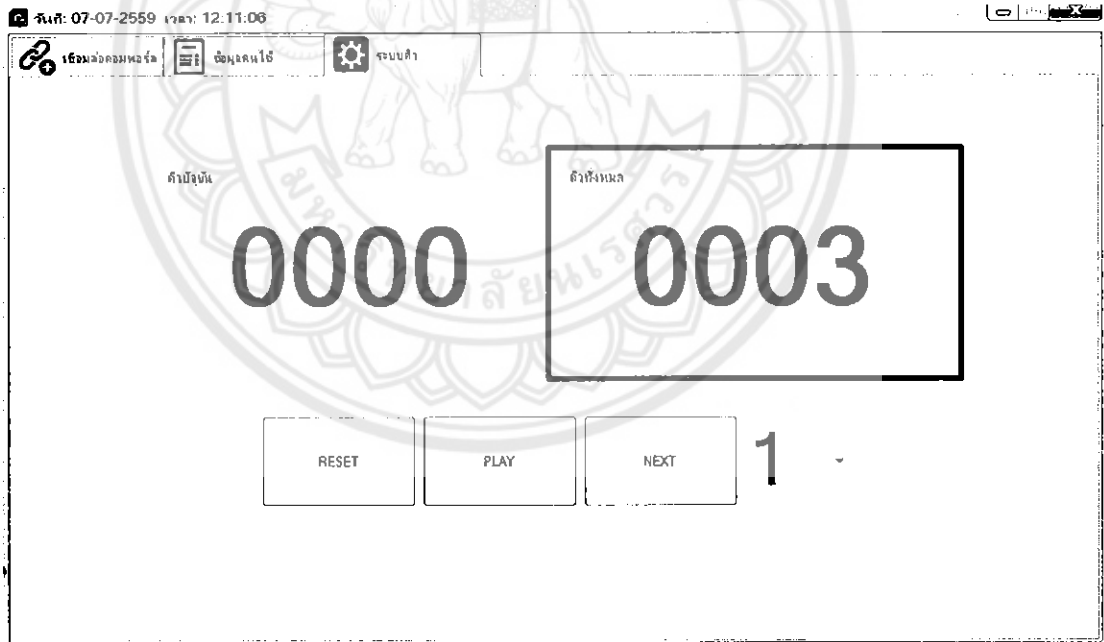
รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านคอมพอร์ต

4.2 กรณีการจัดลำดับ

Arduino มีคุณสมบัติทำการติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอก ภายใต้การทำงานของแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ ในส่วนนี้จะแสดงผลการทดสอบของ Arduino ติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกนั่นก็คือ เครื่องอ่าน RFID โดยผ่านโปรแกรม Arduino uno ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการสื่อสารข้อมูลและมีการส่งข้อมูลเป็นเลขฐาน 16 เมื่อแตะบัตร RFID Tag ที่ตัวเครื่องอ่าน RFID โปรแกรมที่ใช้ควบคุมการสื่อสารข้อมูลนี้จะทำการรับค่ารหัสบัตร ส่งค่าข้อมูลไปยังเครื่องพิมพ์เพื่อทำการพิมพ์บัตรลำดับผู้ป่วยตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 4.2 ก่อนหลังพร้อมทั้งส่งค่าข้อมูลไปยังโปรแกรม Visual Basic โดยโปรแกรมทำการนับรหัสบัตรขึ้นเรื่อยๆตามจำนวนครั้งที่แตะบัตร ในผลการทดสอบนี้เมื่อทำการแตะบัตรใบเดิมซ้ำครั้งต่อไป เครื่องจะไม่อ่านข้อมูลของบัตรนั้น เพื่อเป็นการป้องกันการอ่านบัตรประจำตัวผู้ป่วยซ้ำ โดยผลการทดสอบได้แสดง 4.3



รูปที่ 4.2 แสดงการจัดลำดับด้วยการพิมพ์



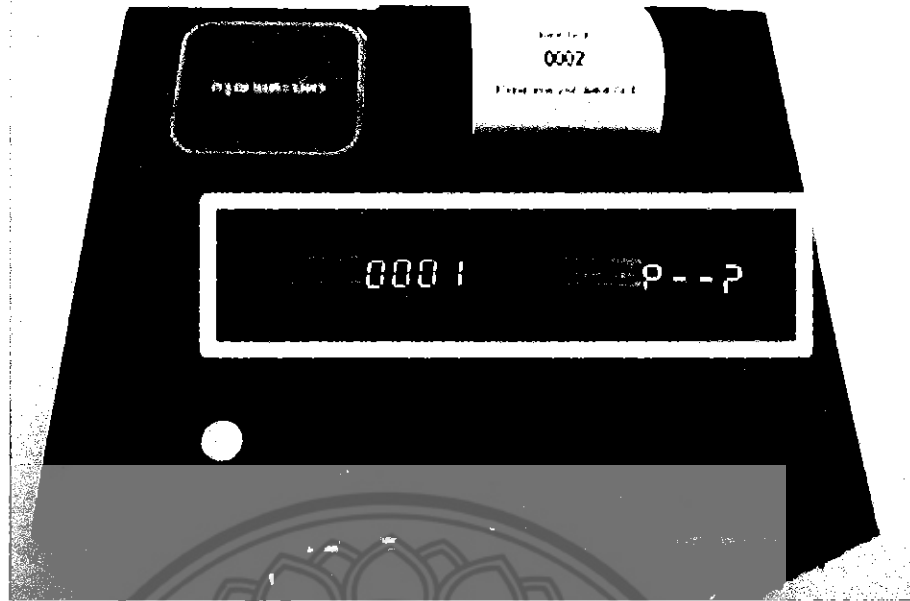
รูปที่ 4.3 แสดงการจัดลำดับผ่านทางหน้าจอ

4.3 กรณีการเรียกลำดับผู้ป่วย

จากการออกแบบลำดับผู้ป่วยในบทที่ 3 ในส่วนนี้จะแสดงถึงผลการทดสอบการจัดลำดับผู้ป่วยที่เชื่อมต่อกับรหัสของบัตร RFID Tag โดยมีโปรแกรม Visual Basic เป็นคำสั่งควบคุมการสื่อสารข้อมูล โดยมีช่องการแสดงผลข้อมูลอยู่ 3 ช่อง ได้แก่ ช่องคิวปัจจุบัน, ช่องคิวทั้งหมด และช่องลำดับห้อง โดยช่องแสดงผลข้อมูลคิวปัจจุบันจะทำการแสดงคิวที่เรียกครั้งล่าสุด และช่องแสดงผลทั้งหมดจะทำการแสดงคิวทั้งหมดจากการแตะบัตร มีจำนวนเท่ากับจำนวนครั้งในการแตะบัตร RFID Tag เมื่อดำเนินการกดปุ่มเรียกลำดับผู้ป่วยทั้ง 4 ปุ่มตามลำดับจะถูกส่งไปยังหน้าห้องตรวจตามลำดับ กด รวมทั้งช่องแสดงผลลำดับห้อง จะทำการแสดงลำดับห้องที่เรียกล่าสุด ผลการทดสอบการออกแบบลำดับผู้ป่วย แสดงดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5



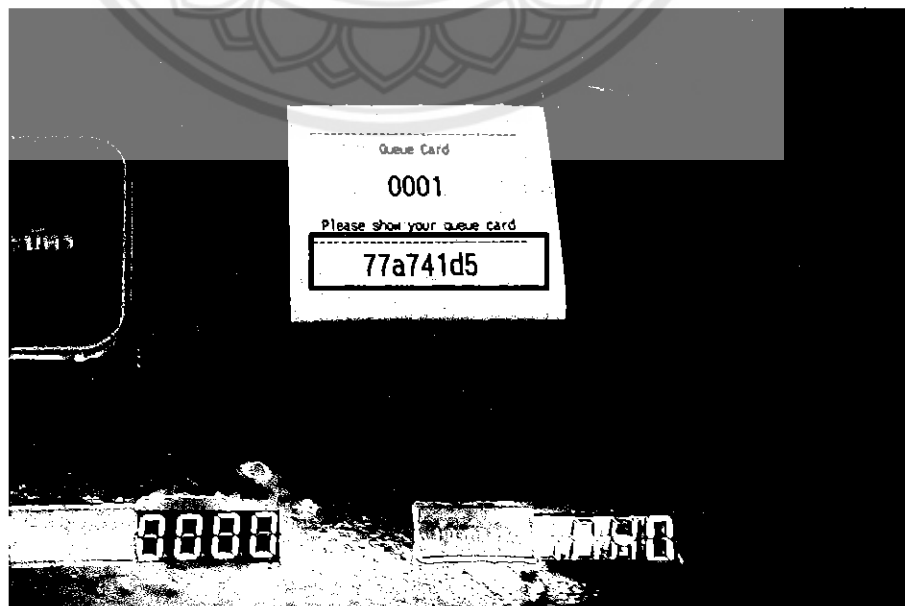
รูปที่ 4.4 การเรียกลำดับผู้ป่วย



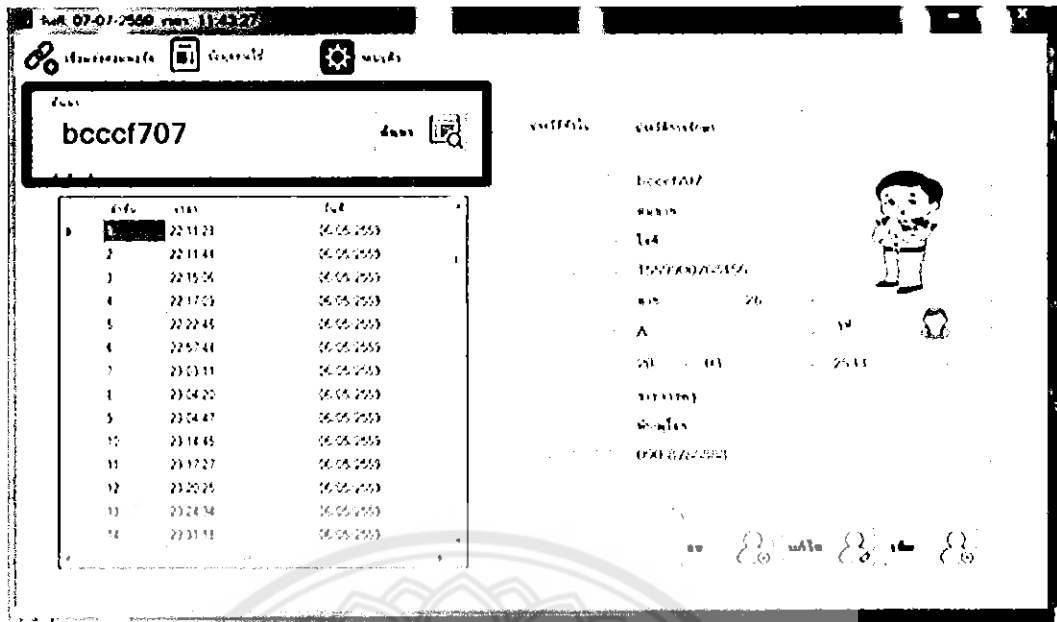
รูปที่ 4.5 แสดงการเรียกลำดับผู้ป่วยด้วยส่วนแสดงผล 7 ส่วน

4.4 กรณีค้นหาข้อมูลผู้ป่วย

การเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลประวัติข้อมูลผู้ป่วยและประวัติการรักษามีความจำเป็นต่อการวินิจฉัยในการตรวจ การค้นหาประวัติข้อมูลผู้ป่วยจึงต้องสามารถค้นหาได้รวดเร็วและถูกต้อง ชุดจำลองการจัดลำดับจึงได้พัฒนาให้ตอบสนองการใช้งานการค้นหาประวัติข้อมูลผู้ป่วย โดยการนำรหัสประจำตัวที่แสดงในบัตรลำดับผู้ป่วยดังรูปที่ 4.6 พิมพ์ลงในช่องค้นหาที่หน้าต่างประวัติข้อมูลผู้ป่วย ดังรูปที่ 4.7



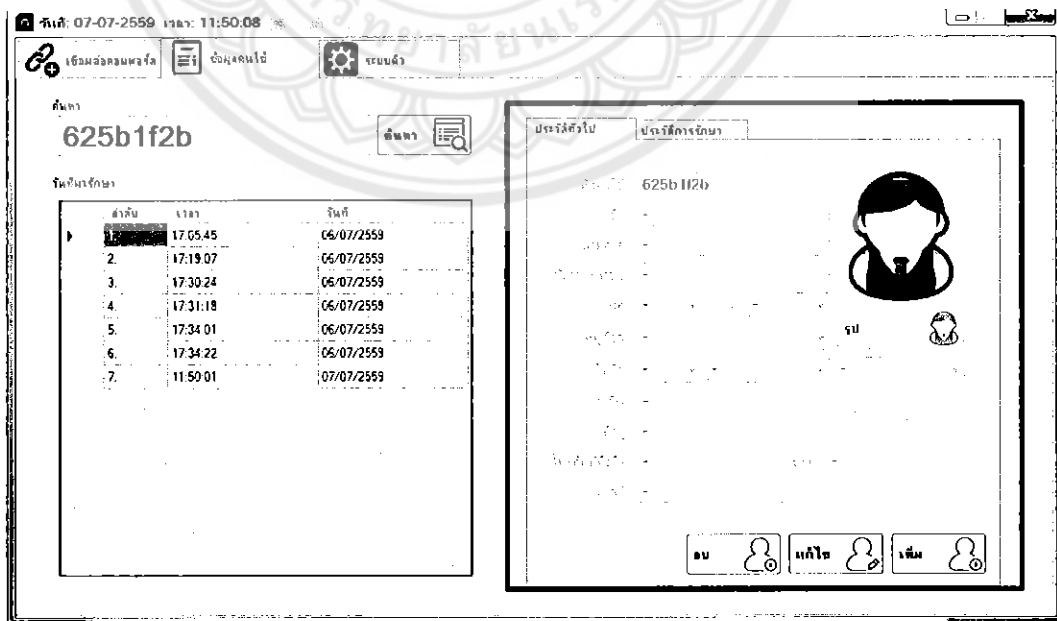
รูปที่ 4.6 รหัสประจำตัวผู้ป่วยที่นำไปใช้ในการค้นหา



รูปที่ 4.7 ช่องการค้นหาประวัติข้อมูลผู้ป่วย

4.5 กรณีผู้ป่วยใหม่

จากการที่ส่งข้อมูล RFID Tag ไปยัง โปรแกรม Visual Basic เพื่อทำการค้นหาข้อมูลรหัสบัตรนั้นๆโดยจะมีช่องแสดงผลข้อมูลของผู้ป่วย กรณีผู้ป่วยใหม่ยังไม่มีบัตรประจำตัวผู้ป่วยจึงต้องทำบัตรประจำตัวผู้ป่วยก่อน ถึงจะทำการเรียกคิวเพื่อไปยังห้องตรวจ ผลการทดสอบผู้ป่วยใหม่แสดงดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ช่องกรอกประวัติสำหรับผู้ป่วยใหม่

วันที่: 07-07-2559 เวลา: 12:01:55

ระบบคอมพิวเตอร์ ข้อมูลผู้ใช้ ระบบตัว

ค้นหา

bcccc707

บันทึกเรียน

ที่เรียน	เวลา	วันที่
1	22 11:28	06/05/2559
2	22 11:44	06/05/2559
3	22 15:06	06/05/2559
4	22 17:09	06/05/2559
5	22 22:46	06/05/2559
6	22 57:44	06/05/2559
7	23 03 11	06/05/2559
8	23 04:20	06/05/2559
9	23 04:47	06/05/2559
10	23 14:45	06/05/2559
11	23 17:27	06/05/2559
12	23 20:25	06/05/2559
13	23 24:34	06/05/2559
14	23 31:18	06/05/2559

ประวัติผู้ใช้

ประวัติการเรียน

ชื่อ	bcccc707	วันที่	07/07/2559
รหัส	คคคคค	เวลา	12.00.20
เลขที่	56		
เลขที่	167		
เลขที่	34		
เลขที่	24		
เลขที่	37		
เลขที่	120		

22 07 2559 3

ไอพีไทย

ลบ แก้ไข เพิ่ม

รูปที่ 4.10 ช่องทางการนัดผู้ป่วยในการตรวจครั้งต่อไป



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงการสามารถสรุปผล และชี้แจงปัญหาในการดำเนินงาน รวมทั้งเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา และให้ข้อเสนอแนะในการนำโครงการไปพัฒนาต่อไปดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

ชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยในโรงพยาบาลขนาดเล็กโดยใช้ RFID สามารถตรวจสอบและระบุตัวตนของผู้ป่วยได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น รวมไปถึงการจัดการลำดับผู้ป่วยและค้นหาข้อมูลผู้ป่วยซึ่งทำได้สะดวก เมื่อนำไปใช้ประโยชน์จะทำให้ลดภาระงานในการตรวจสอบตรวจสอบข้อมูลผู้ป่วยเบื้องต้นได้ ทำให้ผู้ป่วยที่มารับการรักษาได้รับความสะดวกมากขึ้นในการใช้บริการ และให้ความสะดวกกับบุคลากรในโรงพยาบาลขนาดเล็กอีกด้วย

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1) ในบางครั้งขณะใช้งานชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยตัวอ่าน RFID Tag ใช้เวลาอ่านนานเกินไปเนื่องจากระยะเวลาการอ่าน RFID ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน ซึ่งกรณีนี้อาจแก้ไขโดยกำหนดระยะที่ใช้อ่าน RFID Tag หรือเลือกใช้ RFID Reader ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2) เครื่องพิมพ์ลำดับผู้ป่วยไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากเครื่องพิมพ์ด้วยความร้อนต้องการไฟเลี้ยงให้เพียงพอหากเกิดไฟในวงจรไม่เพียงพอเครื่องพิมพ์จะไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ส่งผลให้ผู้ป่วยไม่ได้รับบัตรแสดงลำดับของแต่ละคน ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยเลือกใช้แหล่งจ่ายไฟสำรองให้กับวงจรและเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะต้องตรวจสอบคุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟสำรองให้เหมาะสมกับเครื่องพิมพ์ความร้อนและเพิ่มต้นทุนในการสร้าง

3) เนื่องจากการกำหนดการนัดผู้ป่วยของชุดจำลองผู้ป่วย ในบางครั้งผู้ป่วยที่นัดมีลำดับที่ติดกันหลายคน เมื่อมีการกดสวิตช์ปุ่มกดเรียกผู้ป่วยเข้าใช้บริการห้องตรวจอาจส่งผลให้มีจำนวนผู้ป่วยต้องรอที่หน้าห้องตรวจจำนวนมาก แนวทางการแก้ไขคือออกแบบการควบคุมการเรียกลำดับผู้ป่วยเข้าใช้บริการที่มีประสิทธิภาพครอบคลุมการทำงานการนัดในจำนวนมากๆ ซึ่งเพิ่มความซับซ้อนของชุดวงจรควบคุมและเพิ่มต้นทุนในการสร้าง หรือให้ผู้ใช้งานทำความเข้าใจในการทำงานในรูปแบบการนัดและการใช้งาน

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป

- 1) การเพิ่มรูปแบบการจัดลำดับผู้ป่วยให้สามารถใช้งานในแผนกส่วนต่างๆของโรงพยาบาล เพื่อเพิ่มขอบเขตความสามารถในการใช้งาน
- 2) การเปลี่ยนรูปแบบการทำงานเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับงานชนิดอื่นๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพในระบุดัชนีของ RFID โดยควรคำนึงถึงรูปแบบการทำงานของงานนั้นๆ
- 3) การออกแบบให้รองรับผู้เข้ามาใช้งานให้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยสามารถอ่านค่าบัตรประจำตัวผู้ป่วยหลายๆคนได้ในเวลาเดียวกัน
- 4) การควบคุมการทำงานของชุดจำลองการจัดลำดับผู้ป่วยผ่านระบบไร้สายระยะไกล



เอกสารอ้างอิง

- [1] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. สืบค้นเมื่อ 29 สิงหาคม 2558 จาก <http://www.ee.buu.ac.th>.
- [2] ไชชาญ หินเกิด “เครื่องกลไฟฟ้า 1”, บริษัทประชาชน, กรุงเทพฯ, 2537.
- [3] Arduino UnoBoard “Overview arduinouno R3”, สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2558 จาก <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>.
- [4] <http://www.ps-thai.org>, สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2558.
- [5] Muhammad H. Rashid “Power Electronics Circuits, Devices and Applications”, Pearson Education, Inc., Third Edition, 2004.
- [6] <http://www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit5/unit5.htm>, สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน 2558.
- [7] G. Hille, W. Roth, and H. Schmidt, “Course book for the seminar Photovoltaic Systems”, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, Freiburg, Germany, 1995.
- [8] Grant M. Ehrlich, “Lithium-Ion Batteries”, In: Handbook of Batteries, 3rd ed.: New York: McGraw-Hill, 2002.



SN54HC595, SN74HC595 8-BIT SHIFT REGISTERS WITH 3-STATE OUTPUT REGISTERS

SCLS041G – DECEMBER 1982 – REVISED FEBRUARY 2004

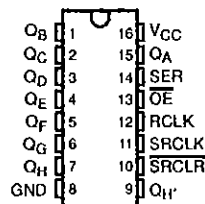
- 8-Bit Serial-In, Parallel-Out Shift
- Wide Operating Voltage Range of 2 V to 6 V
- High-Current 3-State Outputs Can Drive Up To 15 LSTTL Loads
- Low Power Consumption, 80- μ A Max I_{CC}
- Typical $t_{pd} = 13$ ns
- ± 6 -mA Output Drive at 5 V
- Low Input Current of 1 μ A Max
- Shift Register Has Direct Clear

description/ordering information

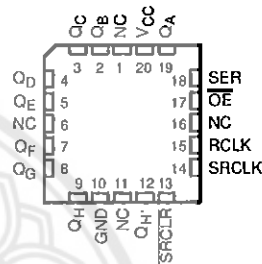
The 'HC595 devices contain an 8-bit serial-in, parallel-out shift register that feeds an 8-bit D-type storage register. The storage register has parallel 3-state outputs. Separate clocks are provided for both the shift and storage register. The shift register has a direct overriding clear (SRCLR) input, serial (SER) input, and serial outputs for cascading. When the output-enable (OE) input is high, the outputs are in the high-impedance state.

Both the shift register clock (SRCLK) and storage register clock (RCLK) are positive-edge triggered. If both clocks are connected together, the shift register always is one clock pulse ahead of the storage register.

SN54HC595 . . . J OR W PACKAGE
SN74HC595 . . . D, DB, DW, N, OR NS PACKAGE
(TOP VIEW)



SN54HC595 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

ORDERING INFORMATION

T_A	PACKAGE†	ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
-40°C to 85°C	PDIP – N	Tube of 25	SN74HC595N
	SOIC – D	Tube of 40	SN74HC595D
		Reel of 2500	SN74HC595DR
		Reel of 250	SN74HC595DT
	SOIC – DW	Tube of 40	SN74HC595DW
		Reel of 2000	SN74HC595DWR
-55°C to 125°C	SOP – NS	Reel of 2000	SN74HC595NSR
	SSOP – DB	Reel of 2000	SN74HC595DBR
	CDIP – J	Tube of 25	SNJ54HC595J
	CFP – W	Tube of 150	SNJ54HC595W
	LCCC – FK	Tube of 55	SNJ54HC595FK

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



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

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



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated. On products compliant to MIL-PRF-38535, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.

SN54HC595, SN74HC595
8-BIT SHIFT REGISTERS
WITH 3-STATE OUTPUT REGISTERS
SCLS041G - DECEMBER 1982 - REVISED FEBRUARY 2004

FUNCTION TABLE

INPUTS					FUNCTION
SER	SRCLK	SACLR	RCLK	OE	
X	X	X	X	H	Outputs Q_A-Q_H are disabled.
X	X	X	X	L	Outputs Q_A-Q_H are enabled.
X	X	L	X	X	Shift register is cleared.
L	↑	H	X	X	First stage of the shift register goes low. Other stages store the data of previous stage, respectively.
H	↑	H	X	X	First stage of the shift register goes high. Other stages store the data of previous stage, respectively.
X	X	X	↑	X	Shift-register data is stored in the storage register.

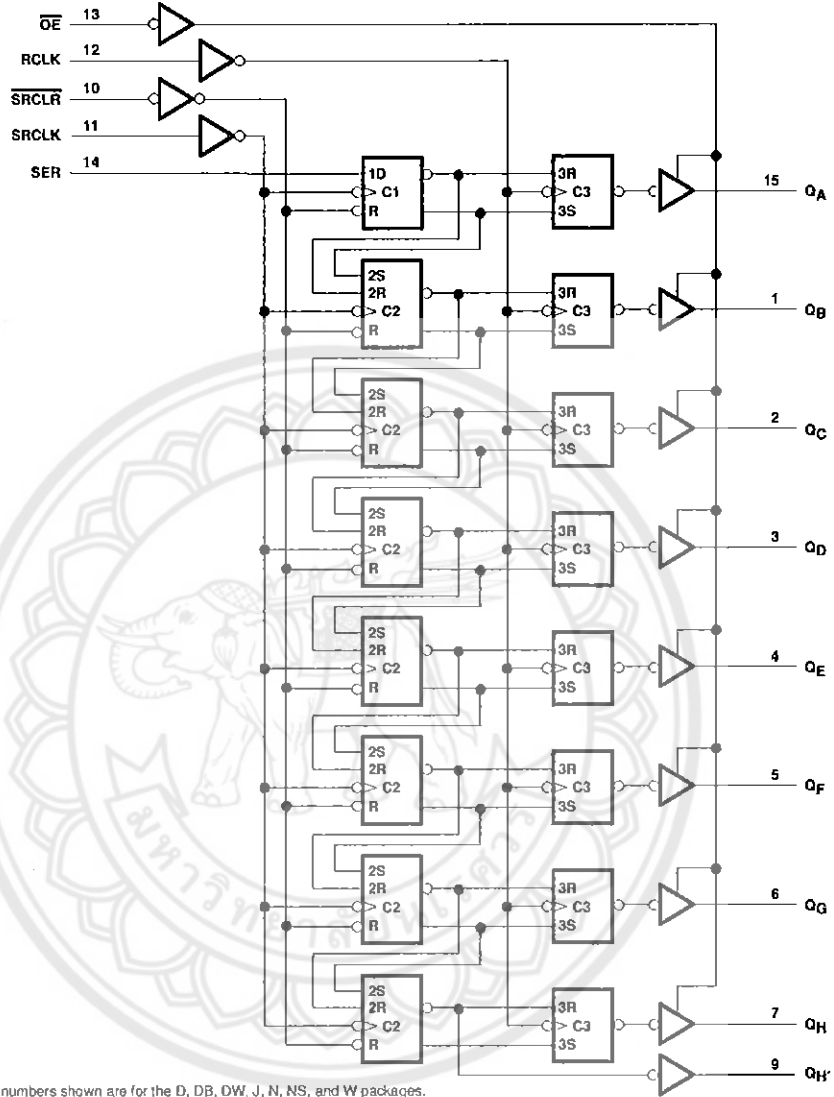


TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

SN54HC595, SN74HC595
8-BIT SHIFT REGISTERS
WITH 3-STATE OUTPUT REGISTERS
SCL9041G - DECEMBER 1982 - REVISED FEBRUARY 2001

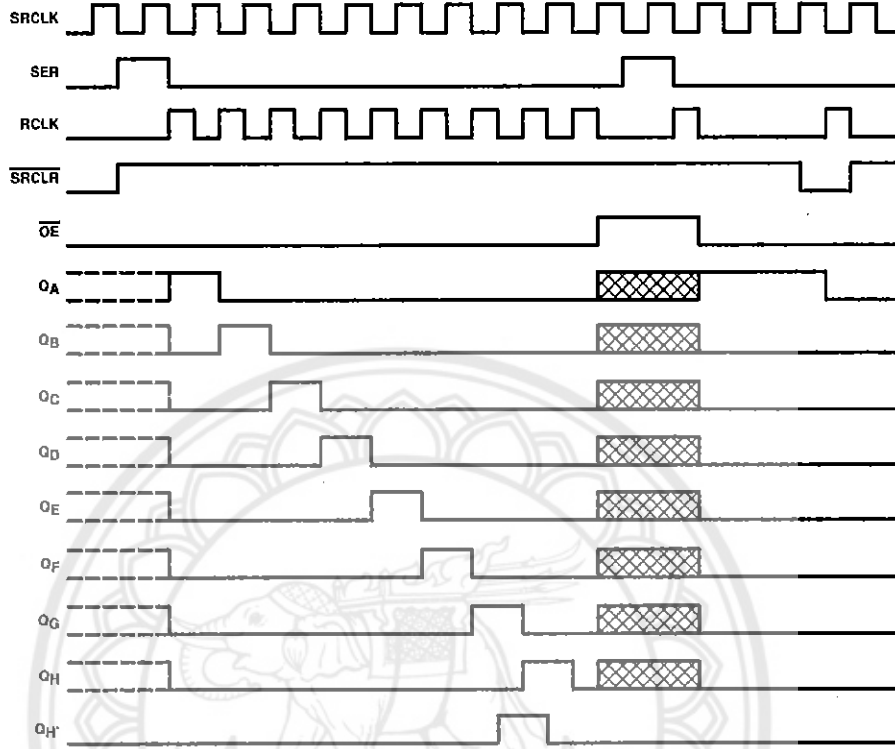
logic diagram (positive logic)




Pin numbers shown are for the D, DB, DW, J, N, NS, and W packages.

SN54HC595, SN74HC595
8-BIT SHIFT REGISTERS
WITH 3-STATE OUTPUT REGISTERS
SCLS041G - DECEMBER 1982 - REVISED FEBRUARY 2004

Timing diagram



NOTE:  implies that the output is in 3-State mode.

SN54HC595, SN74HC595
8-BIT SHIFT REGISTERS
WITH 3-STATE OUTPUT REGISTERS
SCLS041G - DECEMBER 1982 - REVISED FEBRUARY 2004

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

Supply voltage range, V_{CC}	-0.5 V to 7 V
Input clamp current, I_{IK} ($V_I < 0$ or $V_I > V_{CC}$) (see Note 1)	± 20 mA
Output clamp current, I_{OK} ($V_O < 0$ or $V_O > V_{CC}$) (see Note 1)	± 20 mA
Continuous output current, I_O ($V_O = 0$ to V_{CC})	± 35 mA
Continuous current through V_{CC} or GND	± 70 mA
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2):	
D package	73°C/W
DB package	82°C/W
DW package	57°C/W
N package	67°C/W
NS package	64°C/W
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C

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

- NOTES: 1. The input and output voltage ratings may be exceeded if the input and output current ratings are observed.
 2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

recommended operating conditions (see Note 3)

		SN54HC595			SN74HC595			UNIT
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V_{CC}	Supply voltage	2	5	6	2	5	6	V
V_{IH}	High-level input voltage	$V_{CC} = 2$ V	1.5		1.5			V
		$V_{CC} = 4.5$ V	3.15		3.15			
		$V_{CC} = 6$ V	4.2		4.2			
V_{IL}	Low-level input voltage	$V_{CC} = 2$ V		0.5		0.5	V	
		$V_{CC} = 4.5$ V		1.35		1.35		
		$V_{CC} = 6$ V		1.8		1.8		
V_I	Input voltage	0		V_{CC}	0		V_{CC}	V
V_O	Output voltage	0		V_{CC}	0		V_{CC}	V
$\Delta t_{\Delta v} \ddagger$	Input transition rise/fall time	$V_{CC} = 2$ V		1000		1000	ns	
		$V_{CC} = 4.5$ V		500		500		
		$V_{CC} = 6$ V		400		400		
T_A	Operating free-air temperature	-55		125	-40		85	°C

NOTE 3: All unused inputs of the device must be held at V_{CC} or GND to ensure proper device operation. Refer to the TI application report, *Implications of Slow or Floating CMOS Inputs*, literature number SCBA004.

‡ If this device is used in the threshold region (from $V_{IL,max} = 0.5$ V to $V_{IH,min} = 1.5$ V), there is a potential to go into the wrong state from induced grounding, causing double clocking. Operating with the inputs at $t_f = 1000$ ns and $V_{CC} = 2$ V does not damage the device; however, functionally, the CLK inputs are not ensured while in the shift, count, or toggle operating modes.

SN54HC595, SN74HC595
8-BIT SHIFT REGISTERS
WITH 3-STATE OUTPUT REGISTERS
SCLS041G - DECEMBER 1982 - REVISED FEBRUARY 2004

Timing requirements over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

		VCC	TA = 25°C		SN54HC595		SN74HC595		UNIT
			MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
f _{clock}	Clock frequency	2 V		6		4.2		5	MHz
		4.5 V		31		21		25	
		6 V		36		25		29	
t _w	SRCLK or RCLK high or low	2 V	80		120		100		ns
		4.5 V	16		24		20		
		6 V	14		20		17		
	SRCLR low	2 V	80		120		100		
		4.5 V	16		24		20		
		6 V	14		20		17		
t _{su}	SER before SRCLK†	2 V	100		150		125		ns
		4.5 V	20		30		25		
		6 V	17		25		21		
	SRCLK† before RCLK†	2 V	75		113		94		
		4.5 V	15		23		19		
		6 V	13		19		16		
	SRCLR low before RCLK†	2 V	50		75		65		
		4.5 V	10		15		13		
		6 V	9		13		11		
	SRCLR high (inactive) before SRCLK†	2 V	50		75		60		
		4.5 V	10		15		12		
		6 V	9		13		11		
t _h	Hold time, SER after SRCLK†	2 V	0		0		0		ns
		4.5 V	0		0		0		
		6 V	0		0		0		

† This setup time allows the storage register to receive stable data from the shift register. The clocks can be tied together, in which case the shift register is one clock pulse ahead of the storage register.

SN54HC595, SN74HC595
8-BIT SHIFT REGISTERS
WITH 3-STATE OUTPUT REGISTERS
 SCLS941G - DECEMBER 1982 - REVISED FEBRUARY 2004

switching characteristics over recommended operating free-air temperature range, $C_L = 50$ pF
 (unless otherwise noted) (see Figure 1)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	V _{CC}	T _A = 25°C			SN54HC595		SN74HC595		UNIT
				MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
f _{max}			2 V	6	26		4.2		5	MHz	
			4.5 V	31	38		21		25		
			6 V	36	42		25		29		
t _{pd}	SRCLK	Q _H	2 V		50	160		240		200	ns
			4.5 V		17	32		48		40	
			6 V		14	27		41		34	
	RCLK	Q _A -Q _H	2 V		50	150		225		187	
			4.5 V		17	30		45		37	
			6 V		14	26		38		32	
t _{PHL}	SRCLR	Q _H	2 V		51	175		261		219	ns
			4.5 V		18	35		52		44	
			6 V		15	30		44		37	
t _{en}	OE	Q _A -Q _H	2 V		40	150		225		187	ns
			4.5 V		15	30		45		37	
			6 V		13	26		38		32	
t _{dis}	OE	Q _A -Q _H	2 V		42	200		300		250	ns
			4.5 V		23	40		60		50	
			6 V		20	34		51		43	
t _t		Q _A -Q _H	2 V		28	60		90		75	ns
			4.5 V		8	12		18		15	
			6 V		6	10		15		13	
		Q _H	2 V		28	75		110		95	
			4.5 V		8	15		22		19	
			6 V		6	13		19		16	

switching characteristics over recommended operating free-air temperature range, $C_L = 150$ pF
 (unless otherwise noted) (see Figure 1)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	V _{CC}	T _A = 25°C			SN54HC595		SN74HC595		UNIT
				MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
t _{pd}	RCLK	Q _A -Q _H	2 V		60	200		300		250	ns
			4.5 V		22	40		60		50	
			6 V		19	34		51		43	
t _{en}	OE	Q _A -Q _H	2 V		70	200		298		250	ns
			4.5 V		23	40		60		50	
			6 V		19	34		51		43	
t _t		Q _A -Q _H	2 V		45	210		315		265	ns
			4.5 V		17	42		63		53	
			6 V		13	36		53		45	

operating characteristics, T_A = 25°C

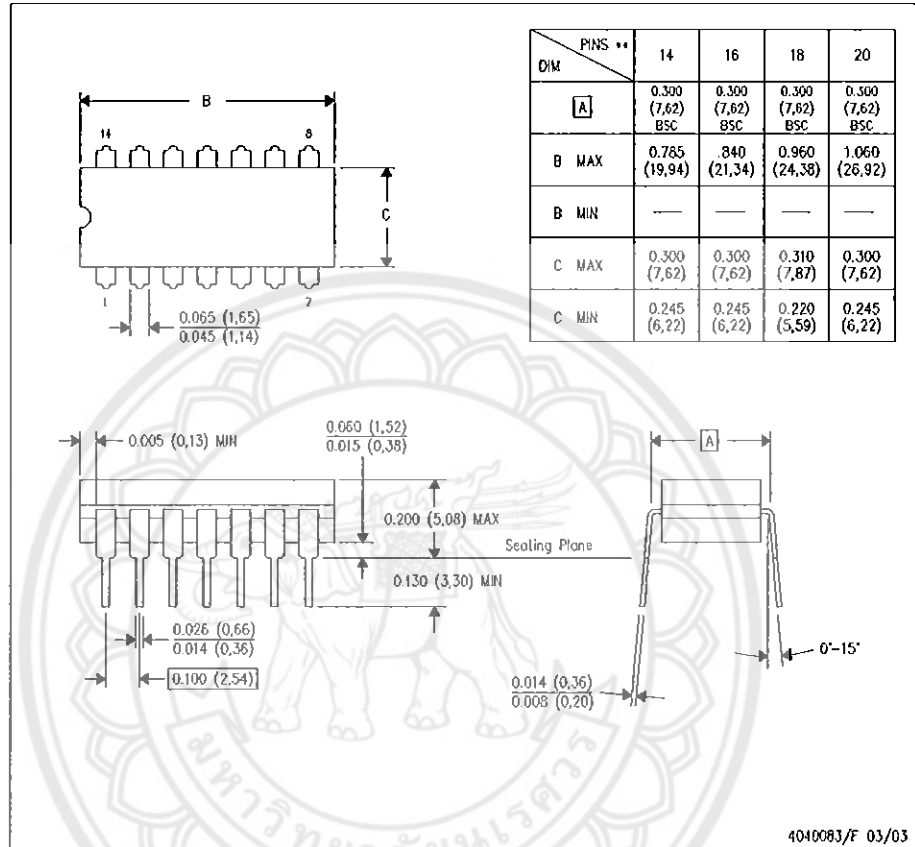
PARAMETER	TEST CONDITIONS	TYP	UNIT
C _{pd} Power dissipation capacitance	No load	400	pF



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

J (R-GDIP-T**)
14 LEADS SHOWN

CERAMIC DUAL IN-LINE PACKAGE



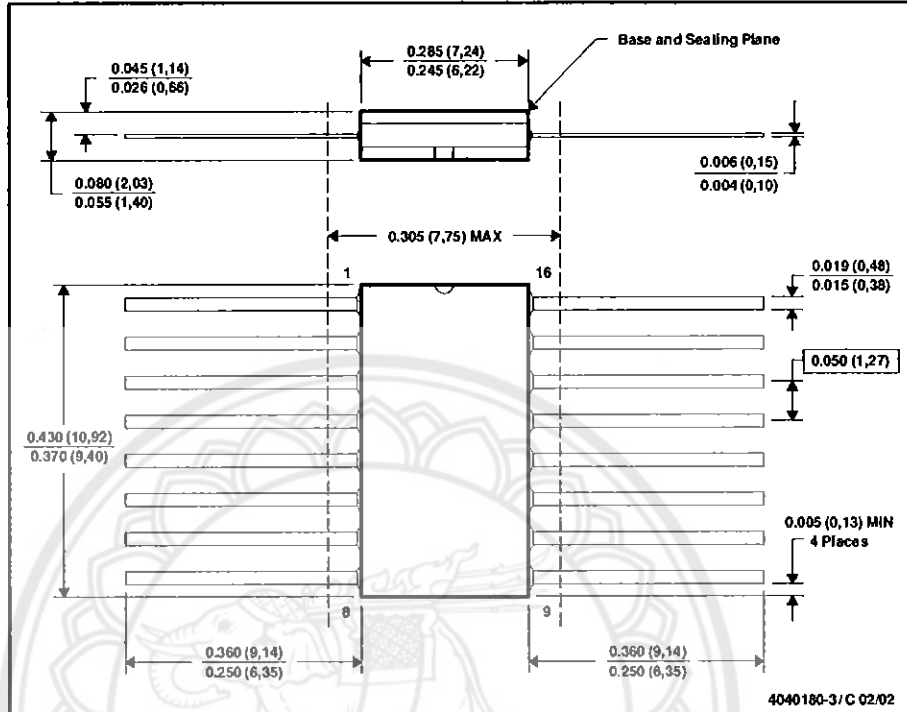
- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. This package is hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
 - D. Index point is provided on cap for terminal identification only on press ceramic glass frit seal only.
 - E. Falls within MIL-STD-1835 GDIP1-T14, GDIP1-T16, GDIP1-T18 and GDIP1-T20.

MECHANICAL DATA

MCFP004A - JANUARY 1995 - REVISED FEBRUARY 2002

W (R-GDFP-F16)

CERAMIC DUAL FLATPACK



- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. This package can be hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
 D. Index points are provided on cap for terminal identification only.
 E. Falls within MIL STD 1835 GDFP-1F16 and JEDEC MO-092AC

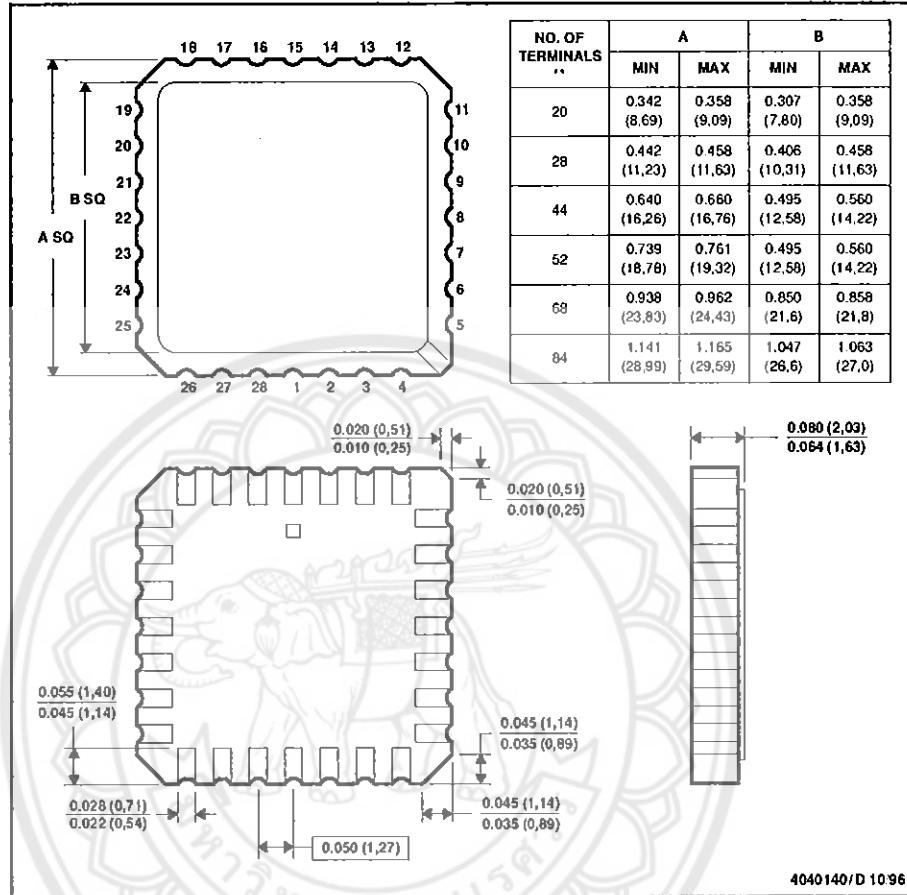
MECHANICAL DATA

MLCC0068 - OCTOBER 1996

FK (S-CQCC-N'')

LEADLESS CERAMIC CHIP CARRIER

28 TERMINAL SHOWN



4040140/D 10 96

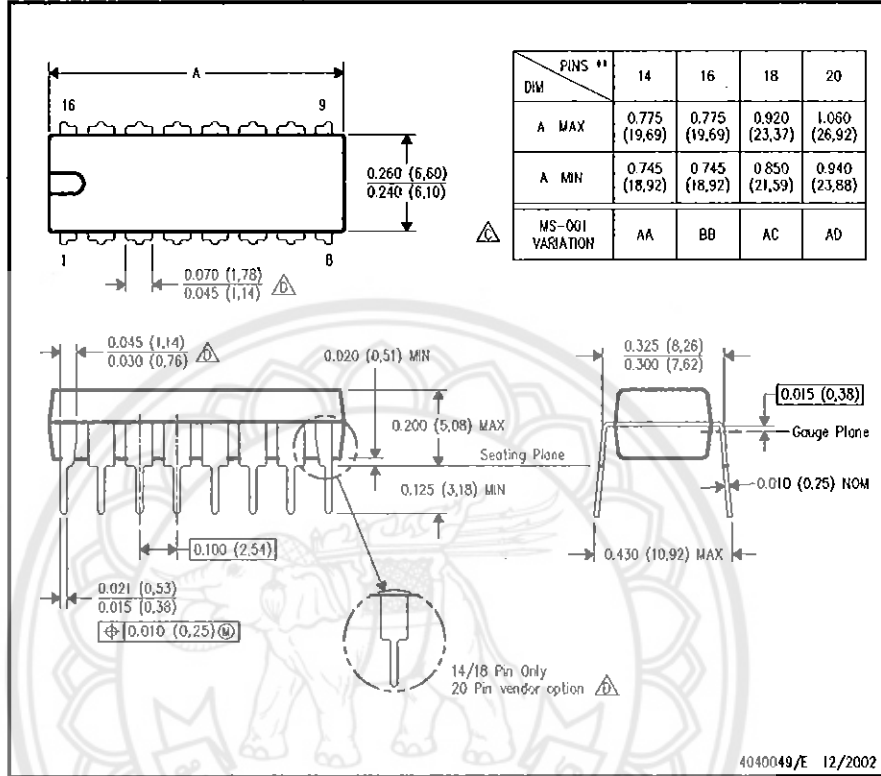
- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. This package can be hermetically sealed with a metal lid.
 D. The terminals are gold plated.
 E. Falls within JEDEC MS-004

MECHANICAL DATA

N (R-PDIP-T**)

PLASTIC DUAL-IN-LINE PACKAGE

16 PINS SHOWN



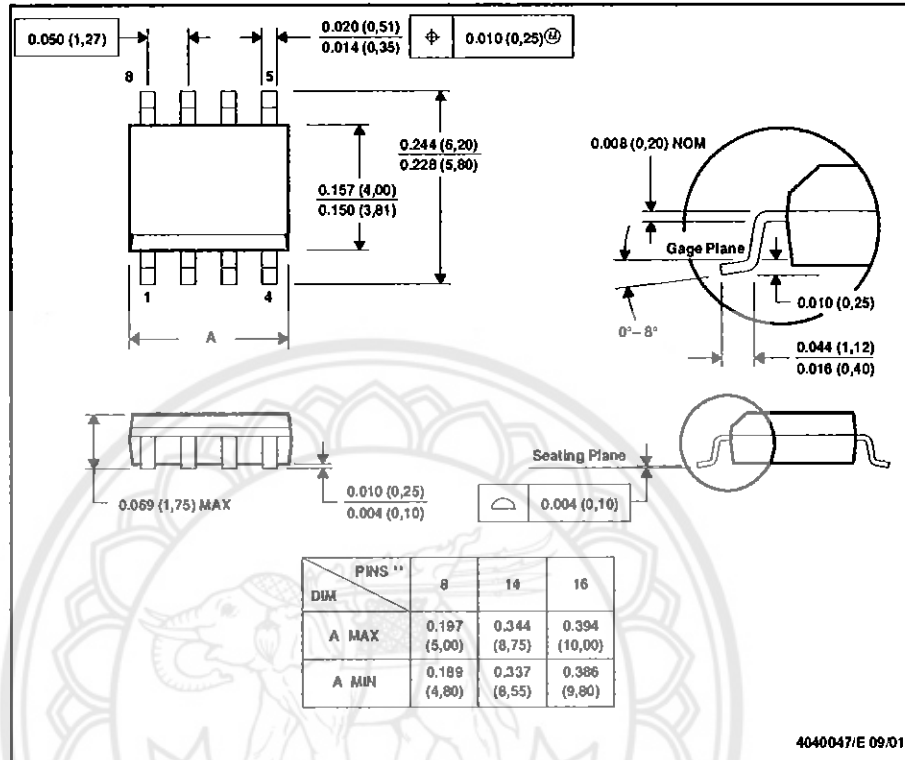
- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - △ Falls within JEDEC MS-001, except 18 and 20 pin minimum body length (Dim A).
 - △ The 20 pin end lead shoulder width is a vendor option, either half or full width.

MECHANICAL DATA

MS0002B - JANUARY 1995 - REVISED SEPTEMBER 2001

D (R-PDSO-G**)
8 PINS SHOWN

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE



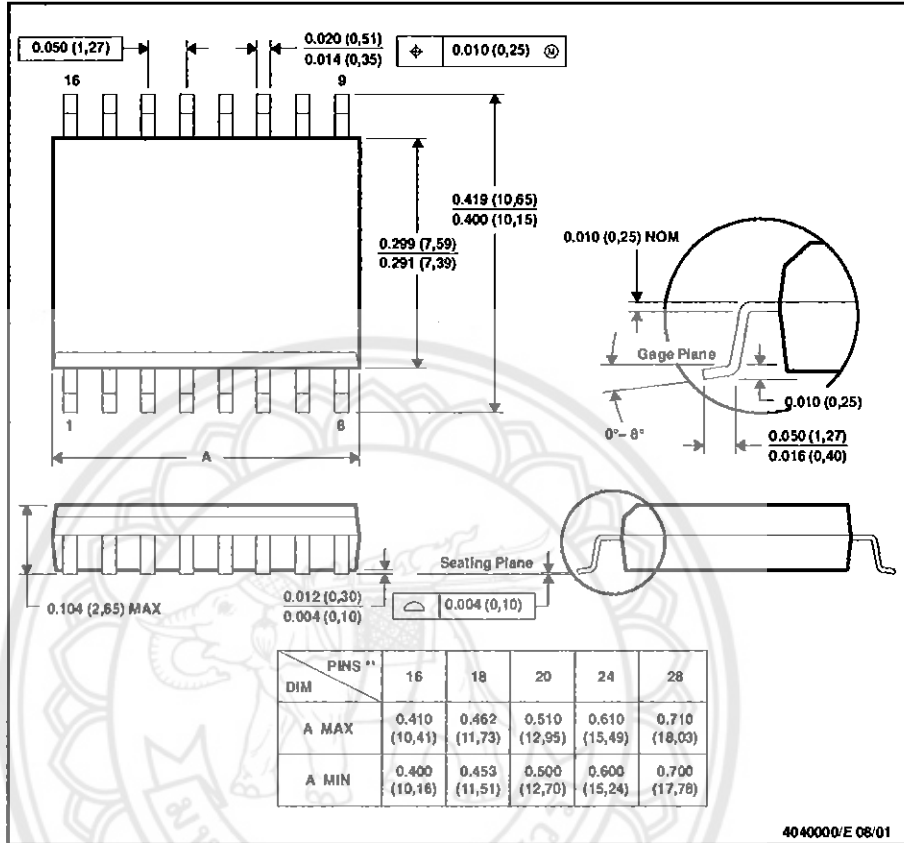
NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion, not to exceed 0.006 (0,15).
 D. Falls within JEDEC MS-012

MECHANICAL DATA

MS01003E - JANUARY 1995 - REVISED SEPTEMBER 2001

DW (R-PDSO-G¹)
16 PINS SHOWN

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE



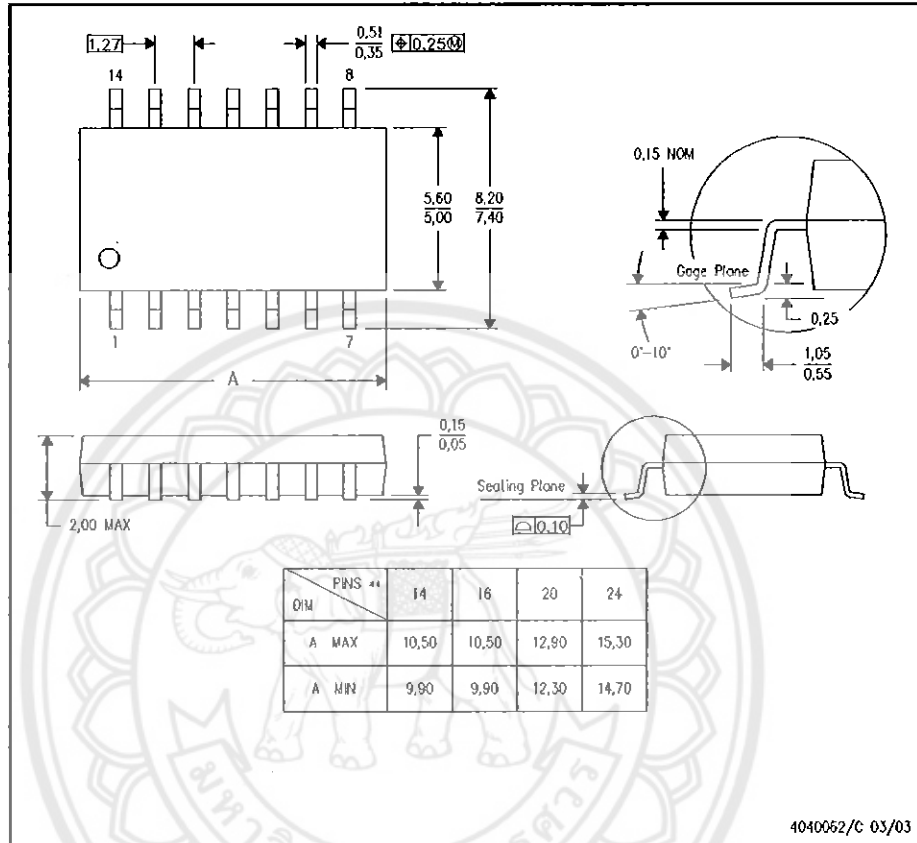
- NOTES: A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0.006 (0,15).
 D. Falls within JEDEC MS-013

MECHANICAL DATA

NS (R-PDSO-G[™])

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE

14-PINS SHOWN



404062/C 03/03

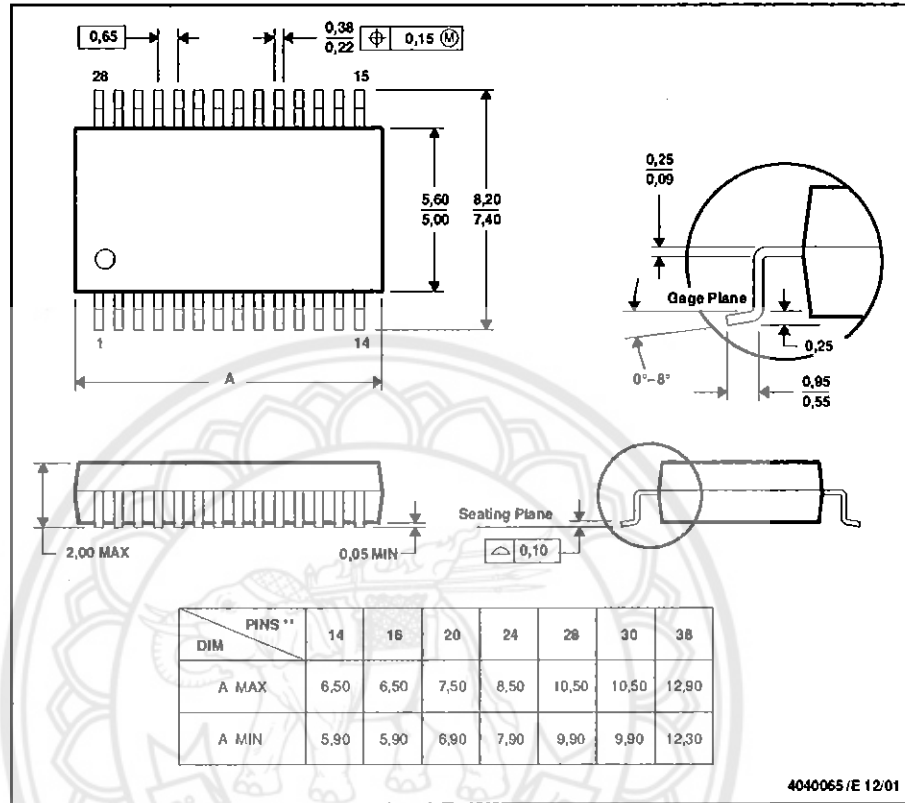
- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion, not to exceed 0,15.

MECHANICAL DATA

MSS0002E - JANUARY 1995 - REVISED DECEMBER 2001

DB (R-PDSO-G[™])
28 PINS SHOWN

PLASTIC SMALL-OUTLINE



- NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters.
 B. This drawing is subject to change without notice.
 C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0,15.
 D. Falls within JEDEC MO-150.

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products and application solutions:

Products		Applications	
Amplifiers	amplifier.ti.com	Audio	www.ti.com/audio
Data Converters	dataconverter.ti.com	Automotive	www.ti.com/automotive
DSP	dsp.ti.com	Broadband	www.ti.com/broadband
Interface	interface.ti.com	Digital Control	www.ti.com/digitalcontrol
Logic	logic.ti.com	Military	www.ti.com/military
Power Mgmt	power.ti.com	Optical Networking	www.ti.com/opticalnetwork
Microcontrollers	microcontroller.ti.com	Security	www.ti.com/security
		Telephony	www.ti.com/telephony
		Video & Imaging	www.ti.com/video
		Wireless	www.ti.com/wireless

Mailing Address: Texas Instruments
Post Office Box 655303 Dallas, Texas 75265

SN54HC595, SN74HC595
8-BIT SHIFT REGISTERS
WITH 3-STATE OUTPUT REGISTERS
SCLS041G - DECEMBER 1982 - REVISED FEBRUARY 2004

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	V _{CC}	T _A = 25 °C			SN54HC595		SN74HC595		UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
V _{OH}	V _I = V _{IH} or V _{IL}	I _{OH} = -20 μA	2 V	1.9	1.998		1.9	1.9	V	
			4.5 V	4.4	4.499		4.4	4.4		
			6 V	5.9	5.999		5.9	5.9		
		4.5 V	Q _H : I _{OH} = -4 mA	3.98	4.3		3.7	3.84		
			Q _A -Q _H : I _{OH} = -6 mA	3.98	4.3		3.7	3.84		
			Q _H : I _{OH} = -5.2 mA	5.48	5.8		5.2	5.34		
6 V	Q _A -Q _H : I _{OH} = -7.8 mA	5.48	5.8		5.2	5.34				
V _{OL}	V _I = V _{IH} or V _{IL}	I _{OL} = 20 μA	2 V	0.002	0.1		0.1	0.1	V	
			4.5 V	0.001	0.1		0.1	0.1		
			6 V	0.001	0.1		0.1	0.1		
		4.5 V	Q _H : I _{OL} = 4 mA	0.17	0.26		0.4	0.33		
			Q _A -Q _H : I _{OL} = 6 mA	0.17	0.26		0.4	0.33		
			Q _H : I _{OL} = 5.2 mA	0.15	0.26		0.4	0.33		
6 V	Q _A -Q _H : I _{OL} = 7.8 mA	0.15	0.26		0.4	0.33				
I _I	V _I = V _{CC} or 0	6 V	±0.1	±100		±1000	±1000	nA		
I _{OZ}	V _O = V _{CC} or 0, Q _A -Q _H	6 V	±0.01	±0.5		±10	±5	μA		
I _{CC}	V _I = V _{CC} or 0, I _O = 0	6 V		8		160	80	μA		
C _I		2 V		3	10		10	10	pF	
		to 6 V								





MFRC522

Standard performance MIFARE and NTAG frontend

Rev. 3.9 — 27 April 2016
112139

Product data sheet
COMPANY PUBLIC

1. Introduction

This document describes the functionality and electrical specifications of the contactless reader/writer MFRC522.

Remark: The MFRC522 supports all variants of the MIFARE Mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus RF identification protocols. To aid readability throughout this data sheet, the MIFARE Mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus products and protocols have the generic name MIFARE.

1.1 Differences between version 1.0 and 2.0

The MFRC522 is available in two versions:

- MFRC52201HN1, hereafter referred to version 1.0 and
- MFRC52202HN1, hereafter referred to version 2.0

The MFRC522 version 2.0 is fully compatible to version 1.0 and offers in addition the following features and improvements:

- Increased stability of the reader IC in rough conditions
- An additional timer prescaler, see [Section 8.5](#)
- A corrected CRC handling when RX Multiple is set to 1

This data sheet version covers both versions of the MFRC522 and describes the differences between the versions if applicable.

2. General description

The MFRC522 is a highly integrated reader/writer IC for contactless communication at 13.56 MHz. The MFRC522 reader supports ISO/IEC 14443 A/MIFARE and NTAG.

The MFRC522's internal transmitter is able to drive a reader/writer antenna designed to communicate with ISO/IEC 14443 A/MIFARE cards and transponders without additional active circuitry. The receiver module provides a robust and efficient implementation for demodulating and decoding signals from ISO/IEC 14443 A/MIFARE compatible cards and transponders. The digital module manages the complete ISO/IEC 14443 A framing and error detection (parity and CRC) functionality.

The MFRC522 supports MF1xxS20, MF1xxS70 and MF1xxS50 products. The MFRC522 supports contactless communication and uses MIFARE higher transfer speeds up to 848 kBd in both directions.





MFRC522

Standard performance MIFARE and NTAG frontend

Rev. 3.9 — 27 April 2016
112139

Product data sheet
COMPANY PUBLIC

1. Introduction

This document describes the functionality and electrical specifications of the contactless reader/writer MFRC522.

Remark: The MFRC522 supports all variants of the MIFARE Mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus RF identification protocols. To aid readability throughout this data sheet, the MIFARE Mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus products and protocols have the generic name MIFARE.

1.1 Differences between version 1.0 and 2.0

The MFRC522 is available in two versions:

- MFRC52201HN1, hereafter referred to version 1.0 and
- MFRC52202HN1, hereafter referred to version 2.0.

The MFRC522 version 2.0 is fully compatible to version 1.0 and offers in addition the following features and improvements:

- Increased stability of the reader IC in rough conditions
- An additional timer prescaler, see [Section 8.5](#)
- A corrected CRC handling when RX Multiple is set to 1

This data sheet version covers both versions of the MFRC522 and describes the differences between the versions if applicable.

2. General description

The MFRC522 is a highly integrated reader/writer IC for contactless communication at 13.56 MHz. The MFRC522 reader supports ISO/IEC 14443 A/MIFARE and NTAG.

The MFRC522's internal transmitter is able to drive a reader/writer antenna designed to communicate with ISO/IEC 14443 A/MIFARE cards and transponders without additional active circuitry. The receiver module provides a robust and efficient implementation for demodulating and decoding signals from ISO/IEC 14443 A/MIFARE compatible cards and transponders. The digital module manages the complete ISO/IEC 14443 A framing and error detection (parity and CRC) functionality.

The MFRC522 supports MF1xxS20, MF1xxS70 and MF1xxS50 products. The MFRC522 supports contactless communication and uses MIFARE higher transfer speeds up to 848 kBd in both directions.



The following host interfaces are provided.

- Serial Peripheral Interface (SPI)
- Serial UART (similar to RS232 with voltage levels dependant on pin voltage supply)
- I²C-bus interface

3. Features and benefits

- Highly integrated analog circuitry to demodulate and decode responses
- Buffered output drivers for connecting an antenna with the minimum number of external components
- Supports ISO/IEC 14443 A/MIFARE and NTAG
- Typical operating distance in Read/Write mode up to 50 mm depending on the antenna size and tuning
- Supports MF1xxS20, MF1xxS70 and MF1xxS50 encryption in Read/Write mode
- Supports ISO/IEC 14443 A higher transfer speed communication up to 848 kBd
- Supports MFIN/MFOUT
- Additional internal power supply to the smart card IC connected via MFIN/MFOUT
- Supported host interfaces
 - ◆ SPI up to 10 Mbit/s
 - ◆ I²C-bus interface up to 400 kBd in Fast mode, up to 3400 kBd in High-speed mode
 - ◆ RS232 Serial UART up to 1228.8 kBd, with voltage levels dependant on pin voltage supply
- FIFO buffer handles 64 byte send and receive
- Flexible interrupt modes
- Hard reset with low power function
- Power-down by software mode
- Programmable timer
- Internal oscillator for connection to 27.12 MHz quartz crystal
- 2.5 V to 3.3 V power supply
- CRC coprocessor
- Programmable I/O pins
- Internal self-test

4. Quick reference data

Table 1. Quick reference data

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
V _{DDA}	analog supply voltage	V _{DD(PVDD)} = V _{DDA} = V _{DD} = V _{DD(TVDD)} , V _{SSA} = V _{SS0} = V _{SS(PVSS)} = V _{SS(TVSS)} = 0 V	2.5	3.3	3.6	V
V _{DD}	digital supply voltage		2.5	3.3	3.6	V
V _{DD(TVDD)}	TVDD supply voltage		2.5	3.3	3.6	V
V _{DD(PVDD)}	PVDD supply voltage		1.8	1.8	3.6	V
V _{DD(SVDD)}	SVDD supply voltage	V _{SSA} = V _{SS0} = V _{SS(PVSS)} = V _{SS(TVSS)} = 0 V	1.6	-	3.6	V

Table 1. Quick reference data *continued*

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
I_{pd}	power-down current	$V_{DDA} = V_{DD} = V_{DD(TVDD)} = V_{DD(PVDD)} = 3\text{ V}$ hard power-down; pin NRSTPD set LOW	0	-	5	μA
		soft power-down; RF level detector on	0	-	10	μA
I_{DD}	digital supply current	pin DVDD, $V_{DD} = 3\text{ V}$	-	8.5	9	mA
I_{DDA}	analog supply current	pin AVDD, $V_{DDA} = 3\text{ V}$, CommandReg register's RcvOff bit = 0	-	7	10	mA
		pin AVDD, receiver switched off, $V_{DDA} = 3\text{ V}$, CommandReg register's RcvOff bit = 1	-	3	5	mA
$I_{DD(PVDD)}$	PVDD supply current	pin PVDD	0	-	40	mA
$I_{DD(TVDD)}$	TVDD supply current	pin TVDD, continuous wave	0	60	100	mA
T_{amb}	ambient temperature	HVQFN32	-25	-	+85	$^{\circ}\text{C}$

- [1] Supply voltages below 3 V reduce the performance in, for example, the achievable operating distance.
- [2] V_{DD} , V_{DDA} and $V_{DD(TVDD)}$ must always be the same voltage.
- [3] $V_{DD(PVDD)}$ must always be the same or lower voltage than V_{DD} .
- [4] I_{pd} is the total current for all supplies.
- [5] $I_{DD(PVDD)}$ depends on the overall load at the digital pins.
- [6] $I_{DD(TVDD)}$ depends on $V_{DD(TVDD)}$ and the external circuit connected to pins TX1 and TX2.
- [7] During typical circuit operation, the overall current is below 100 mA.
- [8] Typical value using a complementary driver configuration and an antenna matched to 40 Ω between pins TX1 and TX2 at 13.56 MHz.

5. Ordering information

Table 2. Ordering information

Type number	Package		Version
	Name	Description	
MFRC52201HN1/TRAYB[1]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal, body 5 - 5 - 0.85 mm	SOT617-1
MFRC52201HN1/TRAYBM[2]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal, body 5 - 5 - 0.85 mm	SOT617-1
MFRC52202HN1/TRAYB[1]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal, body 5 - 5 - 0.85 mm	SOT617-1
MFRC52202HN1/TRAYBM[2]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal, body 5 - 5 - 0.85 mm	SOT617-1

- [1] Delivered in one tray
- [2] Delivered in five trays.

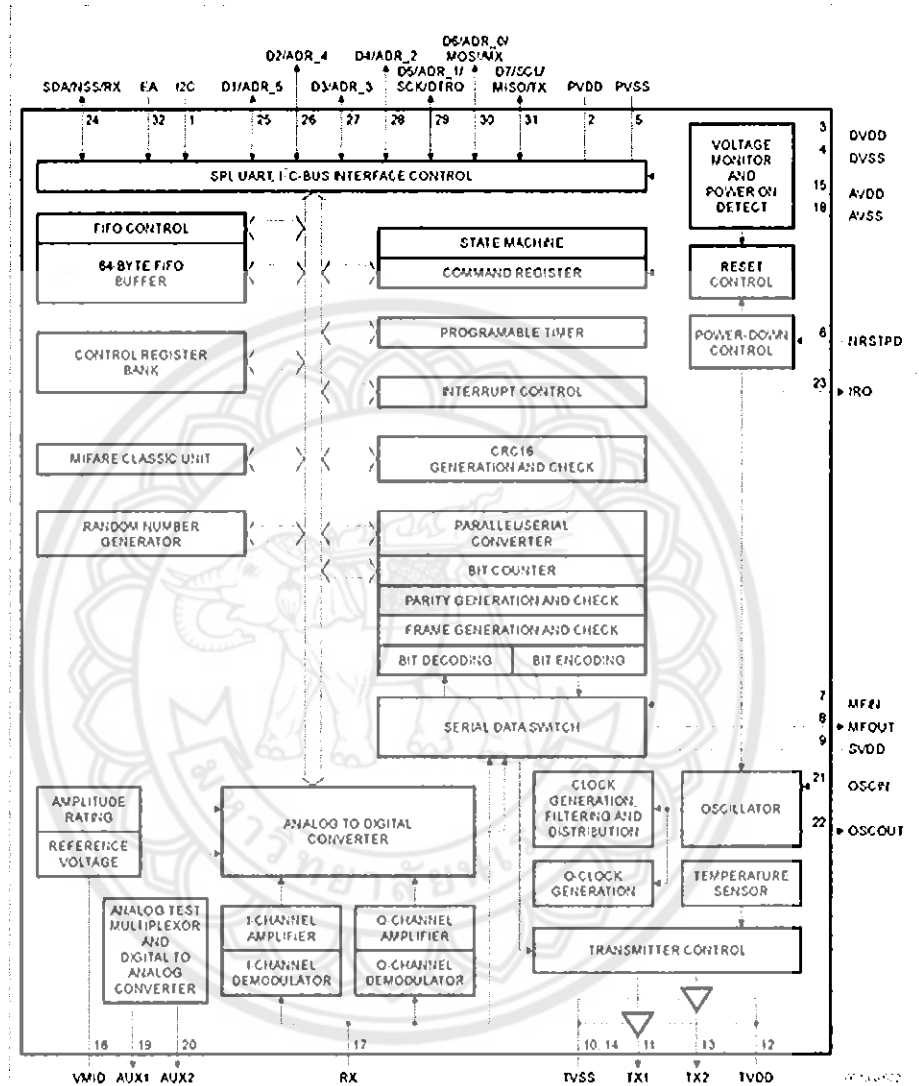


Fig 2. Detailed block diagram of the MFRC522

7. Pinning information

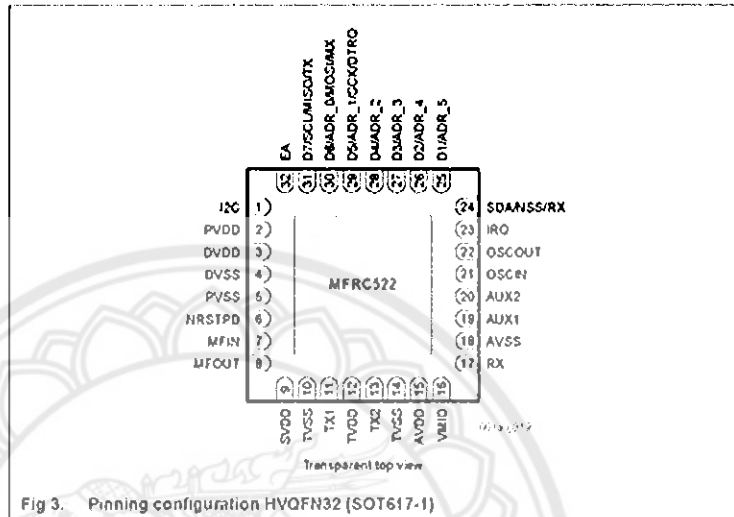


Fig 3. Pinning configuration HVQFN32 (SOT617-1)

7.1 Pin description

Table 3. Pin description

Pin	Symbol	Type ⁽¹⁾	Description
1	I2C	I	I2C-bus enable input ⁽²⁾
2	PVDD	P	pin power supply
3	DVDD	P	digital power supply
4	DVSS	G	digital ground ⁽³⁾
5	PVSS	G	pin power supply ground
6	NRSTPD	I	reset and power-down input power-down: enabled when LOW, internal current sinks are switched off, the oscillator is inhibited and the input pins are disconnected from the outside world reset: enabled by a positive edge
7	MFIN	I	MIFARE signal input
8	MFOUT	O	MIFARE signal output
9	SVDD	P	MFIN and MFOUT pin power supply
10	TVSS	G	transmitter output stage 1 ground
11	TX1	O	transmitter 1 modulated 13.56 MHz energy carrier output
12	TVDD	P	transmitter power supply: supplies the output stage of transmitters 1 and 2
13	TX2	O	transmitter 2 modulated 13.56 MHz energy carrier output
14	TVSS	G	transmitter output stage 2 ground
15	AVDD	P	analog power supply

NXP Semiconductors

MFRC522

Standard performance MIFARE and NTAG frontend

Table 3. Pin description, continued

Pin	Symbol	Type ^[1]	Description
16	VMID	P	internal reference voltage
17	RX	I	RF signal input
18	AVSS	G	analog ground
19	AUX1	O	auxiliary outputs for test purposes
20	AUX2	O	auxiliary outputs for test purposes
21	OSCIN	I	crystal oscillator inverting amplifier input, also the input for an externally generated clock ($f_{clk} = 27.12$ MHz)
22	OSCOU	O	crystal oscillator inverting amplifier output
23	IRQ	O	interrupt request output, indicates an interrupt event
24	SDA	I/O	I ² C-bus serial data line input/output ^[2]
	NSS	I	SPI signal input ^[2]
	RX	I	UART address input ^[2]
25	D1	I/O	test port ^[2]
	ADR_5	I/O	I ² C-bus address 5 input ^[2]
26	D2	I/O	test port
	ADR_4	I	I ² C-bus address 4 input ^[2]
27	D3	I/O	test port
	ADR_3	I	I ² C-bus address 3 input ^[2]
28	D4	I/O	test port
	ADR_2	I	I ² C-bus address 2 input ^[2]
29	D5	I/O	test port
	ADR_1	I	I ² C-bus address 1 input ^[2]
	SCK	I	SPI serial clock input ^[2]
30	DTRQ	O	UART request to send output to microcontroller ^[2]
	D6	I/O	test port
	ADR_0	I	I ² C-bus address 0 input ^[2]
	MOSI	I/O	SPI master out, slave in ^[2]
31	MX	O	UART output to microcontroller ^[2]
	D7	I/O	test port
	SCL	I/O	I ² C-bus clock input/output ^[2]
	MISO	I/O	SPI master in, slave out ^[2]
32	TX	O	UART data output to microcontroller ^[2]
	EA	I	external address input for coding I ² C-bus address ^[2]

[1] Pin types: I = Input, O = Output, I/O = Input/Output, P = Power and G = Ground

[2] The pin functionality of these pins is explained in Section 8.1 "Digital interfaces".

[3] Connection of heatsink pad on package bottom side is not necessary. Optional connection to pin DVSS is possible

8. Functional description

The MFRC522 transmission module supports the Read/Write mode for ISO/IEC 14443 A/MIFARE using various transfer speeds and modulation protocols.

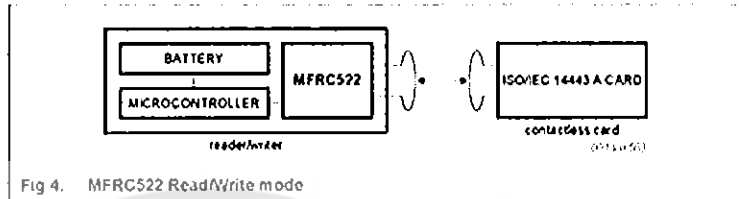


Fig 4. MFRC522 Read/Write mode

The physical level communication is shown in Figure 5.

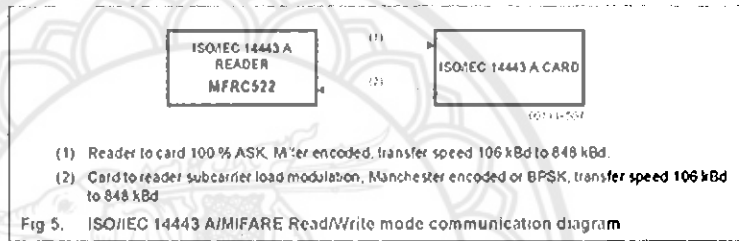


Fig 5. ISO/IEC 14443 A/MIFARE Read/Write mode communication diagram

The physical parameters are described in Table 4.

Table 4. Communication overview for ISO/IEC 14443 A/MIFARE reader/writer

Communication direction	Signal type	Transfer speed			
		106 kBd	212 kBd	424 kBd	848 kBd
Reader to card (send data from the MFRC522 to a card)	reader side modulation	100 % ASK	100 % ASK	100 % ASK	100 % ASK
	bit encoding	modified Miller encoding	modified Miller encoding	modified Miller encoding	modified Miller encoding
Card to reader (MFRC522 receives data from a card)	bit length	128 (13.56 µs)	64 (13.56 µs)	32 (13.56 µs)	18 (13.56 µs)
	card side modulation	subcarrier load modulation	subcarrier load modulation	subcarrier load modulation	subcarrier load modulation
	subcarrier frequency	13.56 MHz / 16	13.56 MHz / 16	13.56 MHz / 16	13.56 MHz / 16
	bit encoding	Manchester encoding	BPSK	BPSK	BPSK

The MFRC522's contactless UART and dedicated external host must manage the complete ISO/IEC 14443 A/MIFARE protocol. Figure 6 shows the data coding and framing according to ISO/IEC 14443 A/MIFARE.

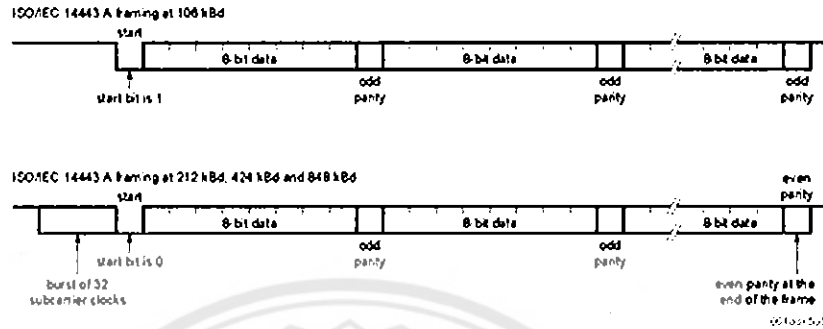


Fig 6. Data coding and framing according to ISO/IEC 14443 A

The internal CRC coprocessor calculates the CRC value based on ISO/IEC 14443 A part 3 and handles parity generation internally according to the transfer speed. Automatic parity generation can be switched off using the MFRxReg register's ParityDisable bit.

8.1 Digital interfaces

8.1.1 Automatic microcontroller interface detection

The MFRC522 supports direct interfacing of hosts using SPI, I²C-bus or serial UART interfaces. The MFRC522 resets its interface and checks the current host interface type automatically after performing a power-on or hard reset. The MFRC522 identifies the host interface by sensing the logic levels on the control pins after the reset phase. This is done using a combination of fixed pin connections. Table 5 shows the different connection configurations.

Table 5. Connection protocol for detecting different interface types

Pin	Interface type		
	UART (input)	SPI (output)	I ² C-bus (I/O)
SDA	RX	NSS	SDA
I2C	0	0	1
EA	0	1	EA
D7	TX	MISO	SCL
D6	MX	MOSI	ADR_0
D5	DTRQ	SCK	ADR_1
D4	.	.	ADR_2
D3	.	.	ADR_3
D2	.	.	ADR_4
D1	.	.	ADR_5

8.1.2 Serial Peripheral Interface

A serial peripheral interface (SPI compatible) is supported to enable high-speed communication to the host. The interface can handle data speeds up to 10 Mbit/s. When communicating with a host, the MFRC522 acts as a slave, receiving data from the external host for register settings, sending and receiving data relevant for RF interface communication.

An interface compatible with SPI enables high-speed serial communication between the MFRC522 and a microcontroller. The implemented interface is in accordance with the SPI standard.

The timing specification is given in Section 14.1 on page 78.

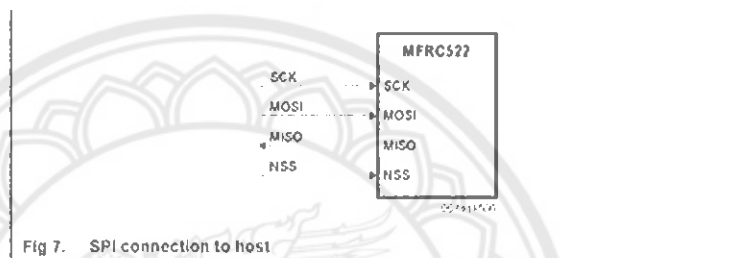


Fig 7. SPI connection to host

The MFRC522 acts as a slave during SPI communication. The SPI clock signal SCK must be generated by the master. Data communication from the master to the slave uses the MOSI line. The MISO line is used to send data from the MFRC522 to the master.

Data bytes on both MOSI and MISO lines are sent with the MSB first. Data on both MOSI and MISO lines must be stable on the rising edge of the clock and can be changed on the falling edge. Data is provided by the MFRC522 on the falling clock edge and is stable during the rising clock edge.

8.1.2.1 SPI read data

Reading data using SPI requires the byte order shown in Table 6 to be used. It is possible to read out up to n-data bytes.

The first byte sent defines both the mode and the address.

Table 6. MOSI and MISO byte order

Line	Byte 0	Byte 1	Byte 2	To	Byte n	Byte n + 1
MOSI	address 0	address 1	address 2	...	address n	00
MISO	X[1]	data 0	data 1	...	data n - 1	data n

[1] X = Do not care.

Remark: The MSB must be sent first.

8.1.2.2 SPI write data

To write data to the MFRC522 using SPI requires the byte order shown in Table 7. It is possible to write up to n data bytes by only sending one address byte.

The first send byte defines both the mode and the address byte.

Table 7. MOSI and MISO byte order

Line	Byte 0	Byte 1	Byte 2	To	Byte n	Byte n + 1
MOSI	address 0	data 0	data 1	...	data n - 1	data n
MISO	X/U	X/U	X/U	...	X/U	X/U

[U] X = Do not care.

Remark: The MSB must be sent first.

8.1.2.3 SPI address byte

The address byte must meet the following format

The MSB of the first byte defines the mode used. To read data from the MFRC522 the MSB is set to logic 1. To write data to the MFRC522 the MSB must be set to logic 0. Bits 6 to 1 define the address and the LSB is set to logic 0.

Table 8. Address byte 0 register, address MOSI

7 (MSB)	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
1 = read	address						0
0 = write							

8.1.3 UART interface

8.1.3.1 Connection to a host

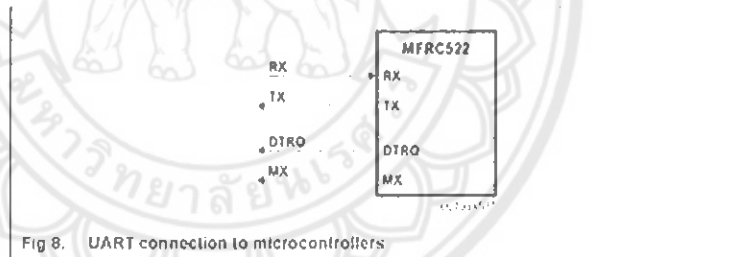


Fig 8. UART connection to microcontrollers

Remark: Signals DTRQ and MX can be disabled by clearing TestPinEnReg register's RS232LineEn bit

8.1.3.2 Selectable UART transfer speeds

The internal UART interface is compatible with an RS232 serial interface.

The default transfer speed is 9.6 kBd. To change the transfer speed, the host controller must write a value for the new transfer speed to the SerialSpeedReg register. Bits BR_T0[2:0] and BR_T1[4:0] define the factors for setting the transfer speed in the SerialSpeedReg register.

The BR_T0[2:0] and BR_T1[4:0] settings are described in Table 9. Examples of different transfer speeds and the relevant register settings are given in Table 10.

Table 9. BR_T0 and BR_T1 settings

BR_Tn	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7
BR_T0 factor	1	1	2	4	8	16	32	64
BR_T1 range	1 to 32	33 to 64	33 to 64	33 to 64	33 to 64	33 to 64	33 to 64	33 to 64

Table 10. Selectable UART transfer speeds

Transfer speed (kBd)	SerialSpeedReg value		Transfer speed accuracy (%) ^[1]
	Decimal	Hexadecimal	
7.2	250	FAh	0.25
9.6	235	EBh	0.32
14.4	218	DAh	0.25
19.2	203	CBh	0.32
38.4	171	ABh	0.32
57.6	154	9Ah	0.25
115.2	122	7Ah	0.25
128	116	74h	0.08
230.4	90	5Ah	0.25
460.8	58	3Ah	0.25
921.6	28	1Ch	1.45
1228.8	21	15h	0.32

[1] The resulting transfer speed error is less than 1.5% for all described transfer speeds.

The selectable transfer speeds shown in Table 10 are calculated according to the following equations:

If BR_T0[2:0] = 0:

$$\text{transfer speed} = \frac{27.12 \cdot 10^6}{(BR_T0 \cdot T)} \quad (1)$$

If BR_T0[2:0] > 0:

$$\text{transfer speed} = \left(\frac{27.12 \cdot 10^6}{(BR_T1 + 33)} \right) \cdot \left(\frac{1}{2^{(BR_T0 - 1)}} \right) \quad (2)$$

Remark: Transfer speeds above 1228.8 kBd are not supported

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายนายธีรพันธ์ นุสฤกะ
 ภูมิลำเนา 180 หมู่ 4 ตำบลท่าน้ำ อ.เพียง จ.น่าน
 ประวัติการศึกษา
 - จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสตรีศรีน่าน
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: terapann55@email.nu.ac.th



ชื่อ นายอภิวัฒน์ ยศพิมพ์
 ภูมิลำเนา 37 หมู่ 13 ต.หินฮาว อ.หล่มเก่า จ.เพชรบูรณ์
 ประวัติการศึกษา
 - จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหล่มเก่า-
 พิทยาคม
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Uranus_2G@hotmail.com