สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจ่ายค่าผ่านทางโดยไม่จอดยานพาหนะ

TOLL COLLECTION WITHOUT STOPPING VEHICLE

โดย

นายพิเชฐ วัฒนะภราดร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119538
วัน,เดือน,ปี - 8 S.A. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจ่ายค่าผ่านทางโดยไม่จอดยานพาหนะ

TOLL COLLECTION WITHOUT STOPPING VEHICLE

โดย

นายพิเชฐ วัฒนะภราดร 49010646

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. สิรภพ ตู้ประกาย

รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

ฝ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ฝ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การจ่ายค่าผ่านทางโดยไม่จอดยานพาหนะ

TOLL COLLECTION WITHOUT STOPPING VEHICLE

ผู้จัดทำ

นายพิเชฐ วัฒนะภราดร รหัสนักศึกษา 49010646

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. สิรภพ ตู้ประกาย)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากคุณบิดา คุณมารดา ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนช่วยเหลือมาโดยตลอดท่านอาจารย์ ผู้จัดทำโครงงานสมควรกราบขอบพระคุณอย่างยิ่ง ได้แก่ ดร. สิรภพ ตู้ประกาย และ รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ ที่ปรึกษาโครงงาน ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำช่วยเหลือ ชี้แนะและปรับปรุงแก้ไข ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา

ประโยชน์และคุณค่าที่พึงมีจากปริญญานิพนธ์นี้ ผู้จัดทำโครงงานขอมอบให้แก่ผู้มีส่วนร่วมทุกท่านตลอดทั้งผู้ที่ต้องการศึกษาในการต่อไป

นายพิเชฐ วัฒนะภราดร

ผู้จัดทำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การชำระค่าผ่านทางโดยไม่จอดยานพาหนะ

TOLL FEE PAYMENT WITHOUT STOPPING VEHICLE

โดย นายพิเชฐ วัฒนะภราดร 49010646

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สิรภพ ตู้ประกาย

รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอระบบเก็บค่าผ่านทางโดยไม่จอดยานพาหนะ ระบบจะทำงานโดยใช้เทคโนโลยี RFID มาเพื่อลดความคับคั่งของการจราจร โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วน โดยจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ทำการตรวจสอบโค้ดอ่านได้จากเครื่อง RFID และตรวจสอบข้อมูลกับ Database จากนั้นจะส่งคำสั่งไปยังแผงควบคุมจราจร พร้อมทั้งมีการตรวจสอบและถ่ายภาพไว้เป็นหลักฐานสำหรับผู้ที่ไม่ได้รับอณุญาติให้ใช้งาน

ABSTRACT

This thesis presents an Electronic Toll Collector System are designed to improve the efficiency of toll collection in tollway. This systems operates use radio-frequency identification (RFID) tags and transponders to automatically identify vehicles. The evolution of Electronic Toll Collection eliminated the need to stop or have toll fees on hand. The toll fee is automatically computed by computer. All transactions are recorded and stored in database for generating the operator summary report.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		V
สารบัญตาราง		X
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION SYSTEM)	3
	2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S2313	23
	2.3 การสื่อสารแบบอนุกรม	26
	2.4 มาตรฐานพอร์ทอนุกรมแบบอาร์เอสสองสามสอง (RS-232)	27
	2.5 การสื่อสารอนุกรมยูเออาร์ที (UART: UNIVERSAL ASYNCHRONOUS RECEIVER TRANSMITTER)	32
	2.6 โครงสร้าง LCD MODULE	34
	2.7 สถาปัตยกรรมของฐานข้อมูล	45
	2.8 ทำความรู้จักกับ SQL	53
	2.9 RTC (REAL TIME CLOCK: DS1307)	67
	2.10 SENSOR (SENSOR PHOTO ELECTRIC)	69
	2.11 หลอด LED (LIGHT EMIITING DIODES)	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**89**
	3.1 การออกแบบบล็อกไดอะแกรมของระบบชำระค่าผ่านทาง	89
	3.2 การออกแบบระบบในส่วนของฮาร์ดแวร์ (HARDWARE)	92
	3.3 การออกแบบฐานข้อมูล (DATA BASE)	97
	3.4 ผังการทำงานของโปรแกรมการจัดการระบบแสดงผลและควบคุม	100
	3.5 หน้าแอพพลิเคชั่นสำหรับผู้ใช้งานระบบ (USER INTERFACE)	104
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**110**
	4.1 ผลการทดสอบในส่วนของฮาร์ดแวร์	110
	4.2 ผลการทดสอบในส่วนของซอฟต์แวร์	115
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**123**
	5.1 สรุปผล	123
	5.2 ข้อเสนอแนะ	124
บรรณานุกรม		**126**
ภาคผนวก ก	เครื่อง RFID READER รุ่น URW 801/811	127
ภาคผนวก ข	การวางอุปกรณ์และลายวงจร	132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
2.1	ระบบ RFID	4
2.2	การเหนี่ยวนำแบบคลื่นแม่เหล็กและวิธีแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	4
2.3	ตัวอย่างการใช้งานแท็กและตัวอ่านข้อมูล (READER)	7
2.4	วงจรเทียบเคียงดัปปลิ้งแบบปิด	12
2.5	วงจรเทียบเคียงของการดับปลิ้งแบบรีโมท หรือ การดับปลิ้งโดยการเหนี่ยวนำ	13
2.6	วงจรเทียบเคียงในระยะไกล	14
2.7	การไหลของสัญญาณและข้อมูลในระบบการสื่อสารแบบดิจิตอล	15
2.8	ชนิดของรหัสข้อมูล ที่ใช้ในระบบ RFID	16
2.9	ASK ความสูงของยอดคลื่นจะเปลี่ยนสถานะอยู่ 2 สถานะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ผสมเข้ามา	18
2.10	2FSK จะเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นตามข้อมูลที่ผสมเข้ามา	18
2.11	PSK จะกลับเฟสทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของข้อมูล	19
2.12	ชนิดของแท็ก RFID แบ่งตามสถาปัตยกรรมพื้นฐาน	20
2.13	บล็อกไดอะแกรมของแท็กชนิดมีหน่วยความจำ	21
2.14	บล็อกไดอะแกรมของแท็กชนิดไมโคร โปรเซสเซอร์	22
2.15	ขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S2313	24
2.16	บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S2313	25
2.17	การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S2313 กับคริสตัลกำเนิดความถี่สัญญาณนาฬิกา	26
2.18	การตั้งค่าแรงขับนาฬิกาจากภายนอก	26
2.19	รูปแบบอย่างง่ายที่สุดของข้อมูลอนุกรม	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
2.20	การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน อาร์เอสสองสามสอง ทั้งแบบ DB-9 และ DB–25	28
2.21	(ก) การเชื่อมต่อแบบนัลโมเด็ม (NULL MODEM) (ข) การเชื่อมต่อต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์แบบอาร์เอสสองสามสองโดยใช้สายสัญญาณ 3 เส้น	31
2.22	ตำแหน่งขาของไอซี MAX232	32
2.23	รูปวงจรภายในของMAX232	32
2.24	การต่อใช้งาน MAX232 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์	32
2.25	โครงสร้างทั้ง 3 ส่วนของ LCD MODULE	33
2.26	รหัสตัวอักษรที่ใช้กับ LCD MODULE	41
2.27	สถาปัตยกรรมแบบ TELEPROCESSING	44
2.28	สถาปัตยกรรมแบบ CLIENT/SERWER	45
2.29	สถาปัตยกรรมแบบ DISTRIBUTED DATA PROCESSING	45
2.30	การเข้าถึงการใช้เทคโนโลยีการอินเตอร์เฟสทำให้โค้ดที่เราเขียนที่ลดลงอย่างมาก	47
2.31	การใช้การอินเตอร์เฟสระหว่างแอพพลิเคชันกับฐานข้อมูล	47
2.32	สถาปัตยกรรมของ DAO	49
2.33	สถาปัตยกรรมของ UDA	49
2.34	สถาปัตยกรรมของ ODBC	50
2.35	สถาปัตยกรรมของ OLE DB	51
2.36	สถาปัตยกรรมของ ADO	52
2.37	การใช้งาน SQL เพื่อเข้าถึงฐานข้อมูล	53
2.38	สถาปัตยกรรมแบบ MONOLITHIC	55
2.39	สถาปัตยกรรมแบบ INTERNET	57
2.40	ส่วนประกอบของ DBMS	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
2.41	DS1307 8-PIN DIP	66
2.42	แสดงการต่อวงจรของDS1307	67
2.43	การเก็บข้อมูลตำแหน่งข้อมูลรีจิสเตอร์ต่างๆเมื่อจะอ่านและเขียน	68
2.44	การอ่านข้อมูล 1 ไบต์	68
2.45	การเขียนข้อมูล 1 ไบต์	68
2.46	สัญญาณขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการอ่านข้อมูลจากไอซีสร้างฐานเวลาจริง	68
2.47	สัญญาณขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการเขียนข้อมูลลงไอซีสร้างฐานเวลาจริง	69
2.48	เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	69
2.49	ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	72
2.50	เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 เส้น	73
2.51	เอาต์พุตที่ได้จากการต่อใช้งานแบบ PNP	74
2.52	เอาต์พุตที่ได้จากการต่อใช้งานแบบ NPN	74
2.53	เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น	75
2.54	เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 3 เส้น ชนิด NPN	75
2.55	สายสัญญาณและไฟเลี้ยงของเซนเซอร์	76
2.56	การเกิดโซนดีพลีชั่น	78
2.57	เมื่ออิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ	79
2.58	โฮลและอิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ	79
2.59	การทำงานของ หลอดLED	81
2.60	ตัวอย่างหลอด LED แบบ SUPER BRIGHT	86
3.1	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบชำระค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดยานพาหนะ	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
3.2	ฮาร์ดแวร์ของระบบชำระค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดยานพาหนะ	92
3.3	วงจรไฟเลี้ยงภายในระบบ	93
3.4	วงจร LED แสดงสถานะของผู้ใช้งาน	94
3.5	วงจร SENSOR	95
3.6	วงจร เชื่อมต่อ DS1307 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์	96
3.7	วงจรเชื่อมต่อ LCD กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์	96
3.8	แสดงความสัมพันธ์ของตารางในระบบ	97
3.9	แสดงตาราง TBLMEMBER	98
3.10	แสดงตาราง TBLSTAFF	98
3.11	แสดงตาราง TBLLOGDATA	99
3.12	แสดงตาราง ตาราง TBLREPORT	99
3.13	ผังการทำงานของระบบชำระค่าผ่านทาง	100
3.14	ผังโปรแกรมการจัดการระบบแสดงผลและควบคุมการผ่านทางด่วน	101
3.15	ผังการทำงานย่อยของการรับค่าจากเครื่องอ่านบัตร	102
3.16	ผังโปรแกรมย่อยการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล	103
3.17	รูปแบบแอพพลิเคชั่นล็อกอิน	104
3.18	หน้าจอแสดงยอดเงินแก่ผู้ใช้งานและจับภาพรถที่ฝ่าสัญญาณ	105
3.19	หน้าจอแสดงหน้าต่างโปรแกรมส่วนบันทึกข้อมูลสมาชิก	106
3.20	รูปแบบแอพพลิเคชั่นสำหรับการเติมเงินให้สมาชิก	107
3.21	แสดงหน้าเมนูหลัก	107
3.22	แสดงหน้าเมนูเลือกชนิดการรายงาน	108
3.23	แสดงการออกแบบรายงานผลการใช้บริการ	108
3.24	แสดงการออกแบบการรายงานสมาชิกที่เข้าใช้บริการ	109
4.1	การทดสอบสัญญาณไฟแดง	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

		หน้า
4.2	การทดสอบสัญญาณไฟเขียว	110
4.3	สัญญาณไฟตรง +12VDC ที่ได้จากขา 1 ของไอซี LM 7805	111
4.4	สัญญาณไฟตรง +5VDC ที่ได้จากขา 3 ของไอซี LM 7805	112
4.5	สัญญาณนาฬิกาของไมโครคอนโทรลเลอร์	112
4.6	สัญญาณ ขา 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์	113
4.7	สัญญาณที่ ขา 6 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (ขา CLOCK)	114
4.8	สัญญาณที่ ขา 7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (ขา DATA)	114
4.9	แสดงผลการนับที่จอ LCD เมื่อผู้ใช้งานไม่หยุดยานพาหนะขณะหลอด LED แสดงสถานะสีแดง	115
4.10	ข้อมูลที่โปรแกรมแอพพลิเคชั่นสามารถอ่านได้	115
4.11	ตัวอย่างก่อนพิมพ์รายงานสมาชิกที่ใช้บริการ	116
4.12	ตัวอย่างก่อนพิมพ์รายงานการใช้บริการของสมาชิกแต่ละราย	117
4.13	การระบุชื่อผู้ใช้งานและรหัสเพื่อการตรวจสอบสิทธิในการเข้าใช้	117
4.14	การแสดงข้อมูลตาราง TBLSTAFF ที่ใช้เก็บข้อมูลชื่อผู้ใช้งานและรหัส	118
4.15	ข้อความแจ้งเตือนเมื่อใส่ชื่อผู้ใช้งานหรือรหัสผิดพลาด	118
4.16	โปรแกรมแสดงยอดเงินคงเหลือหักจากหักค่าบริการ	118
4.17	โปรแกรมแสดงข้อมูลของสมาชิกใหม่ในฐานข้อมูล	119
4.18	โปรแกรมเติมเงิน	120
4.19	การค้นหาข้อมูลสมาชิก	120
4.20	ผลการค้นหาข้อมูลสมาชิก	120
4.21	แอพพลิเคชั่นของการจับภาพ	121
4.22	ตารางฐานข้อมูลที่ใช้เก็บภาพจากกล้อง	121
4.23	รูปแบบฟอร์มใบสั่งปรับจะอ้างอิงข้อมูลรูปภาพพร้อมวันที่และเวลาจากฐานข้อมูล	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ย่านความถี่ต่างๆ ของระบบ RFID และการใช้งาน	9
2.2	ตำแหน่งและชื่อขาของ DB-9 และ DB-25	29
2.3	ขาต่างๆของ LCD MODULE	34
2.4	ชุดคำสั่งและเวลาที่ LCD MODULE ใช้ในการทำงานแต่ละคำสั่ง	37
2.5	เปรียบเทียบความแตกต่างของมาตราฐานในแต่ละช่วงเวลา	62
2.6	รายละเอียดทางเทคนิค	72
2.7	แสดงสี ความยาวคลื่น แรงดันและวัสดุ	83
2.8	เปรียบเทียบหลอดLEDและความยาวคลื่นของแต่ละสี	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการพัฒนาของเทคโนโลยี RFID ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีคุณสมบัติในการระบุข้อมูลวัตถุโดยใช้คลื่นวิทยุในการติดต่อระหว่างเครื่องอ่านแท็ก (RFID Reader) กับแท็ก (Tag) เทคโนโลยี RFID สามารถตอบสนองความต้องการของประชาชนในสังคมได้หลากหลาย จึงมีการประยุกต์นำเทคโนโลยี RFID ไปใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น ระบบคลังสินค้า ด้านระบบการขนส่ง ด้านการทหาร ด้านการแพทย์และสาธารณสุข ด้านการเกษตรกรรมและปศุสัตว์ ธุรกิจการบิน ธุรกิจการเงิน การศึกษา การท่องเที่ยว การผลิตอุตสาหกรรม เป็นต้น

เนื่องจากเทคโนโลยี RFID มีคุณสมบัติที่โดดเด่นในการอ่านข้อมูลจาก Tag โดยไม่ต้องสัมผัสในระยะการอ่านที่เหมาะสม สามารถอ่านค่าได้แม่นยำแม้ในสภาพที่ทัศนะวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถจะอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง ทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในการจัดเก็บค่าผ่านทางด่วนที่มีปัญหาความล่าช้าเมื่อมีผู้ใช้งานพร้อมกันจำนวนมากจนเกิดการจราจรติดขัด และปัญหาความสิ้นเปลืองพลังงานในการชะลอความเร็วรถและเร่งความเร็วเป็นระยะเมื่อต้องชำระค่าผ่านทางด่วน ซึ่งเทคโนโลยี RFID สามารถนำมาใช้แก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ทำให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการช่องทางด่วนและยังลดค่าใช้จ่ายของระบบจัดเก็บค่าผ่านทางได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อสร้างระบบนำเก็บค่าผ่านทางด่วนโดยไม่ต้องมีการจอดรถ เป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เพื่อพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ให้เกิดประโยชน์โดยต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านการใช้งาน

3) เพื่อศึกษาและออกแบบระบบจัดเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) ใช้เครื่อง RFID Reader ในย่าน UHF ในการอ่านแท็ก ซึ่งสามารถอ่านแท็ก ได้ในระยะที่เหมาะสมและไม่ต้องจอดรถ

2) ใช้ฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถเพิ่ม ลบและแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูลจากโปรแกรมประยุกต์ได้อย่างถูกต้อง

3) ระบบมีการแสดงผลยอดเงินคงเหลือหลังจากคิดค่าบริการผ่านทางบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

4) ระบบมีการแสดงสัญญาณไฟจราจรสีเขียว หากผู้ใช้งานมีแท็กและมียอดเงินเพียงพอในการใช้บริการ และระบบมีการแสดงสัญญาณไฟจราจรสีแดง หากผู้ใช้งานมีแท็ก แต่มียอดเงินไม่เพียงพอในการใช้บริการ

5) ในกรณีที่มีผู้ใช้งานที่ผ่านด่านเก็บค่าผ่านทางขณะที่ไฟจราจรเป็นสีแดง เซนเซอร์จะตรวจจับรถที่ผ่านด่าน และนับจำนวนผู้ใช้งานอัตโนมัติ (counter) และมีคำสั่งให้กล้องจับภาพรถที่ผ่านด่าน เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการออกใบสั่งปรับ

6) สามารถสั่งพิมพ์รายละเอียดรายงานการใช้บริการทางด่วนและใบสั่งซึ่งมีการระบุวันที่และเวลาผ่านเครื่องพิมพ์งาน (Printer) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

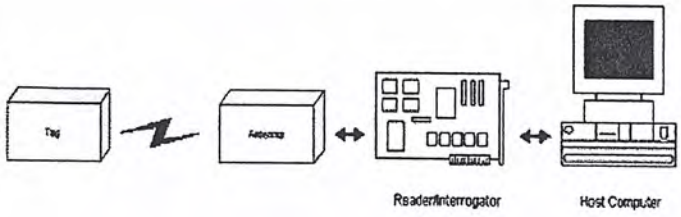
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันนี้ระบบบ่งชี้อัตโนมัติ (Automatic Identification) หรือ Auto ID ถูกนำมาใช้ในการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งระบบ Auto ID ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดคือ ระบบบาร์โค้ด (Barcode System) เนื่องจากมีต้นทุนต่อหน่วยต่ำ ง่ายต่อการใช้งานแต่ระบบบาร์โค้ดก็มีข้อจำกัดหลายประการได้แก่จัดเก็บข้อมูลได้จำกัด เสียหายหรือมีปัญหาระหว่างการอ่านได้ง่าย ระบบ Auto ID ที่รู้จักกรองลงมาคือ ระบบสมาร์ทการ์ด (Smart Card System) เป็นระบบที่กำลังมีบทบาทอย่างรวดเร็ว เราจะพบเห็นสมาร์ทการ์ดในรูปแบบของบัตรต่างๆ เช่นบัตรชมภาพยนตร์ ซิมการ์ดของโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยใช้แถบแม่เหล็กหรือไมโครชิพในการอ่านและเขียนข้อมูล ข้อดีของสมาร์ทการ์ดคือสามารถเก็บข้อมูลได้มากและมีความปลอดภัย แต่เนื่องจากเป็นแถบแม่เหล็กวิธีการอ่านข้อมูลจากสมาร์ทการ์ดจะต้องใช้การสัมผัสทำให้เกิดการสึกหรอของเครื่องอ่านเมื่อใช้ไปนานๆ ระบบ Auto ID อีกชนิดหนึ่งที่เราจะกล่าวถึงนี้เป็นระบบที่ขจัดข้อเสียของทั้งระบบบาร์โค้ดสมาร์ทการ์ดเราเรียกระบบนี้ว่า *RFID (Radio Frequency Identification)* เป็นระบบ Auto ID ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นความถี่วิทยุ เป็นพาหะในการสื่อสารข้อมูล

2.1 RFID (Radio Frequency Identification System)

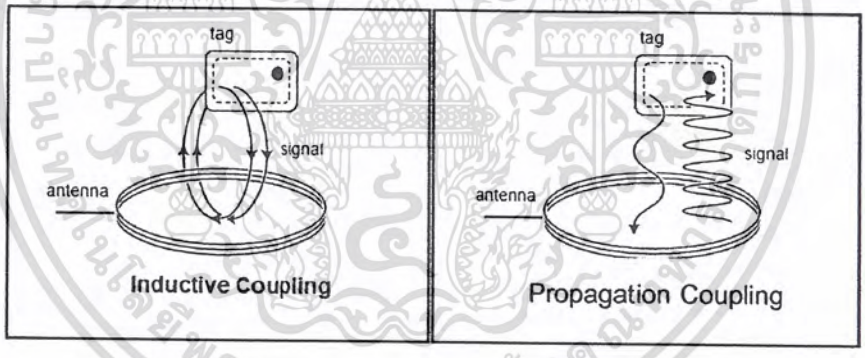
RFID เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมาเป็นคลื่นพาหะเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิดที่เรียกว่า แท็ก (Tag) และตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) โดยการนำข้อมูลที่ต้องการส่ง มาทำการมอดูเลต (Modulation) กับคลื่นวิทยุแล้วส่งออกผ่านทางสายอากาศที่อยู่ในตัวรับข้อมูล ดังแผนผังการทำงานของระบบ RFID ในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ระบบ RFID

การสื่อสารข้อมูลของระบบ RFID คือระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) จะสื่อสารแบบไร้สายผ่านอากาศ โดยจะนำข้อมูลมาทำการมอดูเลต (Modulation) กับคลื่นพาหะที่เป็นคลื่นความถี่วิทยุโดยมีสายอากาศ (Antenna) ที่อยู่ในตัวอ่านข้อมูลเป็นตัวรับและส่งคลื่นซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธีด้วยกันคือ วิธีเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Inductive Coupling หรือ Proximity Electromagnetic) กับ วิธีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Propagation Coupling) ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเหนี่ยวนำแบบคลื่นแม่เหล็กและวิธีแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.1 ความเป็นมาของ RFID Tags

RFID นั่นถูกคิดค้นขึ้นมาตั้งแต่ปลายสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อนำเอาไปใช้ในการสงคราม (ระบบ Friend or Foe ในเครื่องบินรบที่เอาไว้จำแนกศัตรูจากฝ่ายเดียวกัน) เมื่อฝ่ายสัมพันธมิตรมีหลายชาติเข้าร่วมรบ การระบุอากาศยานว่าเป็นของฝ่ายมิตรหรือศัตรูฝ่ายตรงข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง ธงหรือแถบสีที่กำหนดเพื่อสื่อสารระหว่างกันเป็นต้นแบบยุคแรกๆ ของการกำหนดแถบเพื่อสื่อสารถึงกัน

ในยุคปลาย 1980 ถึง 1990 นั้นได้มีการนำเอาระบบ RFID นี้เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมขนส่งและคลังสินค้ากันอย่างแพร่หลาย สายการบินหลายแห่งได้ใช้ RFID เพื่อช่วยในการติดตามสัมภาระของผู้โดยสาร และท่าเรืออีกหลายแห่งก็ใช้ RFID ที่ว่านี้ในการจัดการตู้คอนเทนเนอร์ หนึ่งในนั้นคือท่าเรือแห่งสิงคโปร์ที่ได้ใช้ RFID นี้มานานแล้ว

เนื่องจากอุปกรณ์ RFID ในขณะนั้น ไม่สะดวกในการนำมาใช้งาน เพราะมีขนาดใหญ่ นอกจากนั้นแล้ว ยังมีราคาแพง จึงไม่ได้ความนิยมที่จะนำมาใช้ในเชิงพาณิชยกรรม ต่อมาได้มีการพัฒนา RFID อย่างต่อเนื่อง จนสามารถย่นย่อขนาดลงเป็นแผ่นเล็กๆ (CHIP) ได้จึงมีแนวความคิดหลากหลายที่จะนำ RFID มาใช้ในเชิงพาณิชยกรรม บริหาร และในทางราชการ

2.1.2 องค์ประกอบของระบบ RFID

2.1.2.1 Tags หรือ Transponders

แท็ก (Tag) นั้นเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Transponder มาจากคำว่า Transmitter ผสมกับคำว่า Responder นั่นเอง ถ้าจะแปลให้ตรงตามศัพท์ แท็กก็จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณหรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ในแท็กตอบสนองไปที่ตัวอ่านข้อมูล การสื่อสารระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูลจะเป็นแบบไร้สายผ่านอากาศ ภายในแท็กจะประกอบไปด้วย ชิปสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Chip) ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับสายอากาศ

แท็กอาจมีรูปร่างได้หลายแบบขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน โดยอาจมีรูปร่างเหมือนบัตรเครดิตในการใช้งานทั่วไป หรือเล็กขนาดไส้ดินสอยาวเพียง 10 มิลลิเมตร เพื่อฝังเข้าไปใต้ผิวหนังสัตว์ในกรณีนำไปใช้ในงานปศุสัตว์ หรืออาจมีขนาดใหญ่มากสำหรับแท็กที่ใช้ติดกับเครื่องจักรขณะทำการขนส่ง แท็กอาจนำไปติดไว้กับสินค้าในร้านค้าปลีกทั่วไปเพื่อป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขโมย โดยจะมีการติดตั้งสายอากาศของตัวอ่านข้อมูลขนาดใหญ่ไว้ตรงประตูทางออกเพื่อทำการตรวจจับขโมย

ชิปที่อยู่ในแท็กจะมีหน่วยความจำซึ่งอาจเป็นแบบอ่านได้อย่างเดียว (ROM) หรือทั้งอ่านทั้งเขียน (RAM) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน โดยปกติหน่วยความจำแบบ ROM จะใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย เช่นข้อมูลของบุคคลที่มีสิทธิผ่านเข้าออกในบริเวณที่มีการควบคุมหรือระบบปฏิบัติการ ในขณะที่ RAM จะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการติดต่อสื่อสารกัน

นอกจากนี้อาจมีการนำหน่วยความจำแบบ EEPROM มาใช้ในกรณีต้องการเก็บข้อมูลในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการสื่อสาร และข้อมูลยังคงอยู่ถึงแม้จะไม่มีพลังงานไฟฟ้าป้อนให้แก่แท็ก

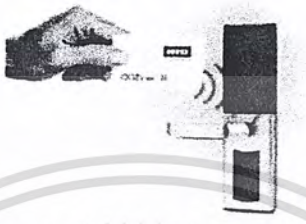
สามารถแบ่งชนิดของแท็กออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แท็กชนิดแอ็กตีฟ (Active Tag) แท็กชนิดนี้จะมีแบตเตอรี่อยู่ภายใน เพื่อป้อนพลังงานไฟฟ้าให้แท็กทำงานโดยปกติ เราจะสามารถทั้งอ่านและเขียนข้อมูลลงในแท็กชนิดนี้ได้ และการที่ต้องใช้แบตเตอรี่จึงทำให้แท็ก ชนิดแอคทีฟมีอายุการใช้งานจำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่หมดก็ต้องนำแท็กไปทิ้งไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากจะมีการ seal ที่ตัวแท็กจึงไม่สามารถเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ อย่างไรก็ตามถ้าเราสามารถออกแบบวงจรของแท็กให้กินกระแสไฟน้อยๆ ก็อาจจะมีอายุการใช้งานนานนับสิบปี แท็กชนิดแอ็กทีฟนี้จะมีกำลังส่งสูงและระยะการรับส่งข้อมูลไกลกว่าแท็กชนิดพาสซีฟ นอกจากนี้ยังทำงานในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนได้ดี

2. แท็กชนิดพาสซีฟ (Passive Tag) จะไม่มีแบตเตอรี่อยู่ภายในแต่จะทำงานโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากตัวอ่านข้อมูล จึงทำให้แท็กชนิดพาสซีฟมีน้ำหนักเบากว่าแท็กชนิดแอ็กทีฟ ราคาถูกกว่า และมีอายุการใช้งานไม่จำกัด แต่ข้อเสียก็คือระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ และตัวอ่านข้อมูลจะต้องมีความไวสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้แท็กชนิดพาสซีฟมักจะมีปัญหาเมื่อนำไปใช้งานในสิ่งแวดล้อมที่มีสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนสูงอีกด้วย แต่ข้อได้เปรียบในเรื่องราคาและอายุการใช้งานทำให้แท็กชนิดพาสซีฟนี้เป็นที่นิยมมากกว่า



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการใช้งานแท็กและตัวอ่านข้อมูล (Reader)

2.1.2.2 Reader หรือ Interrogator

หน้าที่สำคัญของตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ก็คือการรับข้อมูลที่ส่งมาจากแท็ก แล้วทำการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ถอดรหัสข้อมูล และนำข้อมูลผ่านเข้าสู่กระบวนการต่อไป นอกจากนี้ตัวอ่านข้อมูลที่ดีต้องมีความสามารถในการป้องกันการอ่านข้อมูลซ้ำ เช่นในกรณีที่แท็กถูกวางทิ้งอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตัวอ่านข้อมูลสร้างขึ้น หรืออยู่ในระยะการรับส่ง ก็อาจทำให้ตัวอ่านข้อมูลทำการรับหรืออ่านข้อมูลจากแท็กซ้ำอยู่เรื่อยๆไม่สิ้นสุด

ดังนั้นตัวอ่านข้อมูลที่ดีต้องมีระบบป้องกันเหตุการณ์เช่นนี้ที่เรียกว่าระบบ "Hands Down Polling" โดยตัวอ่านข้อมูล จะสั่งให้แท็กหยุดการส่งข้อมูลในกรณีเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว หรืออาจมีบางกรณีที่มีแท็กหลายแท็กอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมกัน หรือที่เรียกว่า "Batch Reading" ตัวอ่านข้อมูลควรมีความสามารถที่จะจัดลำดับการอ่านแท็กทีละตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ

1. ตัวอ่านข้อมูลจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่ามีแท็กเข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการคอยตรวจจับว่ามีการมอดูเลตสัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่

2. เมื่อมีแท็กเข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แท็กจะได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้แท็กเริ่มทำงาน และจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายในแท็ก

3. คลื่นพาหะที่ถูกส่งออกมาจากแท็กจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมปลิจูด, ความถี่ หรือเฟส ขึ้นอยู่กับวิธีการมอดูเลต

4. ตัวอ่านข้อมูลจะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะแปลงออกมาเป็นข้อมูลแล้วทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป

2.1.4 ความถี่ของคลื่นพาหะ

ในปัจจุบันได้มีการรวมกลุ่มระหว่างแต่ละประเทศ เพื่อทำการกำหนดมาตรฐานความถี่คลื่นพาหะของระบบ RFID โดยมีสามกลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มประเทศในยุโรปและอาฟริกา (Region1), กลุ่มประเทศอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ (Region2) และสุดท้ายคือกลุ่มประเทศตะวันออกไกลและออสเตรเลีย (Region3) ซึ่งแต่ละกลุ่มประเทศจะกำหนดแนวทางในการเลือกใช้ความถี่ต่างๆให้แก่บรรดาประเทศสมาชิก

อย่างไรก็ตาม ความถี่ของคลื่นพาหะที่นิยมใช้งานในย่านความถี่ต่ำ ย่านความถี่ปานกลาง และย่านความถี่สูงก็คือ 125 kHz, 13.56 MHz และ 2.45 GHz ตามลำดับ ดังที่แสดงไว้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 นอกจากนี้รัฐบาลของแต่ละประเทศ โดยทั่วไปจะมีการออกกฎหมายเกี่ยวกับระเบียบการใช้งานย่านความถี่ต่างๆ รวมถึงกำลังส่งของระบบ RFID ด้วย

ตารางที่ 2.1 ย่านความถี่ต่างๆ ของระบบ RFID และการใช้งาน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 อัตราการรับส่งข้อมูลและแบนด์วิดธ์

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

2.1.6 ระยะการรับส่งข้อมูลและกำลังส่ง

ระยะการรับส่งข้อมูลในระบบ RFID ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญต่างๆ คือ กำลังส่งของตัวอ่านข้อมูล (Reader/Interrogator Power) กำลังส่งของแท็ก (Tag Power) และสภาพแวดล้อม ส่วนการออกแบบสายอากาศของตัวอ่านข้อมูล จะเป็นตัวกำหนดลักษณะรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกมาจากสายอากาศ ดังนั้นระยะการรับส่งข้อมูล บางทีอาจขึ้นอยู่กับมุมของการรับส่งระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูลด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสำคัญ

ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทั่วไปจะลดลงตามระยะทางโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง แต่ในบางสภาพแวดล้อมซึ่งอาจมีการสะท้อนกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสิ่งต่างๆรอบตัว เช่น โลหะ ก็อาจทำให้ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยอาจแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสี่ ปรากฏการณ์เช่นนี้เราเรียกว่า "Multi-path Attenuation" ซึ่งจะส่งผลให้ระยะการรับส่งข้อมูลสั้นลง หรือแม้กระทั่งความชื้นในอากาศก็อาจมีผลในกรณีที่ความถี่สูงๆ ดังนั้นการนำระบบ RFID ไปใช้งานก็ควรมีการคำนึงถึงสภาพแวดล้อมเพราะจะมีผลกระทบกับระยะการรับส่งข้อมูล และพยายามติดตั้งระบบให้ห่างไกลจากโลหะ ซึ่งอาจทำให้เกิดการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังส่งของแท็กที่จะส่งกลับมายังตัวอ่านข้อมูลนั้น โดยทั่วไปจะมีกำลังที่ต่ำมาก เมื่อเทียบกับกำลังส่งของ ตัวอ่านข้อมูล ดังนั้นความไวในการตรวจจับสัญญาณของตัวอ่านข้อมูล ก็เป็นอีกจุดหนึ่งที่ต้องพิจารณา

ถึงแม้ในทางเทคนิคเราจะสามารถทำให้ตัวอ่านข้อมูลมีกำลังส่งมากแค่ไหนก็ได้ แต่ โดยทั่วไปก็จะถูกจำกัดโดยกฎหมายของแต่ละประเทศ เช่นเดียวกับความถี่ ดังนั้นในระบบ RFID โดยทั่วๆไปจะมีกำลังส่งเพียงระหว่าง 100 -500 mW

2.1.7 ประเภทของ RFID

2.1.7.1 จำแนกตามหน่วยความจำในระบบ RFID

1) RFID ชนิด 1 บิต (1 Bit Type)

RFID ชนิดนี้หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า EAS (Electronic Article Surveillence) เป็น RFID ที่ใช้แท็กที่ไม่มีไมโครชิพ RFID ระบบนี้จะตรวจสอบเฉพาะว่ามีแท็กอยู่ในพื้นที่สัญญาณหรือไม่ดังนั้นสถานะจึงแสดงเพียงแค่มีหรือไม่มีซึ่งเป็นรหัสดิจิตอล 0 หรือ 1 นั่นเองเนื่องจากการทำงานของ RFID ระบบนี้ง่ายและไม่ซับซ้อนและแท็ก มีราคาถูกมาก ระบบจึงถูกนำมาใช้กับการป้องกันสินค้าถูกขโมยในห้างร้านต่างๆ โดยแท็กจะติดอยู่กับตัวสินค้าหรือซ่อนไว้ข้างหลังบาร์โค้ดอีกที เครื่องอ่านจะออกแบบเป็นโครงสายอากาศสูงประมาณ 1-1.2 เมตร อยู่ที่ทางออกของร้านค้านั่นๆ เมื่อสินค้าที่มีแท็ก ติดอยู่ผ่านบริเวณเสาอากาศนี้ก็จะถูกตรวจจับได้จาก การคล้องสัญญาณจากสายอากาศและแท็ก จึงสามารถตรวจจับสินค้าที่ถูกนำออกไปได้แท็กจะถูกดึงออกหรือใช้เครื่องทำลายความเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เคาน์เตอร์แคชเชียร์ เมื่อสินค้าถูกนำมาชำระเงิน ซึ่งเราจะพบเห็นระบบ EAS (Electronic Article Surveillence) มากในซุปเปอร์มาร์เก็ต หรือดีสเคาน์สโตร์ต่างๆ เช่น คาร์ฟูร์ โลตัส Bigc หรือร้านขายเสื้อผ้า CD ต่างๆ เช่น TEN&CO แมงป่อง ฯลฯ ช่วงความถี่ที่ใช้งานจะเป็นช่วงความถี่ Microwave เนื่องจากระบบในการสื่อสารค่อนข้างไกล

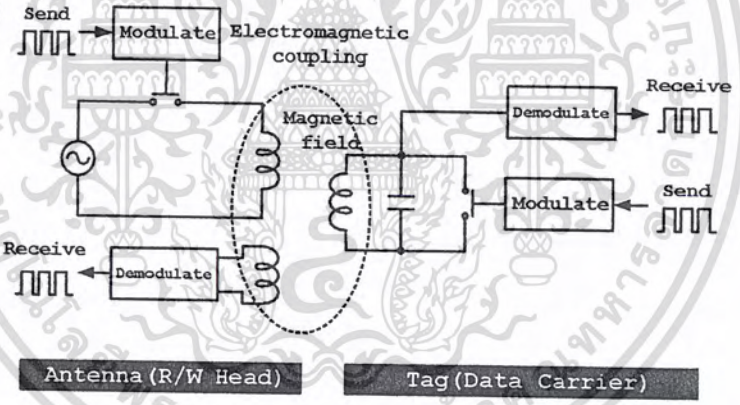
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) RFID ชนิดหน่วยความจำมากกว่า 1 บิต (Data Carrier Type)

RFID ชนิดนี้จะใช้แท็ก ที่มีไมโครชิพและหน่วยความจำเป็นส่วนประกอบสำคัญที่มีราคาสูงกว่าแท็กชนิดEASโดยบางชนิดสามารถเก็บข้อมูลได้สูงสุดถึง 64 กิโลไบต์ ใช้ในงานอุตสาหกรรมหรืองานทั่วไปที่ต้องใช้ แท็ก ในการเก็บข้อมูล ในเอกสารฉบับนี้จะอ้างอิงถึงระบบ *RFID* ใช้แท็กที่มีหน่วย ความจำมากกว่า 1 บิตเท่านั้นทั้งทฤษฎีและการนำไปใช้งานยังจะมีอธิบายในหัวข้อต่อไป

2.1.7.2 จำแนกโดยลักษณะการคล้องของสัญญาณ

1) คัปปลิ้งแบบปิด (Close-Coupling)



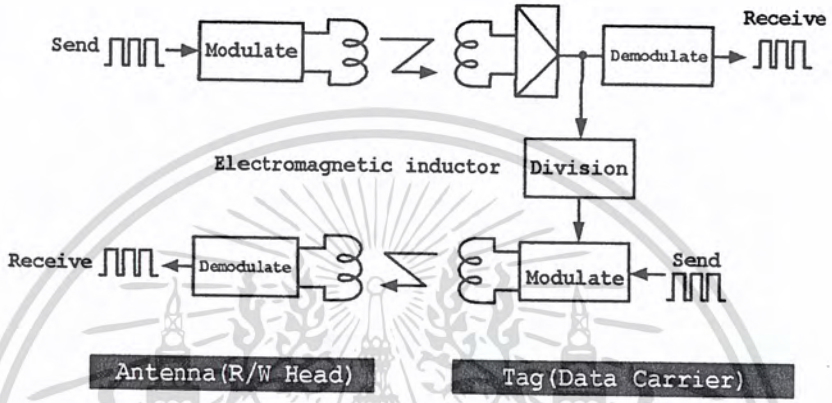
รูปที่ 2.4 วงจรเทียบเคียงคัปปลิ้งแบบปิด

จากรูปที่ 2.4 เป็น RFID ที่มีระยะในการ อ่าน/เขียน ข้อมูลสั้นมากประมาณ 0-1 เซนติเมตร ดังนั้น แท็กจะต้องอยู่ใกล้หรือวางอยู่บนเครื่องอ่าน คัปปลิ้งแบบปิดนี้จะสามารถใช้คลื่นความถี่ได้ตั้งแต่ 0 Hz จนถึง 50 MHz เนื่องจากการทำงานของแท็กไม่อาศัยการส่งพลังงานจากการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องอ่านแต่อาศัยการเหนี่ยวนำเหมือนหลักการของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้เกิดพลังงานที่ทำให้วงจรภายในแท็กทำงานได้ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัปปลิ้งแบบปิด จะนิยมมาใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยค่อนข้างสูง แต่ไม่ต้องการติดต่อได้ไกล เช่น ประตูอัตโนมัติหรือสมาร์ทการ์ดไร้สัมผัส (Contactless Smart Cards)

2) คับปลิ้งแบบรีโมท (Remote Coupling)

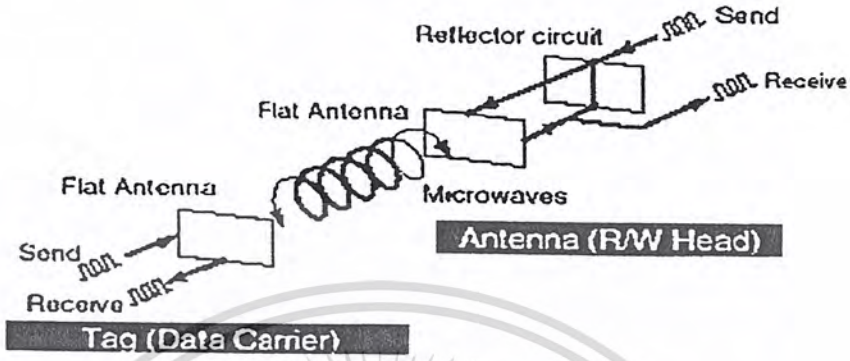


รูปที่ 2.5 วงจรเทียบเคียงของการคับปลิ้งแบบรีโมท หรือ การคับปลิ้ง โดยการเหนี่ยวนำ

จากรูปที่ 2.5 เป็นระบบที่มีระยะการอ่าน/เขียนสูงถึง 1 เมตร ระบบนี้จะใช้หลักการคล้องสัญญาณแบบ การคับปลิ้งโดยอาศัยการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กระหว่างเครื่องอ่านกับแท็กประมาณ 90-95% ของระบบ RFID ในปัจจุบันใช้หลักการคับปลิ้งแบบรีโมทนี้แถบความถี่ที่ใช้งานหลายความถี่ตั้งแต่ต่ำกว่า 135 KHz หรือ 13.56 MHz และ 27.125MHz พลังงานไฟฟ้าจะถูกส่งโดยหลักการแผ่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปให้แท็ก ทำให้แท็กได้รับพลังงานสามารถทำงานได้ ระบบคับปลิ้งแบบรีโมทนี้จะพบมากในลักษณะงานอุตสาหกรรมเช่น รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ช่วงระยะไกล (Long Range)



รูปที่ 2.6 วงจรเทียบเคียงในระยะไกล

จากรูปที่ 2.6 ในระบบนี้จะมีระยะการอ่าน/เขียนอยู่ระหว่าง 1-10 เมตรหรือบางระบบอาจสูงกว่านี้ ความถี่ที่ใช้ในระบบนี้จะเป็นขนาดที่มีความถี่สูงมากหรือไมโครเวฟ (Microwave Range) ซึ่งปกติที่ความถี่ 2.45 GHz หรือบางครั้งจะพบที่ 915 MHz, 5.8 GHz และ 24.125 GHz แต่การส่งพลังงานจากตัวเครื่องอ่านไปยังแท็กทำได้ยาก ดังนั้นแท็กที่ใช้งานจะเป็นชนิดที่มีแบตเตอรี่ในตัวซึ่งจะใช้สำหรับ เป็นไฟเลี้ยงที่ทำให้ไมโครชิพทำงานและเก็บรักษาข้อมูล ลักษณะงานที่พบเห็นจะเป็นลักษณะงานที่ต้องการการสื่อสารระยะไกล เช่นในกระบวนการผลิตรถยนต์ ระบบชำระเงินอัตโนมัติของทางด่วนที่จำแนกตามความสามารถของระบบ

4) ระบบอ่านอย่างเดียว (Read Only System)

ถือว่าเป็นระบบที่เทคโนโลยีต่ำที่สุด แท็กมีข้อมูลซึ่งจะอยู่ในรูปของ ซีเรียลนัมเบอร์และไม่สามารถเขียนข้อมูลใหม่ลงไปได้ เหมาะกับงานที่ต้องการอ่านอย่างเดียว เพื่อแยกแยะความแตกต่างของสินค้าหรือบุคคล ระบุชนิดของสินค้า หรือตู้คอนเทนเนอร์มีราคาต่ำกว่า ความถี่ที่ใช้งานจะอยู่ที่ต่ำกว่า 135 KHz หรือ 2.45 GHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

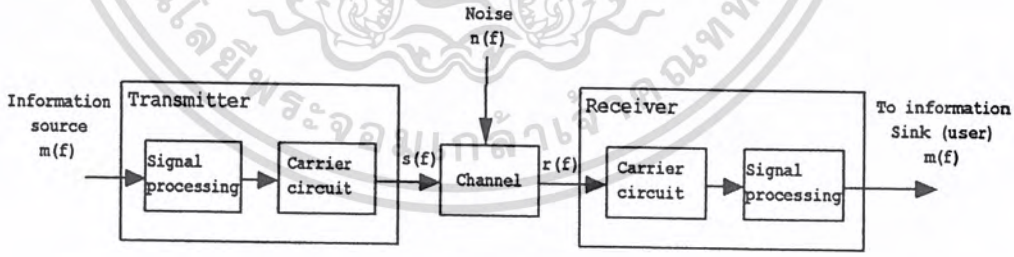
5) ระบบอ่านเขียน (Read-Write System)

จะจัดอยู่ในระยะช่วงกลาง ของระบบ RFID แท็กสามารถเขียนข้อมูลซ้ำได้โดยความจุจะอยู่ที่16 ไบต์จนถึงมากกว่า 16 กิโลไบต์ หน่วยความจำที่ใช้จะเป็นชนิด EEPROM หรือ SRAM ความถี่ที่ใช้งานจะเป็น 135 KHz, 13.56 MHz, 27.125 MHz และ 2.45 GHz

6) ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocesser System)

ระบบนี้จะจัดอยู่ประเภทเทคโนโลยีสูงเพราะมีตัวไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวประมวลผลในแท็ก สามารถประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายและมีฟังก์ชันการสร้างรหัสลับ (Cryptological Functions) สามารถนำไปใช้งานที่เกี่ยวข้องกับ การรักษาความปลอดภัยส่วนมากระบบนี้จะใช้ผ่านความถี่ที่ 13.56 MHz หน่วยความจำที่ใช้งานจะมีขนาดตั้งแต่น้อยๆ จนถึง 16 กิโลไบต์ และหน่วยความจำจะเป็นชนิด EEPROM

2.1.8 เทคโนโลยีการเข้ารหัส/ถอดรหัสของระบบ RFID (Coding And Modulation)



รูปที่ 2.7 การไหลของสัญญาณและข้อมูลในระบบการสื่อสารแบบดิจิตอล

จากรูปที่ 2.7 แสดงกระบวนการสื่อสารแบบดิจิตอล คือการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านกับแท็ก ในระบบ RFID นั่นเอง กระบวนการสื่อสารจะอาศัยหลักการดังนี้ การเข้ารหัสข้อมูล

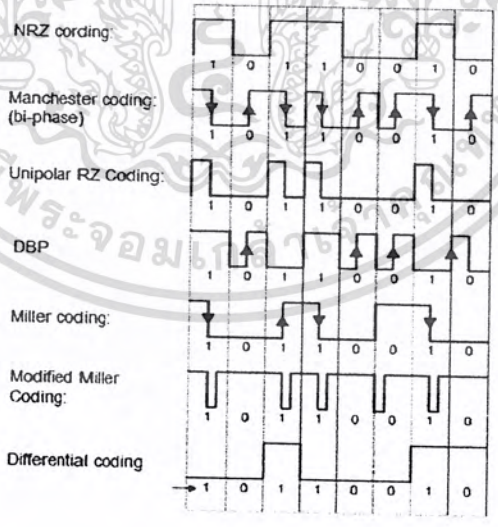
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Signal Coding) การผสมรหัสข้อมูลเข้ากับคลื่นพาหะ (Modulation) การส่งคลื่นสัญญาณออกไป (Transmission) การถอดรหัสข้อมูลออกจากคลื่นพาหะ (Demodulation) การแปลงรหัสสัญญาณข้อมูล (Signal Encoding)

2.1.8.1 การเข้ารหัส (Coding)

การส่งข้อมูลแบบตรงไปตรงมา จะทำให้ข้อมูลที่ส่งและรับนั้นมีความยาวเกินไปจึงมีการคิดค้นการเข้ารหัส ซึ่งการใช้รหัสจะช่วยการส่งและรับสิ้นสุดลงและไม่ถูกรบกวนจากสิ่งรบกวนภายนอก การเข้ารหัส มักเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการสื่อสารแบบดิจิตอล

ในระบบการสื่อสารแบบดิจิตอลนั้นจะใช้สัญลักษณ์ 0 กับ 1 แทนข้อมูล โดยความแตกต่างของข้อมูลจะเป็นตัวกำหนดค่า 0 กับ 1 ของแต่ละบิตข้อมูล ข้อมูลจะถูกจัดเรียงเป็นแนวนอนหรือเส้นตรง (Line code) ซึ่งมาตรฐานของรหัสข้อมูลที่ปันเส้นตรง จะมีหลายมาตรฐานดังนี้



รูปที่ 2.8 ชนิดของรหัสข้อมูล ที่ใช้ในระบบ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

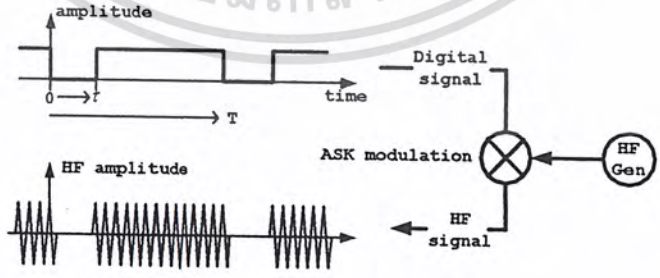
จากรูปที่ 2.8 เราจะพบว่ามาตรฐานของรหัสข้อมูล มีอยู่หลายชนิด แตกต่างคือลักษณะการแสดงค่า 0 กับ 1 ที่ให้ลักษณะสัญญาณแตกต่างกัน Line code ที่พบบ่อยและที่นิยมใช้ก็คือ NSR และManchester Coding NSR Coding: สัญลักษณ์แทนค่า "1" คือช่วงสัญญาณเป็น "High" สัญลักษณ์แทนค่า "0" คือช่วงสัญญาณเป็น "Low" Manchester Coding: สัญลักษณ์ "1" จะแทนด้วยช่วงขอบขาลงของสัญญาณ สัญลักษณ์ "0" จะแทนด้วยช่วงขอบขาขึ้นของสัญญาณ

2.1.8.2 การผสมข้อมูลแบบดิจิตอล (Digital Modulation Procedure)

เนื่องจากหลักการพื้นฐานของ RFID คือใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสารรับส่งข้อมูล ดังนั้นก่อนการสื่อสารจะต้องมีกระบวนการการผสมข้อมูลที่เข้ารหัสไว้แล้วไปกับคลื่นพาหะ (Modulation) แต่เนื่องจากลักษณะข้อมูลเป็นดิจิตอลจึงต้องใช้วิธีการผสมแบบดิจิตอลซึ่งจะแตกต่างจากการผสมแบบอนาล็อกที่ใช้กันอยู่หลายระบบในปัจจุบัน เช่น FM และ AM การผสมข้อมูลแบบดิจิตอลมี 3 วิธีดังนี้

1) Amplitude Shift Keying (ASK)

เป็นการผสมข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของยอดคลื่นพาหะ (Amplitude) เป็นตัวแสดงลักษณะข้อมูล โดยความถี่ของคลื่นพาหะไม่เปลี่ยนแปลง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของยอดคลื่นเป็นดังรูปที่ 2.9

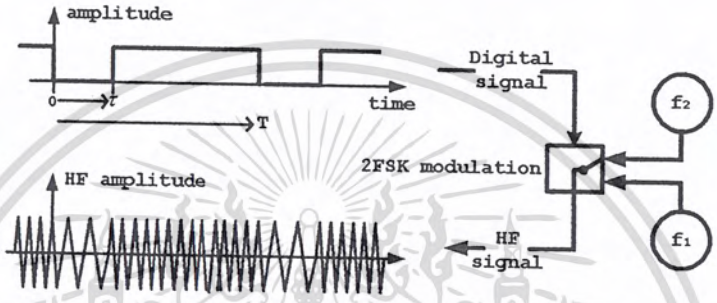


รูปที่ 2.9 ASK ความสูงของยอดคลื่นจะเปลี่ยนสถานะอยู่ 2 สถานะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ผสมเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119538

2) 2 Frequency Shift Keying (2FSK)

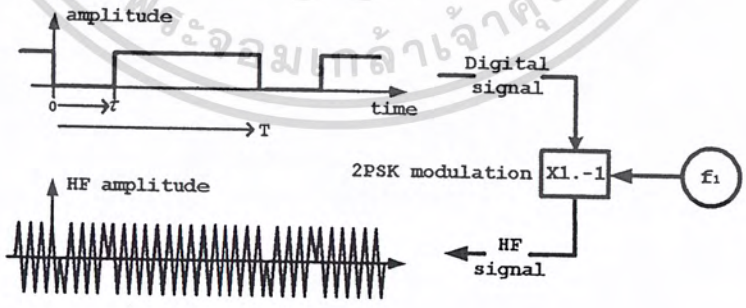
วิธีนี้จะอาศัยหลักการการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นพาหะระหว่างสองความถี่ขึ้นอยู่กับสถานะข้อมูล 0 กับ 1 โดยความสูงของยอดคลื่น (Amplitude) ไม่เปลี่ยนแปลงดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 2FSK จะเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นตามข้อมูลที่ผสมเข้ามา

3) 2Phase Shift Keying (2PSK)

วิธีนี้จะใช้หลักการการเปลี่ยนเฟสของลูกคลื่นเป็นตรงกันข้าม (0 องศา กับ 180 องศา) เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 2.11

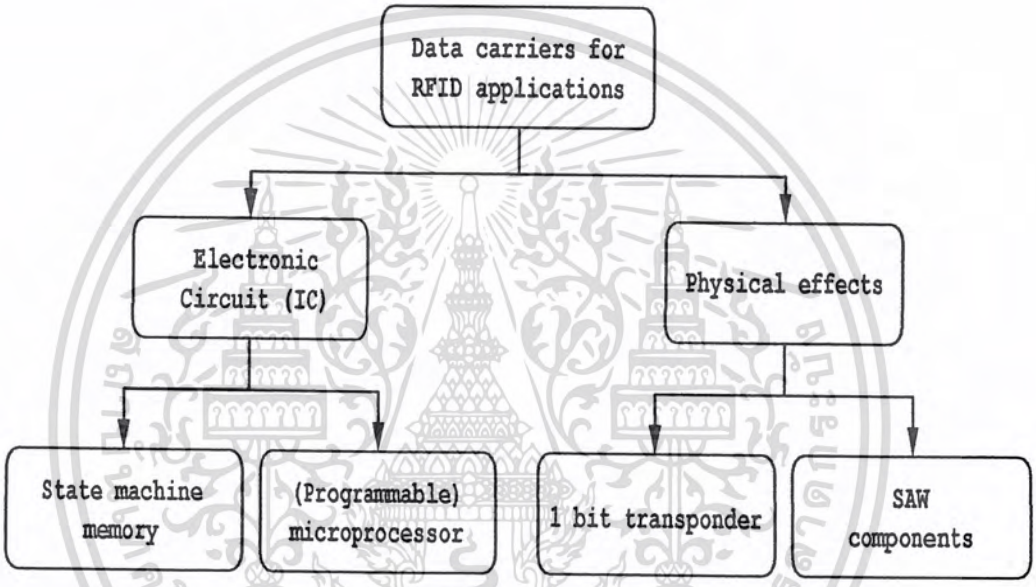


รูปที่ 2.11 PSK จะกลับเฟสทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 สถาปัตยกรรมของแท็ก

แท็กหรือ Data Carrier ที่ใช้ในระบบ แบ่งตามโครงสร้างภายในได้เป็นประเภทใหญ่ๆได้ 2 ประเภท คือ แท็กแบบใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ (EIectronic Circuit) กับแบบที่ไม่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์หรือชนิดที่ทำหน้าที่ตอบสนองต่อคลื่นสัญญาณเท่านั้น (Physical Effect) โดยที่แต่ละชนิดจะแบ่งออกเป็นชนิดย่อย ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ชนิดของแท็ก RFID แบ่งตามสถาปัตยกรรมพื้นฐาน

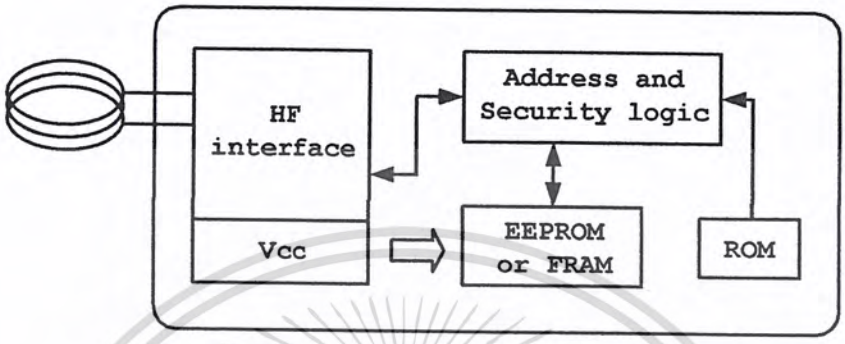
2.1.9.1 Electronic Data Carrier

1) แท็กที่มีเฉพาะหน่วยความจำอย่างเดียว (Memory Function Tansponder)

แท็กชนิดนี้จะมีตั้งแต่ชนิดที่ใช้อ่านอย่างเดียวจนถึงมีความสามารถสูง (High End Transponder)โดยหน่วยความจำที่ใช้จะมีตั้งแต่ RAM, ROM,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EEPROM หรือ FRAM และส่วนของ การเชื่อมต่อทาง HF สำหรับสร้างพลังงานเพื่อใช้งานในแท็ก



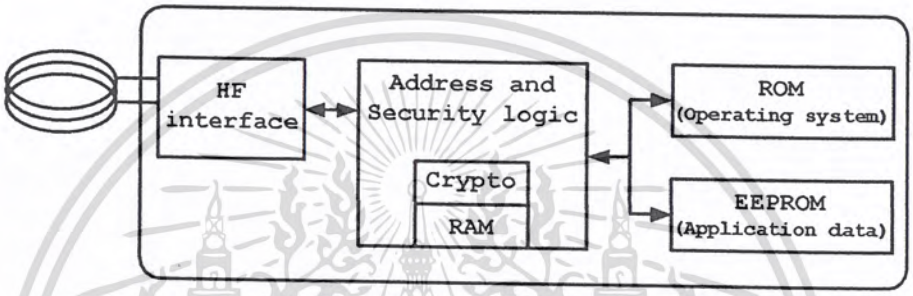
รูปที่ 2.13 บล็อกไดอะแกรมของแท็กชนิดมีหน่วยความจำ

จากบล็อกไดอะแกรมดังแสดงในรูปที่ 2.13 ส่วนของการเชื่อมต่อทาง HF จะมีวงจรคล้องสัญญาณเรดติไฟเออร์ สัญญาณนาฬิกาและวงจรผสม/ถอดข้อมูล (Modulation/Demodulation) วงจรของการเชื่อมต่อทางความถี่สูง (HF) จะเป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับเครื่องอ่านและเป็นวงจรในการสร้างพลังงานที่เป็นแรงดันไฟฟ้า (vcc) ขึ้นมาเพื่อใช้ในการทำงานของแท็กในส่วนของแอดเดรส และซีเคียวริตี้ลอจิก จะเป็นส่วนในการคำนวณทางตรรก (logic) ในส่วนนี้จะมีหัวใจสำคัญคือ สเตทแมชชีน ทำหน้าที่ประมวลผลในการคำนวณเหมือนไมโครโปรเซสเซอร์แต่มีขีดจำกัดในการทำงาน ไม่สามารถทำฟังก์ชั่นที่ซับซ้อนได้และในส่วนนี้ยังทำหน้าที่ในการติดต่อกับหน่วยความจำเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลที่ได้รับมาจากเครื่องอ่านได้ นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันรักษาข้อมูลความลับ (Security) โดยสามารถกำหนดรหัสส่วนตัวเพื่อป้องกันไม่ให้ ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตสามารถอ่านข้อมูลจากแท็กได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แท็กชนิดไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocesser Transponder)

แท็กชนิดนี้จะมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหัวใจในการประมวลผลสามารถทำฟังก์ชั่นที่ซับซ้อนได้ ดังนั้นจึงสามารถถูกนำไปประยุกต์ใช้งานที่กว้างขวางและเป็นแท็กชนิดที่ใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน



รูปที่ 2.14 บล็อกไดอะแกรมของแท็กชนิดไมโครโปรเซสเซอร์

จากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2.14 ส่วนประกอบสำคัญจะมีการเชื่อมต่อทาง HF,CPU และทั้งที่ใช้งาน Operation system ซึ่งใช้หน่วยความจำ ROM และหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล

2.1.10 เทคโนโลยีของหน่วยความจำ

2.1.10.1 RAM (Random Access Memory)

เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวข้อมูลจะสูญหายเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงดังนั้นหน่วยความจำชนิดนี้จึงจำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองอยู่ภายในแท็กด้วย ข้อดีของหน่วยความจำชนิดนี้คือสามารถเก็บข้อมูลได้มาก เวลาในการอ่าน/เขียนข้อมูลสั้น แท็กที่ใช้หน่วยความจำที่ต้องมีแบตเตอรี่จะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าแท็กชนิดที่เป็นแอคทีฟ

2.1.10.2 EEPROM (Electronic Erasable PROM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ในการสำรองไฟเพื่อรักษาข้อมูล เพราะภาพในวงจรจะมีคาปาซิเตอร์ ชนิดพิเศษทำหน้าที่ชาร์ตประจุไฟฟ้าให้กับวงจรของหน่วยความจำซึ่งมีอายุยาวนานถึง 10 ปี จำนวนครั้งในการเขียนข้อมูลมากกว่า 100,000 ครั้ง แต่ว่าในการอ่าน/เขียนข้อมูลนานกว่า และความจำก็น้อยกว่าด้วย

2.1.10.3 FRAM (Ferroelectric RAM)

EEPROM มีข้อเด่นคือเป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องมีแบตเตอรี่แต่ ข้อเสียคือใช้เวลาในการเขียนข้อมูลมากและใช้พลังงานมากในการเขียนข้อมูล จึงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาข้อบกพร่องของ EEPROM คือสามารถเขียนข้อมูลได้เร็วกว่าใช้พลังงานน้อยกว่าการเขียนข้อมูลซ้ำได้มากกว่า 1,000,000,000 ครั้งและไม่ต้องมีแบตเตอรี่เหมือนกัน แท็กที่ใช้หน่วยความจำที่ไม่ต้องมีแบตเตอรี่เรียกว่า พาสซีพ

2.1.11 การป้องกันการชนกันของสัญญาณข้อมูล (Anti-Collision)

ในการที่จะรับข้อมูลจากแท็กส์หลาย ๆ อัน ทั้งแท็กส์และตัวเครื่องอ่านต้องได้รับการออกแบบให้รองรับสภาวะที่มีแท็กส์มากกว่า 1 อันทำงาน (ส่งสัญญาณ) มิเช่นนั้นแล้วสัญญาณพาหะก็จะมีการส่งออก ในเวลาเดียวกันทำให้เกิดการชนของสัญญาณ (Collusion) จะทำให้ไม่มีข้อมูลใด ๆ ส่งถึงตัวเครื่องอ่านเลย การติดต่อระหว่างแท็กส์กับตัวเครื่องอ่านเปรียบเสมือนบัสแบบอนุกรม แต่บัสชนิดนี้จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการส่งสัญญาณ ในระบบบัสที่ใช้เคเบิ้ลเป็นตัวกลางก็ต้องมีการควบคุมไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณ RFID ก็จำเป็นที่จะต้องมีการป้องกันให้มีการส่งสัญญาณจากแท็กส์อันเดียวต่อช่วงเวลานั้นเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S2313

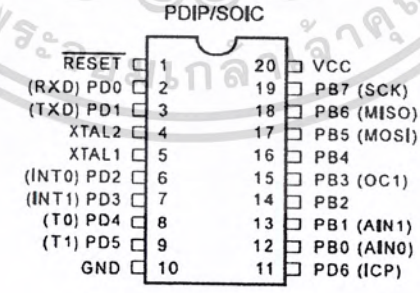
2.2.1 คุณสมบัติพื้นฐานของ AT90S2313

คุณสมบัติที่สำคัญของ AT90S2313 มีดังนี้

1. มีหน่วยความจำอีพรอม 128 ไบต์
2. มีหน่วยความจำแรม 128 ไบต์
3. มีพอร์ทอินพุต เอาต์พุต ขนาด 8 บิต 4 พอร์ท
4. มีไทม์เมอร์ 8 บิต 1 ตัว
5. มีไทม์เมอร์ 16 บิต 1 ตัว
6. มีพอร์ทอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)
7. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 20 ขา

2.2.2 ลักษณะการจัดขาต่าง ๆ ของ AT90S2313

ไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S2313 โครงสร้างไอซีเป็นแบบ DIP มีขาทั้งหมด 20 ขา โดยขาต่าง ๆ จะใช้เป็นขาพอร์ทอินพุต เอาต์พุต ขาสัญญาณควบคุม ขาตำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูลดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ขาต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S2313

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ความหมายของขาต่าง ๆ มีดังนี้

Vcc หรือ ขา 20 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ เชื่อมกับแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจร

พอร์ท B (PB7 ..PB0) ทำหน้าที่เป็นพอร์ท I/O หรือพอร์ทอินพุตและเอาต์พุต 8 บิต

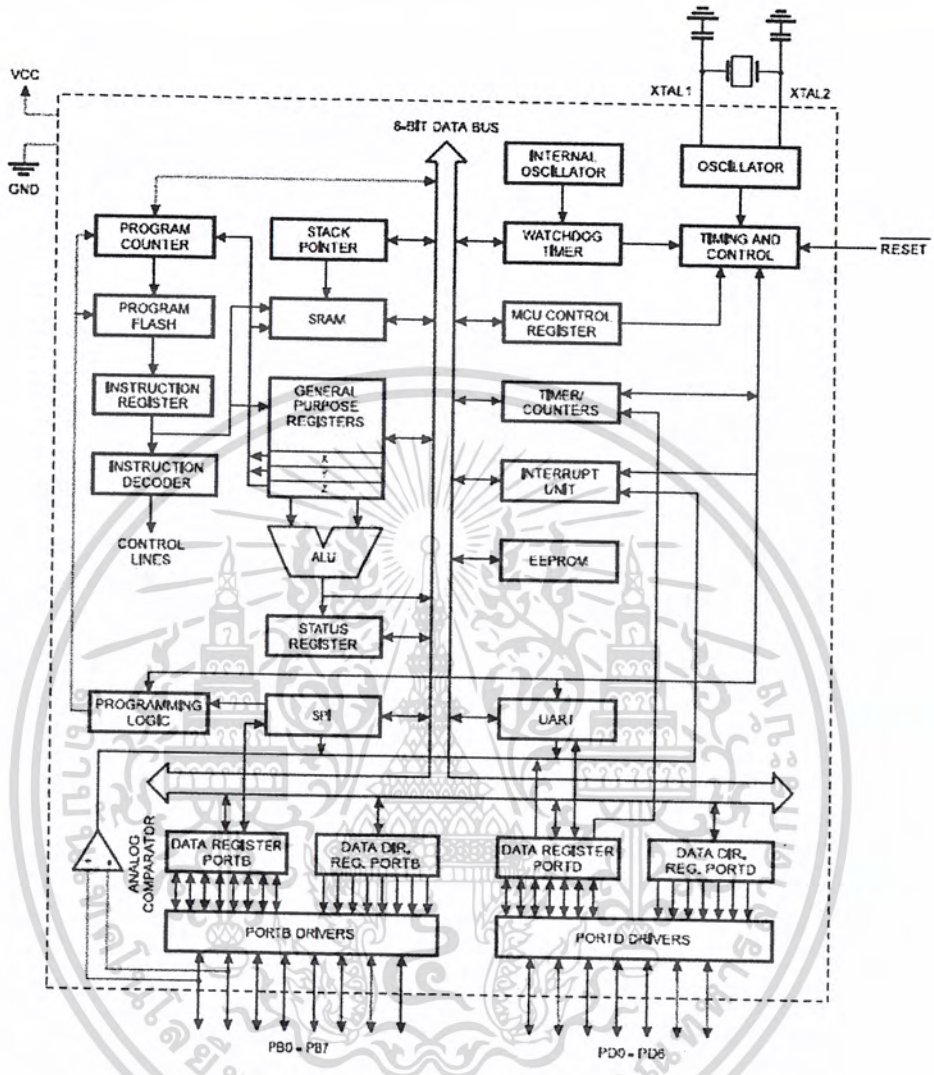
พอร์ท D (PD6 ..PD0) ทำหน้าที่เป็นพอร์ท I/O หรือพอร์ทอินพุตและเอาต์พุต 7 บิต

RESET หรือ ขา 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ รีเซตอินพุตขณะเกิดการออสซิสเลส

XTAL1 หรือขา 5 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ ใส่อินพุตเข้าไปเปลี่ยนกำลังขยายของกระบวนการออสซิสเลส และวงจรปฏิบัติการของนาฬิกาภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

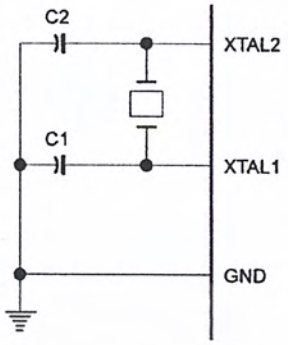
XTAL2 หรือขา 4 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่ส่งเอาต์พุตออกจากกระบวนการขยายของการออสซิสเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

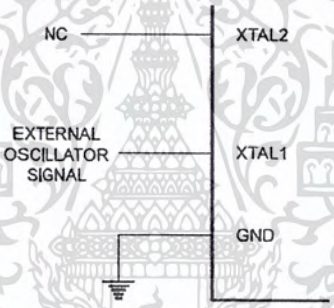


รูปที่ 2.16 บล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S2313

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ AT90S2313
กับคริสตัลกำเนิดความถี่สัญญาณนาฬิกา



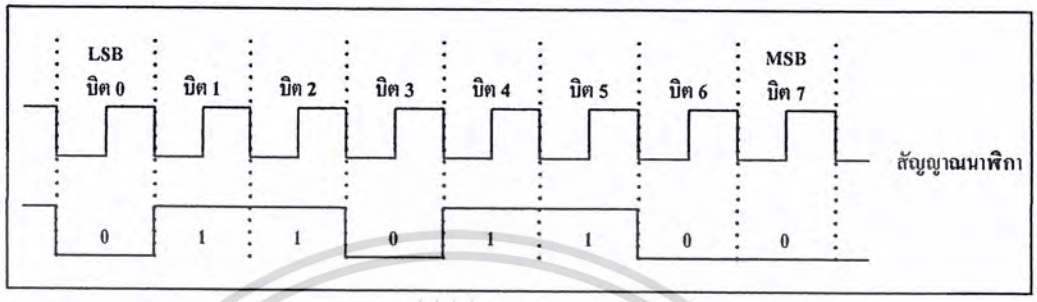
รูปที่ 2.18 การตั้งค่าแรงขับนาฬิกาจากภายนอก

2.3 การสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นจะแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่กับการรับและส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสก็คือคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกันแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้น คือ สัญญาณนาฬิกา, ข้อมูล และกราวด์ รูปที่ 2.19 แสดงให้เห็นถึงไทม์มิ่งไดอะแกรมของการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส



รูปที่ 2.19 รูปแบบอย่างง่ายที่สุดของข้อมูลอนุกรม

2.4 มาตรฐานพอร์ทอนุกรมแบบอาร์เอสสองสามสอง (RS-232)

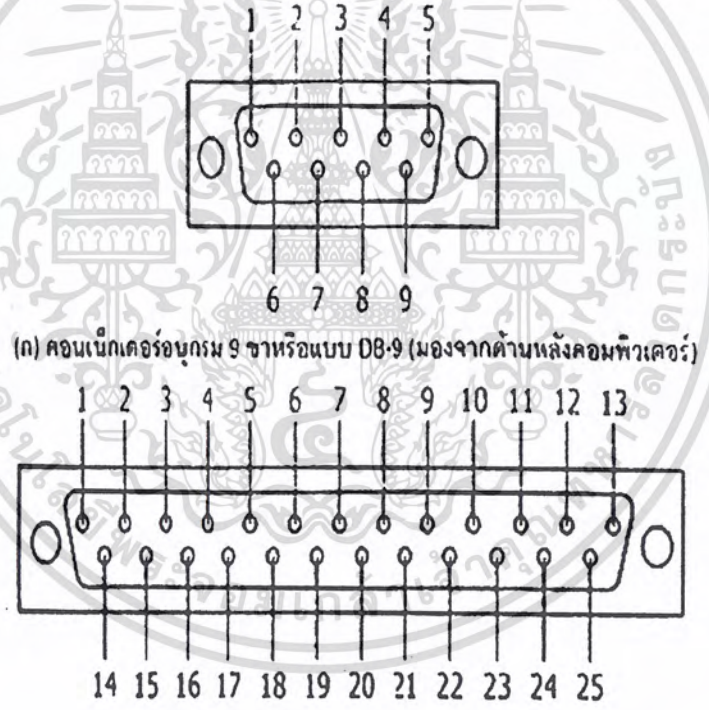
มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม อาร์เอสสองสามสอง เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน อาร์เอสสองสามสอง ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่าสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association: EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบดีบียี่สิบห้า (DB-25) โดยกำหนดความยาวของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -15 โวลท์ แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3 ถึง +15 แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

มาตรฐาน อาร์เอสสองสามสอง ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลไว้ว่าอุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS-232 ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE คือ คอนเน็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์พอร์ทอนุกรม อาร์เอสสองสามสอง มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มหรือ เมาส์โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร และคอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ท อาร์เอสสองสามสอง จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้ หรือ DB-9 ตัวผู้ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่น ๆ ที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนักจึงถูกยกเลิกไป โดยพอร์ตอนุกรมมีตำแหน่งขาดังรูปที่ 2.20



(ก) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขาหรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)

(ข) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 25 ขาหรือแบบ DB-25 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)

รูปที่ 2.20 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ทอนุกรมตามมาตรฐาน
อาร์เอสสองสามสอง ทั้งแบบ DB-9 และ DB–25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งและชื่อขาของ DB-9 และ DB-25

คอนเน็กเตอร์ DB-9	คอนเน็กเตอร์ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect :DCD	อินพุต
2	3	Received Data : RxD	อินพุต
3	2	Transmitted Data : TxD	เอาท์พุต
4	20	Data Terminal Ready : DTR	เอาท์พุต
5	7	Signal Ground : GND	
6	6	Data Set Ready : DSR	อินพุต
7	4	Request To Send : RTS	เอาท์พุต
8	5	Clear To Send : CTS	อินพุต
9	22	Ring Indicator : RI	อินพุต

สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกดังในรูปที่ 2.21 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูล ในรูปที่ 2.21 (ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบนัลโมเด็ม (Null modem) หรือการเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็กเต็มรูปแบบ ส่วนในรูปที่ 2.21 (ข) เป็นการเชื่อมต่อแบบนัลโมเด็มในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูลอีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์ สำหรับรายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรมอาร์เอสสองสามสอง มีดังนี้

- **Data Carrier Detect**: DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก

- **Received Data**: RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจีสเตอร์ บัฟเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Transmitted Data**: TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

- **Data Terminal Ready**: DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่า ต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบนัลโมเด็ม ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับ ขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

- **Signal Ground**: GND ขากราวด์ของระบบ

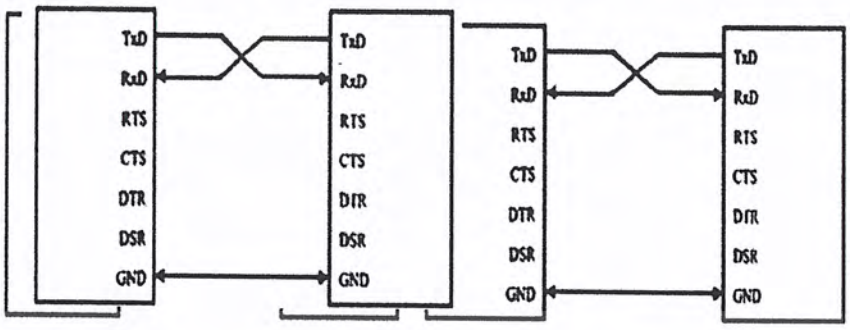
- **Data Set Ready**: DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

- **Request To Send**: RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบนัลโมเด็ม 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา DTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อจะให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

- **Clear To Send**: CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

- **Ring Indicator** : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 (ก) การเชื่อมต่อแบบนัลโมเด็ม (Null modem)
(ข) การเชื่อมต่อต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์แบบอาร์เอสสองสามสองโดยใช้สายสัญญาณ 3 เส้น

2.5 การสื่อสารอนุกรมยูเออาร์ที (UART: Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

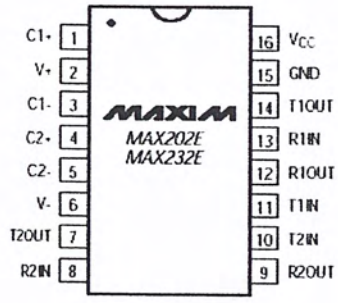
ยูเออาร์ทีเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์นั้นยูเออาร์ทีถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่หลักของยูเออาร์ที คือทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วส่งออกไปและทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายังยูเออาร์ที ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจากยูเออาร์ทีจะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังแจ้งข้อมูลอื่น ๆ ให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (Board Rate), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี้, เฟรมข้อมูล, โอเวอร์รัน) เป็นต้น

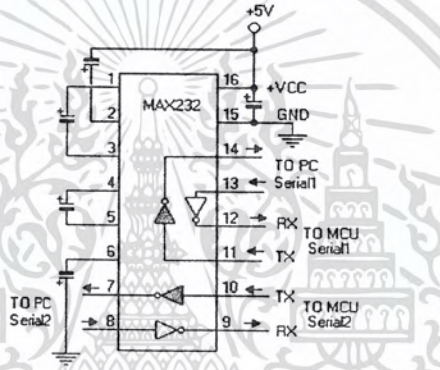
2.5.1 ไอซี MAX232

MAX232 เป็นไอซีที่แปลงระดับสัญญาณของ RS-232 มาเป็นระดับ TTL และในทำนองเดียวกันก็แปลงระดับสัญญาณ TTL ไปเป็นระดับสัญญาณ RS-232

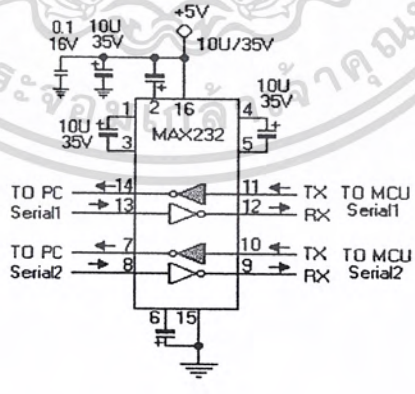
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 แสดงตำแหน่งขาของไอซี MAX232



รูปที่ 2.23 แสดงรูปวงจรภายในของMAX232



รูปที่ 2.24 แสดงการต่อใช้งาน MAX232 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

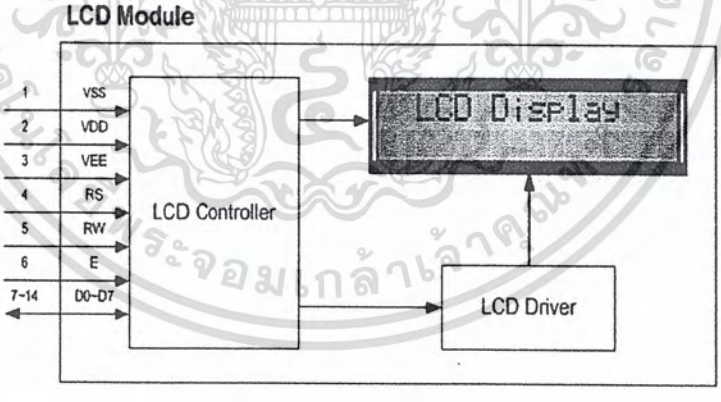
2.6 โครงสร้าง LCD Module

ใน LCD Module จะมีส่วนประกอบหลัก ๆ 3 ส่วนดังนี้

1. ตัวแสดงผล (Display) ภายในเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมีมุมมองข้อมูลที่แสดงผลบนจอ

2. ตัวควบคุม (Controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของ LCD Module เช่น ลบจอภาพ แสดงตัวอักษร หรือเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น ตัวควบคุมนี้ใช้ชิปควบคุมโดยเฉพาะ ชิปที่นิยมใช้คือ เบอร์ HD44780 และ HD61830 โดย HD44780 จะใช้ควบคุม LCD แบบอักขระ ส่วน HD61830 ใช้ควบคุม LCD แบบกราฟิก

3. ตัวขับ (Driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่กำหนด ชิปที่ใช้ทำหน้าที่นี้ได้แก่เบอร์ HD44100H และ MSM5259 เป็นต้น



รูปที่ 2.25 แสดงโครงสร้างทั้ง 3 ส่วนของ LCD Module

ตัว LCD Module จะมีขาในการใช้งานทั้งหมด 14 ขา ดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ขาต่างๆของ LCD Module

ขา 1 (GND)	เป็น Ground ใช้ต่อกับระบบ Ground ของไมโครคอนโทรลเลอร์
ขา 2 (VCC)	เป็นไฟเลี้ยงวงจรของ LCD มีขนาด +5 VDC
ขา 3 (V_{ee})	เป็นขาสำหรับปรับความเข้มของจอ LCD โดยที่เมื่อต่อกับ VCC จะมีความเข้มต่ำสุด และเมื่อต่อกับ Ground จะมีความเข้มมากที่สุด โดยปกติจะต่ออยู่กับ Ground เสมอเพื่อความสะดวกในการต่อ
ขา 4 (RS)	Register Select ใช้สำหรับบอก LCD ทราบว่าข้อมูลที่ส่งให้นั้นเป็น Instruction หรือ Data โดยเมื่อขานี้ เป็น "0" หมายถึง Instruction เป็น "1" หมายถึง Data
ขา 5 ($R/\overline{W}$)	ใช้สำหรับกำหนดว่าเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลให้กับ LCD โดยเมื่อขานี้ เป็น "0" หมายถึงเป็นการเขียนข้อมูล เป็น "1" หมายถึงเป็นการอ่านข้อมูล
ขา 6 (E)	เป็นขา Enable ขานี้ เป็น "1" ใช้สำหรับบอก LCD ว่าอุปกรณ์ภายนอก ต้องการติดต่อด้วย เป็น "0" ตัว LCD จะไม่สนในสัญญาณ RS , $R/\overline{W}$ และ (DB_7-DB_0)
ขา 7-14 (DB_7-DB_0)	เป็นขา Data Bus สำหรับอ่านหรือเขียนข้อมูลให้กับตัว LCD

2.6.1 การเชื่อมต่อ LCD Module เข้ากับ AT90S2313

- ขาสัญญาณข้อมูล D4-D7 (ขา 7-10) ต่อเข้ากับ AT90S2313 โดยส่งสัญญาณครั้งละ 4 บิต 2 ครั้งเพื่อประหยัดขาของ LCD Module

- ขา RS (ขา 4) ต่อเข้ากับ AT90S2313 ขา 12
- ขา R/ $R/\overline{W}$ (ขา 5)ต่อเข้ากับ AT90S2313 ขา 13
- ขา E (ขา 6) ต่อเข้ากับ AT90S2313 ขา 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ชุดคำสั่งของ LCD Module

1. คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล (CLEAR DISPLAY)

RS	$R/\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่ง CLEAR DISPLAY เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลหรือตัวอักษรว่าง (Space) ลงใน DDRAM ทั้งหมด และทำการกำหนดค่า DDRAM Address เป็น 0 และเคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งบนซ้ายสุดของจอแสดงผล

ตารางที่ 2.4 แสดงชุดคำสั่งและเวลาที่ LCD Module ใช้ในการทำงานแต่ละคำสั่ง

INSTRUCTION	R S	$R/\overline{W}$	DATA BIT 7	6	5	4	3	2	1	0	TIME (nS)
CLEAR DISPLAY	0	0	0	0	0	0	0		0	1	1640
CURSOR AT HOME	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	1640
ENTRY MODE SET	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D		40
DISPLAY ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	40
DISPLAY SHIFT	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	40
FUNCTION SET	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	40
SET CGRAM ADDR.	0	0	0	1	CGRAM ADDRESS						40
SET DDRAM ADDR.	0	0	1	DDRAM ADDRESS							40
BUSY , ADDR. READ	0	1	B F	ADDRESS							0
CGRAM, DDRAM WR	1	0	WRITE DATA								40
CGRAM, DDRAM RD	1	1	READ DATA								40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำสั่ง CURSOR AT HOME

RS	$R/\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	*

คำสั่ง CURSOR AT HOME หรือ RETURN HOME เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเลื่อนตำแหน่งของเคอร์เซอร์ไปอยู่ที่ตำแหน่งบนซ้ายสุดของจอแสดงผล โดยข้อมูลที่อยู่ใน DDRAM หรือที่หน้าจอแสดงผลจะไม่เปลี่ยนแปลง

3. คำสั่งโหมดในการป้อนข้อมูล (ENTRY MODE SET)

RS	$R/\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**I/D**	**S**

คำสั่งโหมดในการป้อนข้อมูล (ENTRY MODE SET) ใช้สำหรับกำหนดการเลื่อนของ เคอร์เซอร์และตำแหน่งแอดเดรสของ DDRAM ดังนี้

- I/D เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดการเลื่อนของเคอร์เซอร์และตำแหน่งแอดเดรสของ DDRAM ว่าจะให้เพิ่มหรือลดเมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้ว

บิต I/D= 0 แอดเดรสของ DDRAM จะลดลง

บิต I/D=1 แอดเดรสของ DDRAM จะเพิ่มขึ้น ส่วนเคอร์เซอร์จะเลื่อนตามตำแหน่งแอดเดรสของ DDRAM

- S เป็นบิตใช้กำหนดลักษณะการแสดงผลเมื่อมีการเขียนข้อมูล

บิต S=1 เมื่อเขียนข้อมูลใหม่ลงไปแล้วตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่แต่ตัวอักษรข้อมูลเดิมจะถูกผลักไปทางซ้าย

บิต S=0 เมื่อเขียนข้อมูลใหม่ลงไปแล้วตัวเคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คำสั่งควบคุมการแสดงผล (DISPLAY ON/OFF)

RS	$R/\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**D**	**C**	**B**

คำสั่งควบคุมการแสดงผลการเปิดปิดจอแสดงผลและเคอร์เซอร์มีดังนี้

D = 0 กำหนดให้ปิดจอแสดงผล (Display OFF)

D = 1 กำหนดให้เปิดจอแสดงผล (Display ON)

C = 0 กำหนดให้ปิดเคอร์เซอร์ (Cursor OFF)

C = 1 กำหนดให้เปิดเคอร์เซอร์ (Cursor ON)

B = 0 กำหนดให้ไม่มีการกระพริบที่เคอร์เซอร์

B = 1 กำหนดให้มีการกระพริบที่เคอร์เซอร์

5. คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษร (DISPLAY SHIFT)

RS	$R/\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	**0**	**0**	**0**	**1**	**S/C**	**R/L**	*	*

ตารางที่ 2.5 การกำหนดบิต S/C และ R/L ในการควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์

S/C	R/L	ลักษณะการเลื่อน
0	0	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย
0	1	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา
1	0	เลื่อนตัวอักษรตัวใหม่ไปทางซ้าย
1	1	เลื่อนตัวอักษรตัวใหม่ไปทางขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คำสั่งการกำหนดฟังก์ชันการทำงาน (FUNCTION SET)

RS	$R/\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	**0**	**0**	**1**	**DL**	**N**	**F**	*	*

DL = 0 กำหนดให้ติดต่อกับ LCD Module เป็นแบบ 4 บิต

DL = 1 กำหนดให้ติดต่อกับ LCD Module เป็นแบบ 8 บิต

N = 0 กำหนดการแสดงผลแบบ 1 บรรทัด

N = 1 กำหนดการแสดงผลตั้งแต่ 2 บรรทัดขึ้นไป

F = 0 กำหนดความละเอียดของการแสดงผลเป็น 5×8 Dot.

F = 1 กำหนดความละเอียดของการแสดงผลเป็น 5×10 Dot.

หมายเหตุ

1. LCD Module แบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัดแม้จะมีการแสดงผลเพียง 1 บรรทัด แต่จะต้องกำหนด N = 1 เนื่องจากแอดเดรสของ DDRAM จะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ 8 ตัวอักษรแรกจะเริ่มที่ 00H และอีก 8 ตัวอักษรถัดไปจะเริ่มที่ 40H

2. การกำหนดบิต F สำหรับ LCD Module แบบ 5×7 Dot.

3. เนื่องจากการกำหนดค่า DL สามารถกระทำได้ที่บิต (DB4 – DB7) ถ้ามีการกำหนดให้เป็นแบบ 4 บิตตั้งแต่ครั้งแรก หลังจากจ่ายไฟเลี้ยงให้กับตัว LCD Module แล้วก็จะทำให้เป็นการติดต่อกับ LCD Module เป็นแบบ 4 บิตทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คำสั่งเลือกแอดเดรสของ CGRAM (SET CGRAM ADDRESS)

RS	$R/\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	**0**	**1**	**CGRAM ADDRESS**					

คำสั่งนี้ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่ง Address ของ Character Generator หรือ CGRAM โดยจะต้องกำหนดค่านี้ทุกครั้งในการเขียนหรืออ่านข้อมูล CGRAM ซึ่งกำหนดที่ (DB0 - DB5) ส่วน DB6 ต้องเป็น "1" และ DB7 ต้องเป็น "0" (01XX XXXX B) ซึ่งก็คือ (40H - 7FH)

8. คำสั่งเลือกแอดเดรสของ DDRAM (SET DDRAM ADDRESS)

RS	$R/\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	**1**	**DDRAM ADDRESS**						

แอดเดรสของ LCD 16 อักษร 4 บรรทัด

บรรทัดที่ 1 1000 XXXXB = (80 - 8F)H

บรรทัดที่ 3 1001 XXXXB = (90 - 9F)H

บรรทัดที่ 2 1100 XXXXB = (C0 – CF)H

บรรทัดที่ 4 1101 XXXXB = (D0 – DF)H

คำสั่งนี้ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่ง Address ของ Display Data RAM หรือ DDRAM หรือตำแหน่งของเคอร์เซอร์สำหรับการแสดงผลทางหน้าจอ LCD ซึ่งเมื่อมีการอ่านหรือเขียนค่าตัวอักษรให้กับ LCD ในแต่ละครั้งนั้น ค่าตำแหน่งของ DDRAM Address จะเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 ตำแหน่งโดยอัตโนมัติเสมอ ซึ่งจะเพิ่มหรือลดนั้นกำหนดได้จากบิต I/D ใน ENTRY MODE SET แต่เราก็สามารถที่จะกำหนดตำแหน่งแอดเดรสของ DDRAM ณ ตำแหน่งใด ๆ ก็ได้บนจอ LCD ที่เราต้องการให้แสดงผล ณ. จุดนั้น ๆ ได้เองโดยกำหนดแอดเดรสนี้ก่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำการอ่านหรือเขียนตัวอักษรให้กับ DDRAM Address เสมอ สำหรับแอดเดรสของ DDRAM ของ LCD มี 4 แบบ ซึ่งทั้ง 4 แบบจะกำหนดบิต DB7 เท่ากับ “1” เสมอ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

8.1 แบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด

80	81	82	83	84	85	86	87	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7

8.2 แบบ 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F
C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CB	CD	CE	CF

8.3 แบบ 16 ตัวอักษร 4 บรรทัด

80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F
C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	9A	9B	9C	9D	9E	9F
D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	DA	DB	DC	DD	DE	DF

8.4 แบบ 20 ตัวอักษร 2 บรรทัด

80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F	90	91	92	93
C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF	D0	D1	D2	D3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. คำสั่งอ่านแฟลก BUSY และ Address (Read Busy Flag & Address)

RS	$R/\overline{W}$	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	**BF**	**CGRAM/DDRAM ADDRESS**						

คำสั่งนี้ใช้สำหรับการอ่านค่าของ Busy Flag (BF) ซึ่งบอกถึงความพร้อมของ LCD ในการรับข้อมูล

ถ้า BF = 0 หมายถึง LCD พร้อมที่จะรับข้อมูลต่อไปได้

ถ้า BF = 1 หมายถึงว่ายังไม่พร้อมที่จะรับข้อมูลนอกจากนี้แล้วทุกครั้งที่อ่านค่าแฟลก BF เข้ามาแล้วก็จะได้ตำแหน่งของ CGRAM หรือ DDRAM Address ในตำแหน่งของ (DB0-DB6)

ตัวอักษรที่ใช้กับ LCD Module ดังแสดงในรูป 2.26

รูปที่ 2.26 แสดงรหัสตัวอักษรที่ใช้กับ LCD Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับตัวอักษรที่ใช้ในการแสดงผลของ LCD Module นั้นจะเป็นรหัส ASCII ที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป ดังแสดงในรูปที่ 2.26 ตัวอย่างเช่นต้องการให้แสดงเป็นตัวอักษร “A” จะต้องส่งค่า 41H ออกไปให้ที่ตัว LCD หรือ “a” ก็จะต้องส่งค่า 61H ออกไป ส่วนค่า 00H จนถึง 07H หรือ 08H จนถึง 0FH (บิต D3 นั้นจะเป็น “0” หรือ “1” ก็ได้ 0000 XYYY) YYY คือค่าตำแหน่งได้ทั้งหมด 8 ตำแหน่งเพื่อนำตัวอักษรที่โหลดเองใน CGRAM ออกไปแสดงผล

2.6.3 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูล LCD

ในการเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมให้โมดูล LCD แสดงผลตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ต้องส่งคำสั่ง (Instruction) แล้วกำหนดโหมดการทำงานให้แก่โมดูล LCD ก่อน จากนั้นจึงค่อยส่งข้อมูล (data) ที่ต้องการแสดงผล เนื่องจากบัสข้อมูลของโมดูล LCD มี 8 เส้นคือ D0 ถึง D7 และใช้เป็นทางผ่านของทั้งคำสั่งและข้อมูล ดังนั้นในการส่งคำสั่งและข้อมูลจึงต้องอาศัยการกำหนดสัญญาณลอจิกที่ขา RS ถ้าหากที่ขา RS ได้ลอจิก “0” หมายความว่า ข้อมูลที่ป้อนให้แก่โมดูล LCD ขณะนั้นเป็นคำสั่ง ในทางตรงข้าม หากขา RS ได้รับลอจิก “1” ข้อมูลที่ป้อนให้ขณะนั้นเป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล

เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลใน CGRAM และ DDRAM เริ่มต้นต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน โดยใช้คำสั่งเลือดแอดเดรส จากนั้นกำหนดให้ขา RS เป็น “1” เพื่อแจ้งให้ตัวควบคุมภายในโมดูล LCD ทราบว่าข้อมูลที่ปรากฏต่อไปนี้เป็นข้อมูลปกติไม่ใช่คำสั่ง

ในกรณีอ่านข้อมูล ต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น “1” ข้อมูลขนาด 8 บิต (หรือ 4 บิต) ก็จะปรากฏบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลที่อ่านออกมาได้จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสของ CGRAM หรือ DDRAM ตามที่ต้องการ

ในกรณีเขียนข้อมูล เมื่อกำหนดแอดเดรสและป้อนลอจิก “1” ให้ขา RS แล้ว แล้วต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น “0” ข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลจะถูกเขียนลงในรีจีสเตอร์ DR จากนั้นจึงถ่ายทอดลงใน DDRAM ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 จังหวะการทำงานของ LCD โมดูล

ในการติดต่อกับโมดูล LCD จะต้องมีการหน่วงเวลาหลังจากที่ทำการส่งรหัสคำสั่งหรือข้อมูล เนื่องจากต้องรอให้คอนโทรลเลอร์ภายใน LCD โมดูล แปลความหมายของรหัสคำสั่งและทำงานตามคำสั่งให้เรียบร้อยก่อนจากนั้นจึงจะรับข้อมูลหรือคำเนินการต่อไป

ดังนั้นในการใช้งานโมดูล LCD ผู้เขียนโปรแกรมต้องมีโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลารอให้โมดูล LCD พร้อมทำงานด้วย โดยเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่โมดูล LCD ต้องรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้ โมดูล LCD ทำการเตรียมความพร้อมหรืออินิเชียล (Initial) หลังจากนั้นก็จะกำหนดลอจิกให้แก่ขา RS ของโมดูล LCD แล้วต้องหน่วงเวลาอีกประมาณ 2 มิลลิวินาทีเพื่อให้คอนโทรลเลอร์ในโมดูล LCD แปลความหมายของลอจิกที่ขา RS ว่าข้อมูลต่อไปที่จะได้รับนั้นเป็นรหัสคำสั่ง หรือเป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0-D7 (กรณีทำงานในโหมด 8 บิต) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา E เพื่อ Enable โมดูล LCD ให้รับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไป โดยพัลส์ที่ป้อนเข้าที่ขา E ของโมดูล LCD ต้องเป็นพัลส์ขอบขาขึ้น จากนั้นทำการหน่วงเวลา 2 มิลลิวินาที

ทั้งหมดที่กล่าวมาคือขั้นตอนและจังหวะในการทำงาน 1 รอบของโมดูล LCD จะเห็นได้ว่ามีโปรแกรมย่อยที่สำคัญอยู่ 3 โปรแกรมย่อยคือ โปรแกรมอินิเชียล LCD, โปรแกรมหน่วงเวลา และโปรแกรมย่อยการส่งพัลส์เพื่อ Enable โมดูล LCD

2.7 สถาปัตยกรรมของฐานข้อมูล

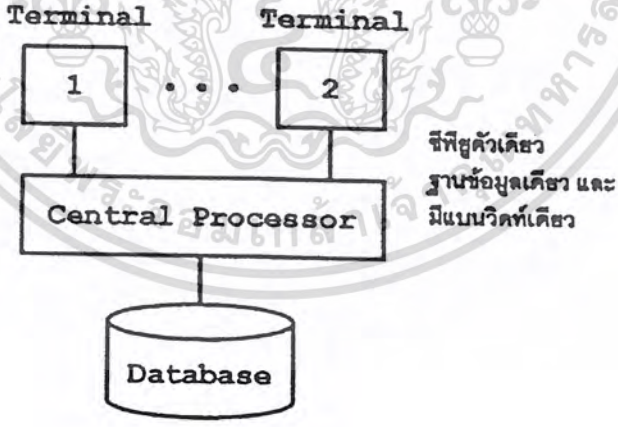
สถาปัตยกรรมของฐานข้อมูล แบ่งตามโครงสร้างทางกายภาพได้เป็นสองชนิดคือ เมนเฟรม คอมพิวเตอร์ (Mainframe Computer) และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) แต่ถ้าเราแบ่งตามสถาปัตยกรรมของฐานข้อมูลตามจำนวนผู้ใช้ สามารถแบ่งได้เป็นสองแบบด้วยกัน คือระบบฐานข้อมูลที่มีผู้ใช้เพียงคนเดียวและระบบฐานข้อมูลที่มีผู้ใช้หลายคนและในที่นี้เราจะพิจารณาการแบ่งสถาปัตยกรรมของฐานข้อมูลตามจำนวนผู้ใช้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระบบฐานข้อมูลผู้ใช้คนเดียว โดยปกติแล้วจะเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งข้อมูลของฐานข้อมูลจะอยู่ในฮาร์ดดิสก์ ระบบจัดการฐานข้อมูลเป็นโปรแกรมเดี่ยวๆและฐานข้อมูลมีขนาดไม่ใหญ่ ระบบนี้สิ้นเปลืองทรัพยากรเนื่องจากต้องรอคำสั่งจากผู้ใช้คนเดียว

2. ระบบฐานข้อมูลผู้ใช้หลายๆคน ระบบนี้สามารถใช้ได้มากกว่าหนึ่งคนในเวลาเดียวกัน ทำให้มีประสิทธิภาพเนื่องจากระบบฐานข้อมูลสามารถตอบสนองต่อผู้ให้หลายๆคน โดยมีรูปแบบที่ชัดเจนได้หลายรูปแบบเช่น Teleprocessing Client/Server และ Distributed Data Processing เป็นต้น

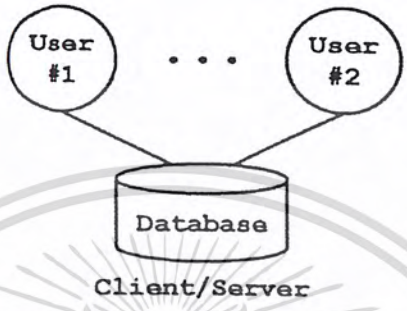
3. Teleprocessing ระบบนี้มีประสิทธิภาพสูงและต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ปลายทาง แต่ระบบนี้มีข้อเสียคือ ใช้ซีพียูตัวเดียวในการทำงานทั้งหมด ดังนั้นซีพียูต้องมีประสิทธิภาพสูง และเมื่อมีผู้ใช้งานเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆประสิทธิภาพจะลดลงอย่างมากนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับแบนด์วิดท์ (ความสามารถในการรับส่งข้อมูลระหว่างต้นทางกับหลายทาง) ซึ่งต่อระหว่างผู้ใช้กับซีพียู ถ้าแบนด์วิดท์แคบ ประสิทธิภาพก็ลดลง และเมื่อเพิ่มผู้ใช้อีก แบนด์วิดท์ของแต่ละคนที่ได้ก็น้อยลงอีกระบบนี้มีใช้ในเมนเฟรมคอมพิวเตอร์และได้แสดงสถาปัตยกรรมแบบ Teleprocessing ดังแสดงในรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 สถาปัตยกรรมแบบ Teleprocessing

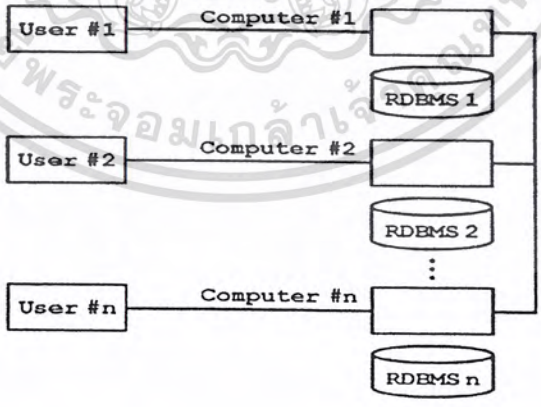
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Client/Server ในระบบนี้ซีพยูที่อยู่ส่วนกลางเรียกว่าเซิร์ฟเวอร์ ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆเครื่องที่เรียกว่าไคลเอ็นต์ (client) และได้แสดงถึงสถาปัตยกรรมแบบ Client/Serwer ดังแสดงในรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 สถาปัตยกรรมแบบ Client/Serwer

5. Distributed Data Processing ระบบนี้ใช้เซิร์ฟเวอร์หลายเครื่องและผู้ใช้หลายคน ซึ่งเซิร์ฟเวอร์หลายๆเครื่องนี้จะเป็นการเชื่อมต่อฐานข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆให้เป็นฐานข้อมูลเดียวกัน ช่วยลดเวลาการติดต่อระหว่างไคลเอ็นต์กับเซิร์ฟเวอร์ ผลที่ได้คือมีประสิทธิภาพสูงแต่ข้อเสียคือต้องมีการควบคุมอย่างระมัดระวังเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์แต่ละตัวจะสอดคล้องกันกับคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์อื่นๆ ระบบนี้จะแสดงในรูปที่ 2.29



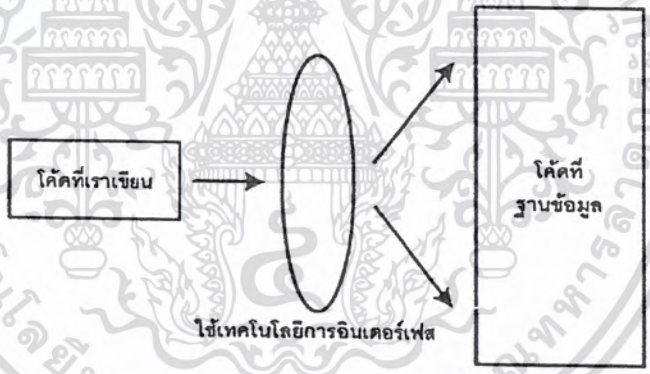
รูปที่ 2.29 สถาปัตยกรรมแบบ Distributed Data Processing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีระบบฐานข้อมูลอยู่ที่เซิร์ฟเวอร์หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลแล้ว จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีสำหรับเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูลอยู่ที่ไคลเอ็นท์ เทคโนโลยีสำหรับเข้าถึงข้อมูลนี้เรียกว่าเทคโนโลยีการอินเตอร์เฟส

2.7.1 เทคโนโลยีสำหรับการเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูล

เนื่องจากฐานข้อมูลคือซอฟท์แวร์ชิ้นหนึ่งที่มีความซับซ้อนมาก (เทคโนโลยีการอินเตอร์เฟสกับฐานข้อมูลมีความซับซ้อนน้อยกว่าฐานข้อมูล) มีผลให้การเขียนโปรแกรมเพื่อการติดต่อกับฐานข้อมูลด้วยอินเตอร์เฟสแบบธรรมดาเป็นงานเขียนค่อนข้างซับซ้อน แต่ถ้าใช้เทคโนโลยีการอินเตอร์เฟสกับฐานข้อมูลแล้ว นักพัฒนาโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมด้วยโค้ดที่มีจำนวนลดลง (โค้ดนี้อยู่ที่ฐานข้อมูล) ไปมากทีเดียวการอินเตอร์เฟสกับฐานข้อมูลที่ดีนั้นเหมือนกับเลนส์ที่ขยายโค้ดของเราให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.30

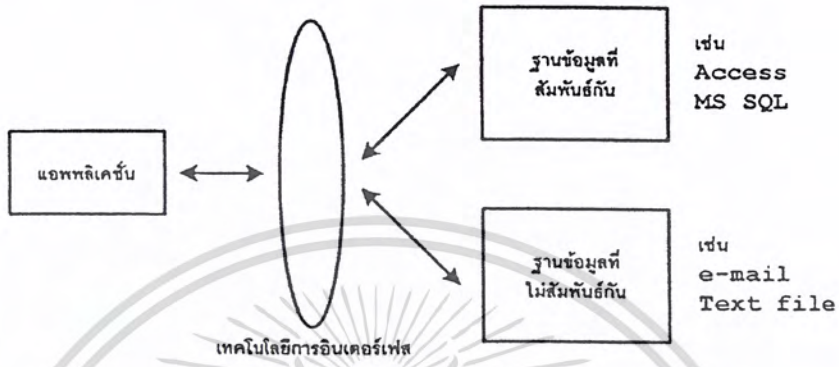


รูปที่ 2.30 การเข้าถึงการใช้เทคโนโลยีการอินเตอร์เฟส

การเขียนโปรแกรมเพื่อสื่อสารกับฐานข้อมูลด้วยวิธีการธรรมดา นอกจากจะมีความซับซ้อนแล้วยังมีผลให้แอพพลิเคชั่นที่ได้ไม่ยืดหยุ่นต่อการใช้งานและมีข้อจำกัด รวมทั้งถ้าเราเปลี่ยนไปใช้กับฐานข้อมูลอื่นๆเราต้องแก้ไขโค้ดและสูญเสียเวลาไปมาก เทคโนโลยีการอินเตอร์เฟสได้ให้รูปแบบการอินเตอร์เฟสแบบเดียวสำหรับการสื่อสารกับฐานข้อมูลที่แตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

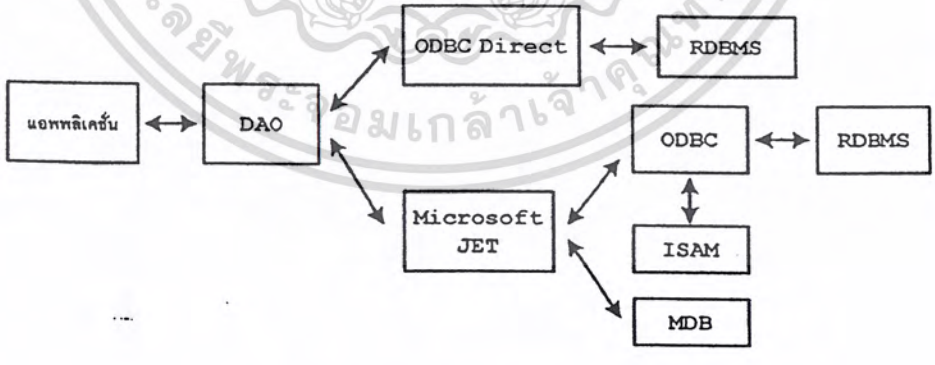
กัน เทคโนโลยีการอินเตอร์เฟสสมัยใหม่ทำให้เราเขียนโค้ดได้อย่างง่าย และสามารถทำงานที่มีกระบวนการการทำงานซับซ้อนกับฐานข้อมูลชนิดใดๆ ก็ได้



รูปที่ 2.31 การใช้การอินเตอร์เฟสระหว่างแอพพลิเคชั่นกับฐานข้อมูล

จากรูปที่ 2.31 แสดงเทคโนโลยีการอินเตอร์เฟสกับฐานข้อมูลมีส่วนกันหลายๆชนิด เช่น ODBC (Open Database Connectivity), RDO (Remote Data objects), DAO (Data Access Object), OLE (object-Linking and Embedding Database) และ ADO (Active Data Object)

2.7.1.1 DAO (Data Access Object)



รูปที่ 2.32 สถาปัตยกรรมของ DAO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี ค.ศ.1995 บริษัทไมโครซอฟท์ได้แนะนำ DAO สำหรับ Microsoft Database Engine ซึ่งเป็นเซตของการอินเตอร์เฟสแบบ COM Automation โดย DAO ทำให้เราสามารถใช้ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าถึงและจัดการข้อมูลในฐานข้อมูลได้

DAO เข้าถึงฐานข้อมูลด้วยโมเดลออบเจ็กต์แทนที่จะเป็นการเรียกกลุ่มฟังก์ชันใน DLL (DynamiC Link Library) โดยการใช้โมเดลออบเจ็กต์ทำให้การเรียกดูหรือกระทำข้อมูลในฐานข้อมูลได้ง่าย นอกจากนี้แล้ว DAO ยังได้รวมคลาสและโครงสร้างต่างๆของฐานข้อมูล Access ไว้ด้วย เช่น ตาราง ดิวรี อินเด็กซ์และอื่นๆ ซึ่งหมายความว่า DAO สามารถแก้ไขโครงสร้างของฐานข้อมูล Access ได้โดยตรง โดยปราศจากการใช้คำสั่ง SQL สเตทเม็นท์ จากรูปที่ 2.32 DAO สามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้ 2 แบบ คือ

1. Microsoft Jet สามารถเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูล Access ได้โดยตรงและ Microsoft Jet นี้ต่อกับ ODBC เพื่อติดต่อกับฐานข้อมูล ISAM (Indexed-SequentiaI Access Model) เช่น Foxpro paradox หรือ Lotus 1-2-3 และฐานข้อมูล RDBMS อื่นๆ

2. ODBC Direct ติดต่อกับฐานข้อมูล RDBMS อื่น ๆ โดยไม่ผ่าน Microsoft Jet

2.7.1.2 RDO (Remote Data Object)

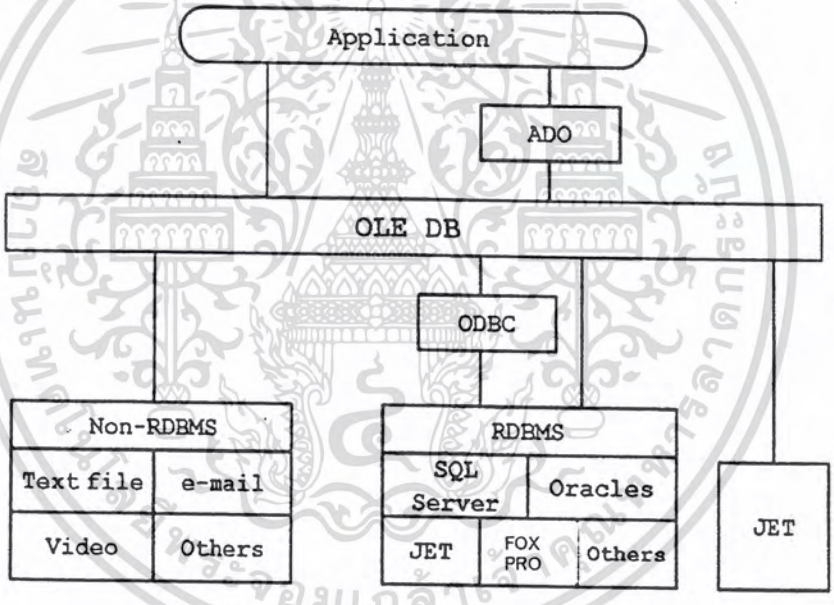
RDO ใช้โมเดลออบเจ็กต์ในการเข้าถึงข้อมูล ODBC โมเดลการโปรแกรมมิ่ง RDO คล้ายกับโมเดลของ DAO ยกเว้นว่ามีจุดประสงค์สำหรับการเข้าถึงฐานข้อมูล SQL มากกว่าที่จะเป็นข้อมูล ISAM ดังนั้น RDO จึงเน้นไปทางด้าน Stored Procedure มากกว่า

RDO ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาโปรแกรมภาษา VisuaI Basic มีความสามารถเข้าถึงข้อมูล ODBC ได้โดยไม่ต้องเขียนโค้ด ODBC API ด้วยตนเอง ถังนั้น RDO จึงถูกจับให้เป็นอินเตอร์เฟสในระดับสูง นอกจากนี้แล้ว RDO ถูกออกแบบให้เอาข้อดีของฐานข้อมูล SQL Server ซึ่งก็คือการใช้ดิวรีที่ซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 เทคโนโลยีการเข้าถึงข้อมูลในแนวความคิด Universal Data Access (UDA)

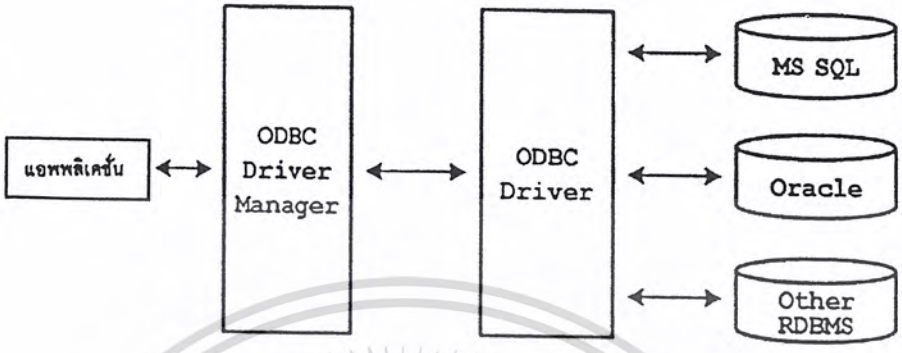
UDA เป็นสถาปัตยกรรมใหม่ของไมโครซอฟท์ที่ทำให้การเข้าถึงข้อมูลเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งแบบฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันและที่ไม่สัมพันธ์กัน (Relational and Non-relational) และได้หลายแพลตฟอร์ม ด้วยการใช้ UDA ทำให้เราสร้างหรือเขียนโปรแกรมได้ง่ายรวมทั้งสามารถใช้กับเครื่องมือและภาษาโปรแกรมมิ่งของทุกวันนี้ได้ทั้งหมด UDA เป็นระบบเปิดและไม่จำเป็นต้องใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตฐานข้อมูลรายเดียว ในความจริงแล้ว UDA สามารถใช้กับแพลตฟอร์มฐานข้อมูลที่มีอยู่ทุกวันนี้ได้ทั้งหมด UDA ประกอบด้วยเทคโนโลยีหลัก ๆ มี 3 เทคโนโลยีด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 สถาปัตยกรรมของ UDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.1 ODBC (Open Database Connectivity)



รูปที่ 2.34 สถาปัตยกรรมของ ODBC

สมมุติว่าข้อมูลอยู่ใน RDBMS ซึ่งมีไดร์ฟเวอร์ ODBC และไม่มี OLE DB Provider แอพพลิเคชั่นของเราสามารถใช้ ODBC ติดต่อกับข้อมูล พื้นฐานข้อมูล หรืออีกทางหนึ่งคือใช้ OLE DB Consumer ติดต่อผ่าน OLE DB Provider ไปยังไดร์ฟเวอร์ ODBC ก็จะสามารถติดต่อกับข้อมูลในฐานข้อมูลได้

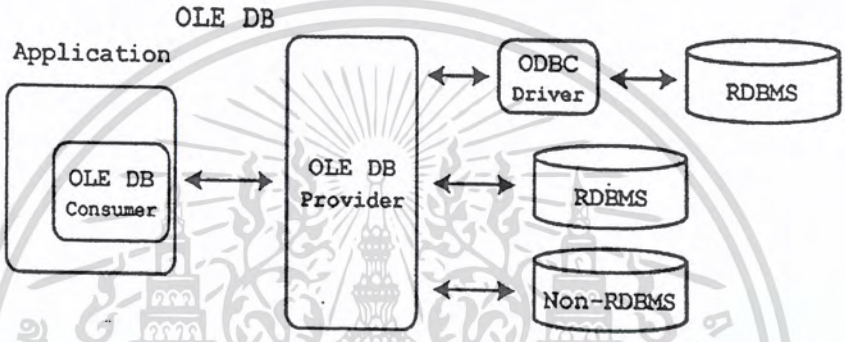
ODBC สร้างเมื่อปลายทศวรรษ 1980 และช่วงต้น 1990 เพื่อให้การเขียนติดต่อโปรแกรมติดต่อกับฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ให้การอินเตอร์เฟสมีรูปแบบเดียวกัน ODBC ได้ให้ API สำหรับแอพพลิเคชั่นที่จะติดต่อกับฐานข้อมูลต่าง ๆ โดยผ่านไดร์ฟเวอร์ ODBC

เมื่อเปรียบเทียบกับการอินเตอร์เฟสอื่น ๆ แล้ว ODBC API ถูกจัดเป็นกลุ่มการอินเตอร์เฟสระดับล่าง (Low Level Interface) ดังนั้น ODBC API ทำให้แอพพลิเคชั่นสามารถกระทำกับฐานข้อมูลในระดับล่างซึ่ง ODBC นั้นได้รับความยอมรับให้เป็นมาตรฐานในการอินเตอร์เฟสกับฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ พิจารณาได้ในรูปที่ 2.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.2 OLE DB (Object-Linking And Embedding Database)

OLE DB เป็นวิธีการเข้าถึงข้อมูลชนิดใหม่จากไมโครซอฟท์ มาตรฐาน OLE DB ถูกออกแบบมาเพื่อ เข้าถึงข้อมูลเดต้าซอสได้หลากหลายชนิดโดยไม่คำนึงถึงฐานข้อมูลว่าจะสัมพันธ์กันหรือไม่ ความยืดหยุ่นนี้ทำให้ผู้พัฒนาใช้ลักษณะเด่นของ OLE DB ได้อย่างมีประสิทธิภาพ OLE DB จะแบ่งเป็น Consumer และ Provider



รูปที่ 2.35 สถาปัตยกรรมของ OLE DB

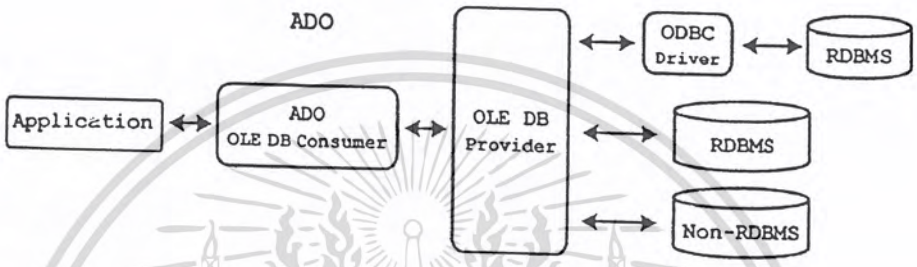
จากรูปที่ 2.35 ด้าน Consumer นี้แสดงถึงผู้ใช้ที่ต้องการสร้างแอพพลิเคชั่น ส่วน Provider จะเป็นการจัดวางข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบตารางและส่งไปยังผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้สามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อจัดการข้อมูลเหล่านั้น เช่น การอัปเดทข้อมูล การลบข้อมูล เป็นต้น

OLE DB Consumer สามารถเข้าถึงข้อมูลจาก Providerใด ๆ ก็ได้ เนื่องจาก Provider เป็นออบเจ็กต์ COM ดังนั้น Consumer สามารถเข้าถึงข้อมูลโดยใช้ภาษาใด ๆ ก็ได้ เช่น Visual C++, ภาษา Java เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OLE DB Provider จะจับวางข้อมูลต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบตาราง ทำให้ Consumer สามารถอ่านข้อมูลรูปแบบนั้น เป็นแบบเรคคอร์ดเซต ฉะนั้น Provider สามารถเป็นได้ทั้งแบบง่ายๆ หรือแบบซับซ้อนจะขึ้นอยู่กับข้อมูลเป็นหลัก

2.7.2.3 ADO (ActiveX Data Object)



รูปที่ 2.36 สถาปัตยกรรมของ ADO

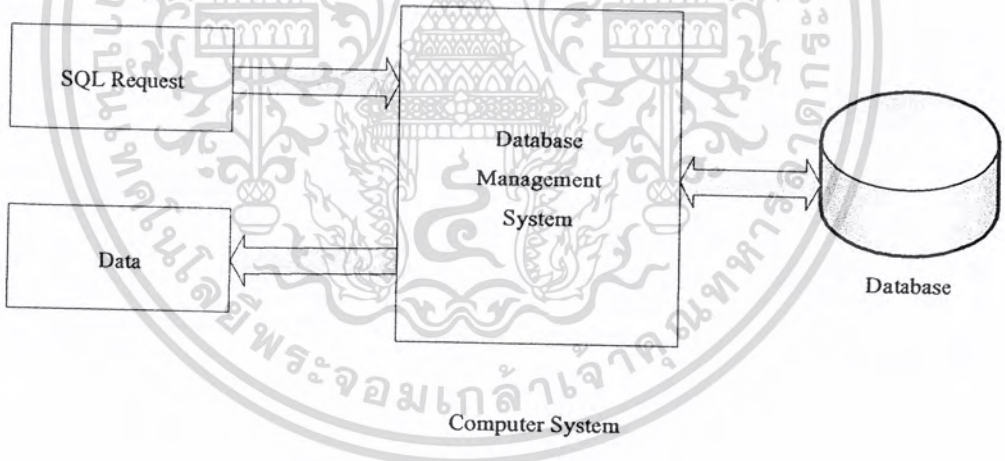
จากรูปที่ 2.36 ADO เป็นการอินเตอร์เฟสข้อมูลในระดับสูง(Hi-Level Interface) ADO มีประสิทธิภาพสูงและมีความเชื่อถือได้ ในการเข้าถึงข้อมูล ADO ถูกออกแบบมาให้ง่ายต่อการอินเตอร์เฟสระดับแอพพลิเคชั่นกับ OLE -DB ที่มีประสิทธิภาพสูง ไม่ว่าจะเป็นฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์กันหรือแบบไม่สัมพันธ์กัน เช่น E-Mail , File -Systems ,Text , Graphic และอื่น ๆ

ADO ใช้การอินเตอร์เฟสแบบ Dual (Dual Interface) (ซึ่งเป็นผลจากการรวมคุณลักษณะเด่นของRemote Data Object และ ADO ไว้ด้วยกัน) อินเตอร์เฟสนี้ทำให้ ADO สามารถใช้ภาษาสคริปต์และ ADO ยังมีคุณลักษณะเด่นในการทำคิวรีและการจัดการข้อมูล เช่น การใช้คำสั่ง SQL สเตทเม็นท์นอกจากนี้แล้ว ADO ยังได้ให้การคิวรีแบบ Asynchronous ที่อนุญาตให้เราควบคุมการคิวรีที่จะถูกส่งกลับมายังแอพพลิเคชั่นก่อนที่คิวรีจะทำสำเร็จ เป็นการอนุญาตให้เราให้สิทธิแก่ผู้ใช้สามารถยกเลิกการคิวรีที่ใช้เวลานานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ทำความรู้จักกับ SQL

SQL อ่านว่า "เอส-คิว-แอล" หรือ "ซีเควล" (นิยมเรียกว่า "เอส-คิว-แอล") ย่อมาจาก Structured Query Language เป็นเครื่องมือสำหรับจัดการข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) ซึ่งใช้งานได้ตั้งแต่คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลไปจนถึงเครื่องเมนเฟรม โดยลักษณะการทำงานของ SQL ประกอบด้วยการใช้ SQL กำหนดคำสั่งเพื่อสอบถามข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยนำคำสั่ง SQL ไปประมวลผลในโปรแกรมที่คอยควบคุมฐานข้อมูล เรียกว่า "Database Management System" หรือ "DBMS" ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ User สามารถสร้างและบำรุงรักษาฐานข้อมูลได้ โดยจะทราบว่าข้อมูลถูกจัดเก็บไว้ที่ใดและจัดเก็บไว้อย่างไร DBMS จะนำคำสั่ง SQL มาประมวลผล (SQL Request) เพื่อสอบถามข้อมูลที่ต้องการส่งคืนให้ User ซึ่งกระบวนการร้องขอข้อมูลจากฐานข้อมูล และรับผลลัพธ์กลับมาเรียกว่า คิวรี (Query) ด้วยเหตุนี้จึงชื่อว่า Structured Query Language ดังแสดงในรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.37 การใช้งาน SQL เพื่อเข้าถึงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้ SQL ควบคุมฟังก์ชันของ DBMS ได้ดังนี้

1. Data Definition User สามารถกำหนดโครงสร้างจัดการที่จัดเก็บข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่จัดเก็บ

2. Data Retrieval User หรือ แอพพลิเคชั่น โปรแกรมสอบถามข้อมูลจากฐานข้อมูลได้

3. Data Manipulation User หรือ แอพพลิเคชั่น โปรแกรมปรับปรุงฐานข้อมูลด้วยการเพิ่มข้อมูลใหม่ การลบข้อมูลเดิมและการแก้ไขข้อมูล

4. Access Control ใช้ SQL เพื่อจำกัดการใช้งาน User เกี่ยวกับการสอบถามข้อมูล การเพิ่ม แก้ไขและการป้องกันข้อมูลจากผู้ที่ไม่ได้รับการอนุญาต

5. Data Sharing ใช้ SQL ประสานการทำงานของ User ที่เข้ามาใช้งานข้อมูลพร้อมๆกันเพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกัน

6. Data Integrity SQL กำหนดให้มีมาตราการป้องกันการปรับปรุงข้อมูลที่อาจทำให้ข้อมูลไม่ถูกต้องหรือทำให้ระบบล่ม

รูปแบบภาษา SQL ไม่เหมือนกับ Visual Basic, PHP, C++ หรือ Java เนื่องจากภาษา SQL ไม่มีคำสั่ง IF, GOTO, DO หรือ For แต่ SQL เป็น Sublanguage ซึ่งเป็นคำสั่งเฉพาะสำหรับการจัดการฐานข้อมูลและถูกฝัง (Embeded) อยู่ในภาษาอื่นๆ เช่น Visual Basic, PHP, ABAP หรือ Java

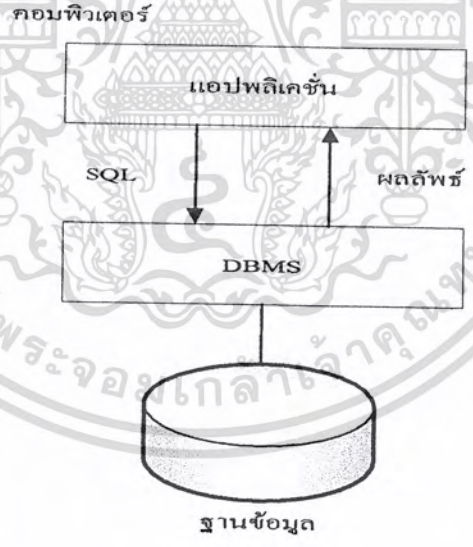
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 สถาปัตยกรรมของ SQL

สถาปัตยกรรมของ SQL คือฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่กระจายอยู่บนระนาบเดียวกัน (Distributed Relational Database) ถูกออกแบบเพื่อสนับสนุนฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยตารางต่างๆที่อยู่บนระนาบเชื่อมต่อเดียวกัน (อยู่บนคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันหรือต่างกันก็ได้) โดยแต่ละระบบคอมพิวเตอร์จะมีผู้จัดการข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ทำหน้าที่จัดการตารางในส่วนของตน และติดต่อผ่านระบบอื่นด้วย SQL โดยมีวิวัฒนาการดังนี้

2.8.1.1 สถาปัตยกรรมแบบ Monolithic

SQL ในยุคแรก (ค.ศ. 1980) ถูกใช้ในคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวหรือเรียกว่า "สถาปัตยกรรมแบบ Monolithic" ซึ่งคอมพิวเตอร์ที่ใช้สามารถเป็นได้ทั้งเมนเฟรม คอมพิวเตอร์ขนาดกลางหรือพีซีที่ใช้ระบบปฏิบัติการ เช่น UNIX หรือ Windows ดังแสดงในรูปที่ 2.38



รูปที่ 2.38 สถาปัตยกรรมแบบ Monolithic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

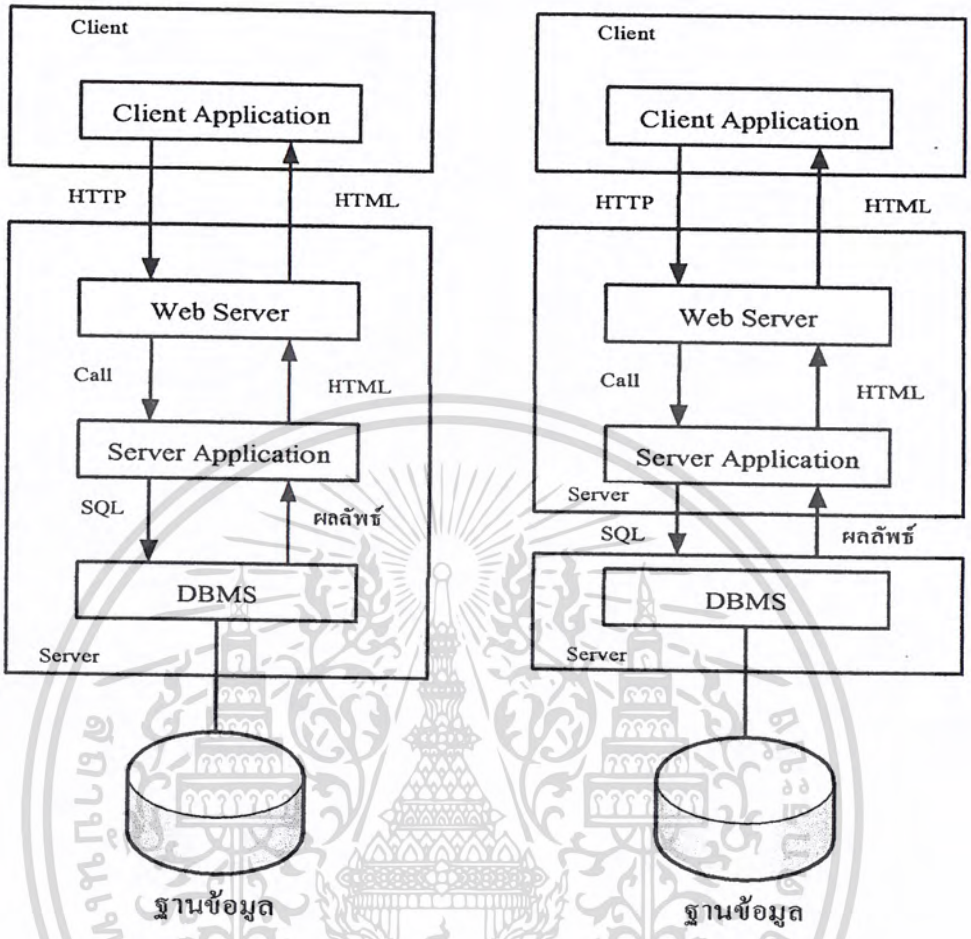
สถาปัตยกรรมแบบ Monolithic กำหนดให้แอพพลิเคชั่นและ DBMS ทำงานบนคอมพิวเตอร์เดียวกันโดยแอพพลิเคชั่นจะส่งคำสั่ง SQL ผ่านไปยัง DBMS เพื่อนำไปประมวลผลและส่งค่าผลลัพธ์กลับไปยังแอพพลิเคชั่น จากนั้นแอพพลิเคชั่นจึงนำไปแสดงผลให้ User สถาปัตยกรรมแบบนี้มีข้อดีคือ การติดต่อสื่อสารระหว่างแอพพลิเคชั่นและ DBMS มีความรวดเร็วเพราะทำงานในที่เดียวกัน

2.8.1.2 สถาปัตยกรรมแบบ Internet

สถาปัตยกรรมแบบ Internet ใช้หลักการสถาปัตยกรรมแบบ Client/Server โดยแอพพลิเคชั่นรันบน Client และให้ส่วนติดต่อกับ DBMS เรียกว่า "Application Logic" รันบน Server ซึ่งในฝั่ง Client ไม่มีคำสั่ง SQL แต่จะมีภาษา เช่น HTML, Java Scrip และ VB Scrip สำหรับเป็น User Interface และเรียกใช้ (Call) ผ่าน Internet หรือ Intranet ไปยังฝั่ง Server ด้วย HTTP (Hypertext Transfer Protocal) โดย Web Server ทำหน้าที่เป็น Switchboard Operator เพื่อส่งต่อไปยัง Server Application ซึ่ง Web Server จะทราบว่าการCall มาจากที่ใด และส่งไปยัง Server Application ใด เมื่อ Call มาถึง Server Application จะส่งคำสั่ง SQL ไปยัง DBMS และ Server Application ส่วนใหญ่จะรันภายใต้ Java Application Server เช่น Web Logic ของ Beasystem และ Web-Sphere ของ IBM เป็นต้น

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลคำสั่ง SQL จะถูกส่งกลับโดย DBMS ซึ่งในบางระบบจะให้ Server Application แปลงผลลัพธ์ SQL เป็นเพจ HTML และส่งกลับไปยัง Web Server จากนั้น Web Server จะทำการ Switchboard Operator เพื่อส่งกลับไปยัง Client Application ที่ร้องขอแสดงสถาปัตยกรรมแบบ Internet ในกรณี Server Application และ DBMS ถูกจัดให้อยู่ต่าง Server กัน ดังแสดงในรูปที่ 2.39 ในทางปฏิบัติระหว่าง DBMS และฐานข้อมูลจะถูกซ่อนไว้ไม่ให้โปรแกรมเมอร์มองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

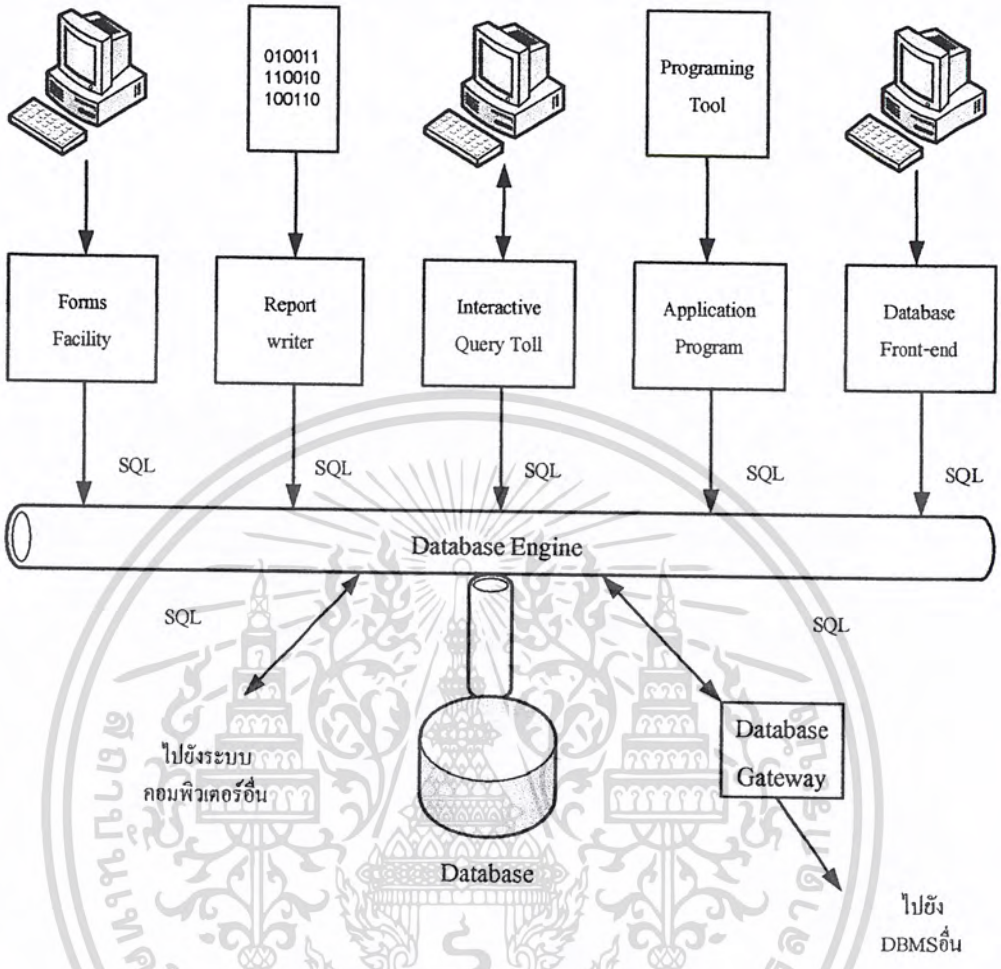


รูปที่ 2.39 สถาปัตยกรรมแบบ Internet

2.8.2 บทบาทของ SQL

SQL ไม่ใช่ระบบจัดการฐานข้อมูลและไม่สามารถใช้งานโดยลำพังได้ แต่ SQL เป็นส่วนหนึ่งของระบบจัดการฐานข้อมูล ซึ่งเป็นภาษาและเครื่องมือที่ใช้สำหรับติดต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูล เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างคน คอมพิวเตอร์ โปรแกรมและระบบคอมพิวเตอร์ ไปยังข้อมูลที่จัดเก็บใน Relational Database ได้อย่างมีประสิทธิภาพดังแสดงในรูปที่ 2.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.40 ส่วนประกอบของ DBMS

หัวใจสำคัญของ DBMS คือ Database Engine มีหน้าที่เกี่ยวกับการทำโครงสร้าง การจัดเก็บและการสอบถามข้อมูลในฐานข้อมูลและรับ SQL Request จาก DBMS อื่นๆเช่น Forms Facility, Report Writer หรือ Interactive Query Tool จากแอพพลิเคชั่นโปรแกรมที่ User เขียนไว้ ซึ่งบทบาทต่างๆของ SQL มีดังนี้

1. Interactive Query Language User ใช้คำสั่ง SQL ผ่านโปรแกรม SQL แบบโต้ตอบ (Interactive SQL) เพื่อดึงข้อมูลและแสดงผลลัพธ์บนหน้าจอซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการคิวรีข้อมูลโดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Database Programming Language โปรแกรมเมอร์เขียนคำสั่ง SQL ในแอพพลิเคชั่นโปรแกรมเพื่อเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูล

3. Database Adminstration Language Database Administrator มีหน้าที่จัดการฐานข้อมูลโดยใช้ SQL กำหนดค่าโครงสร้างฐานข้อมูลและควบคุมการเข้าถึงแหล่งข้อมูล

4. Cilent/Server Language คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลใช้ SQL เพื่อติดต่อผ่านเครือข่ายไปยัง Database Server

5. Internet Data Access Language ทั้ง Internet Web Server ที่ติดต่อกับฐานข้อมูลและ Internet Application Server ทั้งหมดจะใช้ SQL เป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล

6. Distributed Database Language Distributed Database Management System ใช้ SQL เพื่อช่วยกระจายข้อมูลไปยังระบบคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันและ DBMS Software ในระบบใช้ SQL ติดต่อกับระบบอื่นๆ โดยส่ง Request เพื่อเข้าถึงข้อมูล

7. Databese Gateway Language ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์การใช้ DBMS ที่ต่างกันซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ Gatway ที่รองรับ DBMS ต่างกันให้สื่อสารกันได้

2.8.3 มาตรฐานของ *SQL*

ฐานข้อมูล IBM เป็นต้นฉบับของ SQL เนื่องจากผู้ผลิตส่วนใหญ่ยึดมาตรฐานของ IBM ในการพัฒนาตามเวอร์ชันแต่ยังมีองค์กรที่ต้องการพัฒนามาตรฐานคือในปี ค.ศ. 1986 โดย American National Standard Institute (ANSI) และในปีค.ศ. 1987 โดย International Standards Organization (ISO) แม้จะไม่ทราบอย่างแน่ชัดได้ว่าใครสร้างมาตรฐาน SQL ขึ้นมาแต่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของมาตรฐานในแต่ละช่วงเวลาได้ และได้แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของมาตราฐานในแต่ละช่วงเวลาในตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบความแตกต่างของมาตราฐานในแต่ละช่วงเวลา

ปี ค.ศ.	ชื่อ	รู้จักกันในชื่อ	การเปลี่ยนแปลง
1986	SQL-86	SQL-87 (เริ่มจาก ISO นำมาใช้)	ประกาศมาตรฐาน ANSI/ISO เป็นครั้งแรก กำหนดให้ Software ที่เกี่ยวข้องมีการจัดการในระดับพื้นฐานได้ ดังนั้นการสร้างประโยคหรือไวยากรณ์ที่เป็นมาตราฐานขั้นเริ่มต้นจึงไม่แตกต่างกันมากนัก
1989	SQL-89		นำมาตราฐานเดิมมาแก้ไขใหม่เล็กน้อยโดยเพิ่มการสนับสนุนกลไกที่ใช้บังคับความสัมพันธ์ของคีย์นอกได้หรือที่เรียกว่า "Referential Integrity"
1992	SQL-92	SQL2	ปรับปรุงมาตรฐานเดิมให้รองรับได้กว้างขวางได้มากขึ้นโดย ISO ได้กำหนดระดับการจัดทำให้เป็นมาตรฐานที่ต่างกัน 3 ระดับคือ ระดับเริ่มต้น ระดับกลางและเต็มรูปแบบซึ่งการประกาศในปี 2000 ผู้ผลิตฐานข้อมูลส่วนใหญ่จะยังคงอยู่ในระดับเริ่มต้นและจะต้องเพิ่มคุณสมบัติในระดับที่สูงขึ้นไป
1999	SQL-99	SQL3	ปรับปรุงมาตรฐานของปี ค.ศ. 1992 โดยเพิ่มการเลือกในการเลือกข้อมูลและกฎใหม่เกี่ยวกับความคงสภาพของข้อมูล (Data Integrity) รวมทั้งเริ่มนำแนวคิดเชิงวัตถุ Object Oriented เข้ามา
2003	SQL-2003		เริ่มการสนับสนุน XML และการสร้างข้อมูลในคอลัมน์โดยอัตโนมัติ

การกำหนดมาตรฐาน SQL มีความสำคัญมากเพราะถ้า DBMS ทั้งหมดถูกพัฒนาขึ้นบนมาตรฐานเดียวกันจะเกิดประโยชน์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เพิ่มความสะดวก แอพพลิเคชั่นขึ้นใน DBMS ใดก็ตามจะสามารถรันใน DBMS อื่นได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงใดๆ

2. แลกเปลี่ยนข้อมูลได้ดีขึ้น DBMS จะใช้ภาษาเดียวกันจึงสามารถเข้าถึงฐานข้อมูลที่ต่างกันได้

3. ลดต้นทุนการอบรม โปรแกรมเมอร์สามารถเปลี่ยนการใช้งานจาก DBMS หนึ่งเป็น DBMS อื่นได้โดยไม่ต้องอบรมใหม่

4. มีความเป็นมาตรฐาน ภาษาที่ได้มาตรฐานจะมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เช่น ภาษา Cobol

2.8.4 การออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูล

ในการสอบถามข้อมูลจากฐานข้อมูลนั้น คำถามของผู้ใช้ เรียกว่า "Query" และภาษาที่ใช้ในการสอบถามข้อมูลเรียกว่า "Query Language" ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่หลายภาษาด้วยกัน โดยภาษา SQL พัฒนาโดยบริษัท IBM เป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย จึงถือเป็นมาตรฐานที่ใช้ใน RDBMS หลายตัวที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ประเภทของคำสั่งในภาษา SQL

1. DDL (Data Definition Language) เป็นชุดคำสั่งที่ใช้ในการนิยาม กำหนด หรือการสร้างข้อมูลบนฐานข้อมูล ได้แก่ คำสั่ง CREATE TABLE, CREATE VIEW

2. DML (Data Manipulation Language) เป็นชุดคำสั่งที่ใช้ในการประมวลผลหรือจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูล ได้แก่ คำสั่ง SELECT, INSERT , UPDATE เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. DCL (Data Control Language) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมสิทธิ์ของผู้ใช้ในการใช้ข้อมูล รวมทั้งส่วนที่ใช้ควบคุมการใช้ฐานข้อมูลจากผู้ใช้หลายๆคนพร้อมกัน

2.8.5 รูปแบบคำสั่ง SQL

1. การสร้างตาราง

การสร้างตารางในภาษา SQL จะใช้คำสร้าง CREATE TABLE ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้างตารางขึ้นมาใหม่ คำสั่ง CREATE TABLE จะกำหนดชื่อตารางและกำหนดลักษณะข้อมูลเป็นคอลัมน์ต่างๆที่ตั้งขึ้นในตารางรวมไปถึงชนิดของข้อมูลของแต่ละคอลัมน์นั้นในโครงสร้างของคำสั่งการสร้างตารางมีรูปแบบไวยากรณ์ดังต่อไปนี้

CREATE TABLE<table name>
(<column name>< >[<size>][[constraint <constraint_name>]constraint_type]
[,<column name>data type>[<size>],.....]);

CREATE TABLE เป็นคำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการสร้างตาราง
table name ชื่อตารางที่ต้องการสร้าง
column name ชื่อของคอลัมน์แต่ละคอลัมน์
data type ชนิดข้อมูลของคอลัมน์นั้นๆ
constraint ข้อกำหนดของคอลัมน์
constraint_name ชื่อของข้อกำหนดที่ต้องการสร้างให้กับคอลัมน์
constraint_type ประเภทของข้อกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำสั่งการเพิ่มข้อมูล

คำสั่งการเพิ่มข้อมูลในตารางจะใช้คำสั่ง INSERT จะมีอยู่ 2 รูปแบบคือ การเพิ่มข้อมูลเข้าไปทีละแถว และ การเพิ่มข้อมูลโดยการดึงกลุ่มข้อมูลด้วยคำสั่งค้นหาข้อมูล

1.1 คำสั่งการเพิ่มข้อมูลทีละแถวโดยระบุข้อมูลที่จะ INSERTเข้าไปโดยตรง รูปแบบของคำสั่งเป็นดังนี้

INSERT INTO <tablename>[(column 1, column 2,...)]
VALUE (<value1,value2, ...>);
INSERT INTO เป็นคำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการเพิ่มข้อมูล
tablename ชื่อตารางที่จะเพิ่มข้อมูล
column1, column 2,...คอลัมที่ต้องการเพิ่มข้อมูล
value1, value2, ค่าข้อมูลของแต่ละคอลัมภ์ที่ต้องการเพิ่ม

1.2 คำสั่งการเพิ่มข้อมูลโดยการดึงกลุ่มข้อมูลด้วยคำสั่งค้นหาข้อมูล ในภาษา SQL สามารถใช้คำสั่ง INSERT ในการนำค่าหรือหาค่าจากตารางหนึ่งแล้วไปใส่ไว้ในอีกตาราหนึ่งได้ โดยได้ค่านั้นมาจากการสอบถามข้อมูล รูปแบบเป็นดังนี้

INSERT INTO <table name>[(column 1, column 2,...)]
SELECT statement;
INSERT INTO เป็นคำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการเพิ่มข้อมูล
table name ชื่อตารางที่จะเพิ่มข้อมูล
SELECT statement ประโยคคำสั่ง SELECTที่ต้องการข้อมูลอีกตารางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การลบโครงสร้างตารางออกจากระบบ

เมื่อต้องการลบโครงสร้างตารางที่ถูกสร้างขึ้นจะสามารถทำได้ด้วยคำสั่ง DROP TABLE ซึ่งมีรูปแบบทั่วไปดังนี้

DROP TABLE <table name> [CASCADE CONSTRAINTS];
DROP TABLE เป็นคำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการลบโครงสร้างตาราง
table name ชื่อตารางที่ต้องการลบ
CASCADE CONSTRAINTS ระบบจัดการฐานข้อมูลจะทำการลบข้อจำกัดต่างๆ (constraint) ที่มีการอ้างถึงตารางทิ้งไปให้ด้วยทั้งหมด

4. คำสั่งการลบข้อมูลทั้งแถว

คำสั่งในการลบแถวข้อมูล เป็นคำสั่งที่ใช้ในการลบแถวข้อมูลทุกแถวที่มีเงื่อนไขสอดคล้องกับที่ระบุไว้หลัง WHERE คำสั่งการลบข้อมูลมีรูปแบบทั่วไปดังนี้

DELETE FROM <table name>
[WHERE<condition>];
DELETE FROM เป็นคำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการลบข้อมูล
table name ชื่อตารางที่ต้องการลบข้อมูล
WHERE<condition> เงื่อนไขในการลบข้อมูล

5. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตาราง

เมื่อสร้างโครงสร้างตารางแล้ว ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตารางที่มีการสร้างไว้ข้างต้นใหม่ เช่น ต้องการเพิ่มหรือลบบางคอลัมน์ที่เป็นโครงสร้างหลักของตารางออก หรือต้องการเปลี่ยนประเภทข้อมูลของคอลัมน์ ซึ่งในกรณีที่ตารางมีข้อมูลและกำหนดโครงสร้างไปแล้ว การแก้ไขโครงสร้างข้อมูลอาจมีผลกระทบกับข้อมูลที่มีอยู่ แต่ในภาษา SQL สามารถใช้คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการแก้ไขโครงสร้างข้อมูลได้ด้วยคำสั่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตาราง รูปแบบของของคำสั่ง ALTER TABLE มี 2 แบบ คือ

- ALTER TABLE ที่ใช้ในการเพิ่มคอลัมน์
- ALTER TABLE ที่ใช้ในการเปลี่ยนชื่อคอลัมน์

คำสั่ง ALTER TABLE เป็นคำสั่งที่ใช้ในการแก้ไขปรับปรุงโครงสร้างตาราง เมื่อจำเป็นที่ต้องปรับปรุงจากโครงสร้างเดิมตามที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่สร้างตารางในครั้งแรก คำสั่ง ALTER TABLE มีรูปแบบดังนี้

ALTER TABLE <table name>
Database update (<column_name> data type [SIZE]);
ALTER TABLE เป็นคำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตาราง
table name ชื่อตารางที่จะเปลี่ยนแปลง
Database update คำสั่งการเปลี่ยนแปลง
column_name ชื่อคอลัมน์
data type [SIZE] ชนิดข้อมูลและขนาดของข้อมูล
ALTER TABLE SALESPEOPLE ADD SALESTAB_FAX CHAR (15);

ผลของคำสั่งจะทำให้ตารางพนักงานขายมีคอลัมน์ SALESTAB_FAX ที่มีชนิดข้อมูลเป็น char มีความยาว 15 ตัวอักษรเพิ่มขึ้น

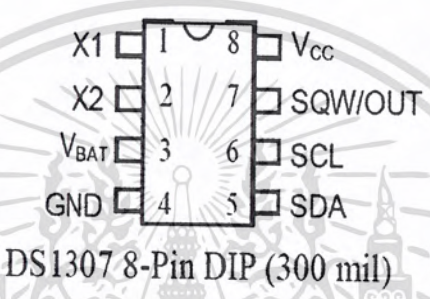
2.9 RTC (Real Time Clock: DS1307)

ไอซีสร้างฐานเวลาจริง (DS1307) มีหน้าที่สร้างฐานเวลาจริงให้กับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นค่าของเวลาในส่วนของวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ วัน เดือน และปี โดยสามารถปรับให้ตรงตามปฏิทินได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 คุณสมบัติทางเทคนิคของ DS1307 ที่สำคัญมีดังนี้

1. ให้ข้อมูลตั้งแต่วินาทีจนถึงปี และให้ข้อมูลได้อย่างเที่ยงตรงจนถึง คศ.2100
2. มีหน่วยความจำแรมในการเก็บข้อมูล 56 ไบต์
3. สามารถจัดการกับสัญญาณเอาต์พุตแบบสัญญาณสี่เหลี่ยม (square wave)
4. ตรวจจับไฟเลี้ยงต่ำอัตโนมัติ สามารถรักษาข้อมูลเวลาได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง



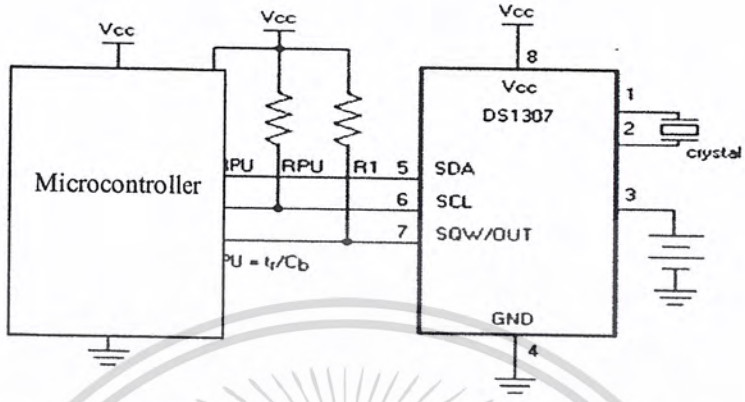
รูปที่ 2.41 แสดง DS1307 8-pin DIP

DS1307 เป็น RTC ที่ใช้การอินเตอร์เฟสแบบ I_2C ซึ่งเป็นการอินเตอร์เฟสแบบอนุกรมชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กับ RTC การอินเตอร์เฟสกับ RTC แบบอนุกรมนี้ทั่วๆ ไปมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ

1. SPI (serial peripheral interface, trademark of Motorola Inc.)
2. I_2C (trademark of Philips Corps.)
3. 3-wire (Dallas Semiconductor, Epson, Ricoh, Maxim, etc.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 การต่อวงจร



รูปที่ 2.42 แสดงการต่อวงจรของDS1307

2.9.3 การเก็บข้อมูล

RTC

READ	WRITE	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	RANGE
81h	80h	CH	10 Seconds			Seconds				00–59
83h	82h		10 Minutes			Minutes				00–59
85h	84h	12/$\overline{24}$	0	10 AM/PM	Hour	Hour				1–12/0–23
87h	86h	0	0	10 Date		Date				1–31
89h	88h	0	0	0	10 Month	Month				1–12
8Bh	8Ah	0	0	0	0	0	Day			1–7
8Dh	8Ch	10 Year				Year				00–99
8Fh	8Eh	WP	0	0	0	0	0	0	0	—
91h	90h	TCS	TCS	TCS	TCS	DS	DS	RS	RS	—

CLOCK BURST

BFh	BEh

RAM

C1h	C0h		00-FFh
C3h	C2h		00-FFh
C5h	C4h		00-FFh
.	.		.
.	.		.
.	.		.
FDh	FCh		00-FFh

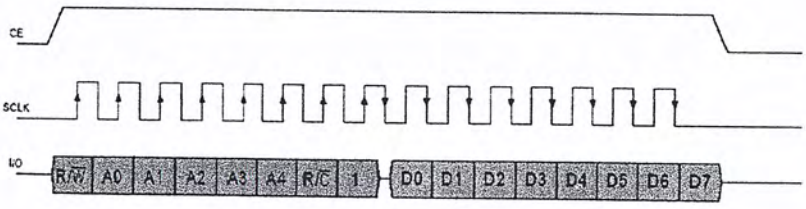
RAM BURST

FFh	FEh

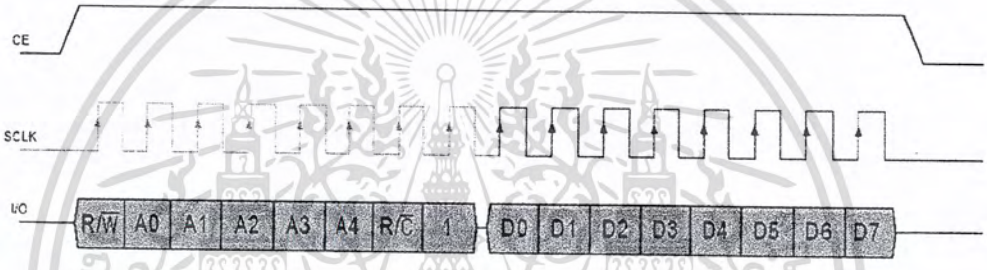
รูปที่ 2.43 แสดงการเก็บข้อมูลตำแหน่งข้อมูลรีจิสเตอร์ต่างๆเมื่อจะอ่านและเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 การอ่านและเขียนข้อมูล

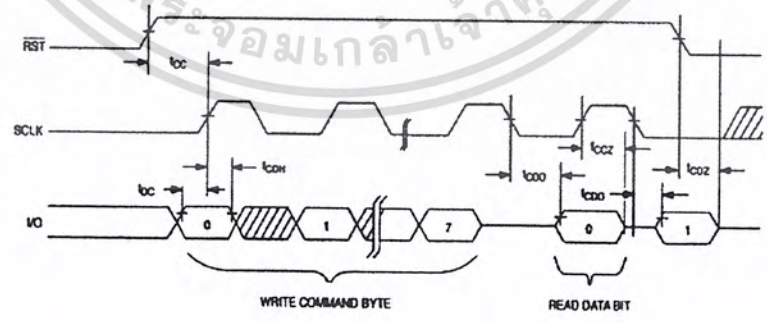


รูปที่ 2.44 แสดงการอ่านข้อมูล 1 ไบต์



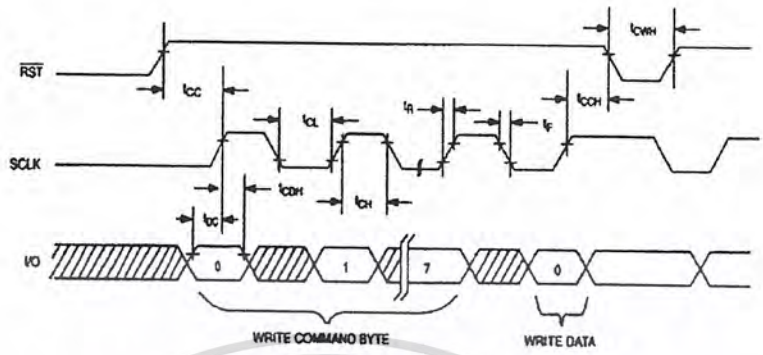
รูปที่ 2.45 แสดงการเขียนข้อมูล 1 ไบต์

ในการสื่อสารมีการส่งสัญญาณระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับไอซีสร้างฐานเวลาจริงดังรูปที่ 2.46



รูปที่ 2.46 แสดงสัญญาณไมโครคอนโทรลเลอร์ที่การอ่านข้อมูลจากไอซีสร้างฐานเวลาจริง

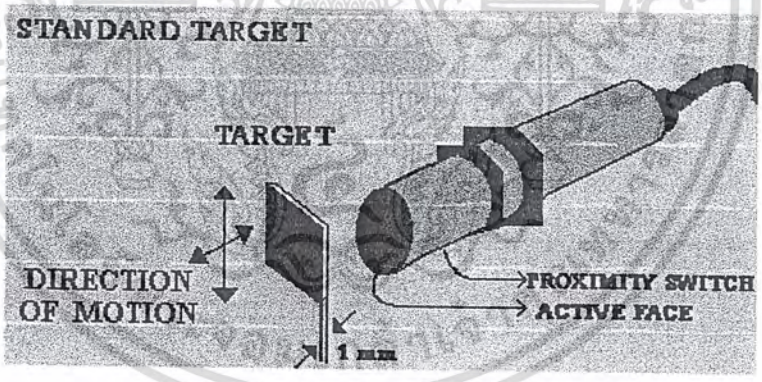
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.47 แสดงสัญญาณขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการเขียนข้อมูลลงไอซีสร้างฐานเวลาจริง

2.10 Sensor (sensor photo electric)

2.10.1รายละเอียดทางเทคนิคของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ



รูปที่ 2.48 เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ระยะตรวจจับมาตรฐานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำนั้น หาได้โดยการใช้แผ่นเหล็กอ่อน (mild steel) เป็นวัตถุนำ หากวัตถุที่ต้องการตรวจจับเป็นโลหะชนิดอื่น เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ฯลฯ ระยะการตรวจจับก็จะน้อยลง ทั้งนี้เราสามารถหาค่าได้โดยการเอาค่าตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบ(factor) คูณด้วยระยะตรวจจับมาตรฐาน ดังตัวอย่าง ค่าตัวประกอบของเหล็กอ่อน เท่ากับ 1 ทองเหลืองเท่ากับ 0.50 ทองแดงเท่ากับ 0.40 ดังนั้นหากระยะตรวจจับมาตรฐาน(เหล็กอ่อน) เท่ากับ 10 มิลลิเมตร เมื่อนำไปตรวจจับทองเหลืองก็จะเป็น 5.0และทองแดงเป็น 4.0มิลลิเมตร ตามลำดับ เป็นต้น

ตารางที่ 2.6 รายละเอียดทางเทคนิค

Target Material	Approximate Correction Factor
เหล็กอ่อน	1.0
สแตนเลส	0.85
ทองเหลือง	0.50
อลูมิเนียม	0.45
ทองแดง	0.40

ในการนำเซนเซอร์ แบบเหนี่ยวนำมาใช้งานนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่เราจะต้องทราบรายละเอียดหรือข้อมูลทางด้านเทคนิค ทั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์และประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด

ระยะการตรวจจับ (Sensing Range) คือระยะที่เมื่อแผ่นโลหะที่ตรวจจับเคลื่อนที่กลับเข้ามาด้านหน้าของส่วนตรวจจับ แล้วมีผลทำให้สัญญาณเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น เปิด (On) เป็น ปิด (Off) หรือ ปิด (Off) เป็น เปิด (On)

ระยะการตรวจจับทั่วไป (Nominal Sensing Range; Sn) คือ ค่าระยะตามคุณลักษณะโดยไม่ได้คิดรวมถึงผลคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตในแต่ละตัว หรือผลกระทบจากภายนอก เช่นอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

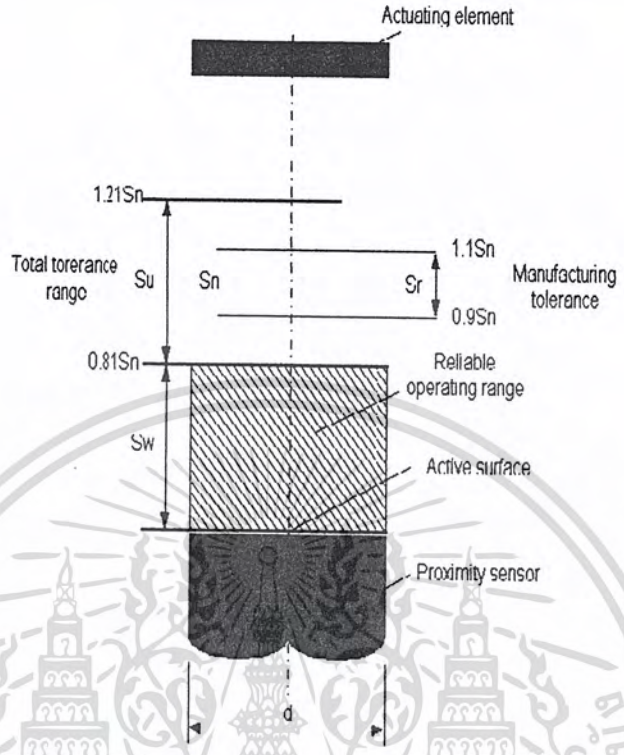
ระยะการตรวจจับจริง (Real sensing Range; Sr) คือ ระยะการตรวจจับ ซึ่งวัดค่าได้โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟตามค่าที่กำหนด อุณหภูมิที่กำหนด ระยะการตรวจจับจริงจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 90% ถึง 110% ของระยะการตรวจจับแบบทั่วไป (Sn)

ระยะการตรวจจับที่ใช้ประโยชน์ (Useful Sensing Range; Su) คือ ระยะการตรวจจับซึ่งวัดตามวิธีการวัดที่หนึ่งตามมาตรฐาน *EN 50010* โดยใช้แหล่งจ่ายไฟ และอุณหภูมิแวดล้อมล้อมอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ระยะตรวจจับที่ใช้ประโยชน์จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 81% ถึง 121% ของระยะการตรวจจับแบบทั่วไป (Sn)

ระยะตรวจจับในการทำงาน (Working Sensing Range; Sw) คือระยะใดๆที่เซนเซอร์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ที่อุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

ค่าในการชดเชยระยะที่ถูกต้อง ระยะตรวจจับทั่วไป (Sn) ของเซนเซอร์สามารถตรวจจับวัตถุได้ตามระยะตรวจจับที่กำหนดได้โดยใช้แผ่นเหล็กอ่อน (mild steel) เป็นวัตถุสำหรับถูกตรวจจับ การใช้แผ่นโลหะที่มีขนาดเล็กกว่าที่กำหนดไว้ จะทำให้ระยะการตรวจจับสั้นลงเช่นเดียวกัน ถ้าแผ่นโลหะนั้นมีผิวโค้งก็จะมีผลต่อการตรวจจับด้วย และระยะการตรวจจับจะเปลี่ยนแปลงไปถ้าวัตถุที่ตรวจจับเป็นโลหะประเภทอื่น ซึ่งจะทราบได้ว่าระยะตรวจจับสำหรับโลหะประเภทนั้นเป็นเท่าไร โดยดูณระยะมาตรฐานด้วยค่าตัวประกอบ (factor) ที่ระบุไว้ในตารางคุณสมบัติเฉพาะของแต่ละรุ่น การใช้เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำตรวจจับโลหะแบบบางๆนั้นอาจทำให้ระยะการตรวจจับน้อยกว่าระยะการตรวจจับของแผ่นโลหะที่หนาปกติได้ กรณีนี้ขึ้นอยู่กับว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้นสามารถทะลุผ่านแผ่นโลหะบางนั้นไปได้มากน้อยเพียงใด ถ้าความหนาของแผ่นโลหะนั้นน้อยกว่าระยะที่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าทะลุผ่านไปจะทำให้แผ่นโลหะนั้นเกิดกระแสไหลวน (eddy current) ซึ่งมีผลทำให้ค่าความนำไฟฟ้าของแผ่นโลหะนั้นมีค่าต่ำลงกว่าค่าปกติ จากผลที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ระยะการตรวจจับลดลงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.49 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ค่าความสามารถในการกระทำซ้ำ (Repeatability) สามารถหาได้โดย การวัดสองครั้งติดต่อกันภายใต้สภาวะที่กำหนดของ EURO-NORM ซึ่งเซนเซอร์ที่ดีควรมีระยะที่เท่ากัน

ค่าฮีสเตอร์รีซีสของการตัดต่อ (Switching Hysteresis) คือ ระยะความแตกต่างระหว่างเซนเซอร์ทำงาน (on) กับหยุดทำงาน (off) เมื่อนำแผ่นโลหะที่ใช้ทดสอบเลื่อนเข้ามาใกล้หรือถอยห่างจากบริเวณด้านหน้าส่วนตรวจจับของเซนเซอร์ค่าฮีสเตอร์รีซีสจะมีค่าเป็นเปอร์เซนต์ของระยะตรวจจับจริง

พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์กับการต่อใช้งาน

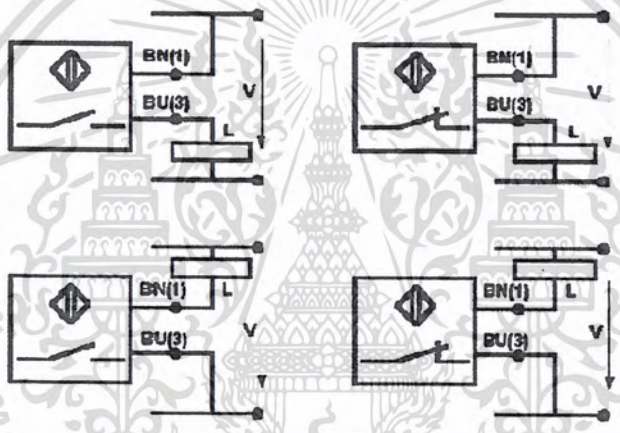
ในการนำพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ประเภทต่างๆที่กล่าวมาในข้างต้นไปประยุกต์ใช้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกและพิจารณาในเรื่องลักษณะงานที่จะนำไปใช้ ชนิดและระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งความสามารถในการจ่ายกระแสให้กับโหลดหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาต่อร่วมกับเซนเซอร์ ซึ่งในที่นี้เราจะกล่าวถึงเซนเซอร์ที่ให้สัญญาณแบบทำงานหรือไม่ทำงาน (on-off)

1. เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 เส้น

เซนเซอร์แบบนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะตามสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ คือ เป็นแบบไฟกระแสตรงและไฟกระแสสลับ นอกจากนี้ในแต่ละกลุ่มยังมีการแบ่งย่อยออกเป็นปกติทำงาน (N.C.) กับปกติไม่ทำงาน (N.O.) การต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้ากับเซนเซอร์ประเภทนี้สามารถกระทำได้โดยการต่ออนุกรมเข้ากับสายเส้นใดเส้นหนึ่ง แสดงดังรูป 2.50

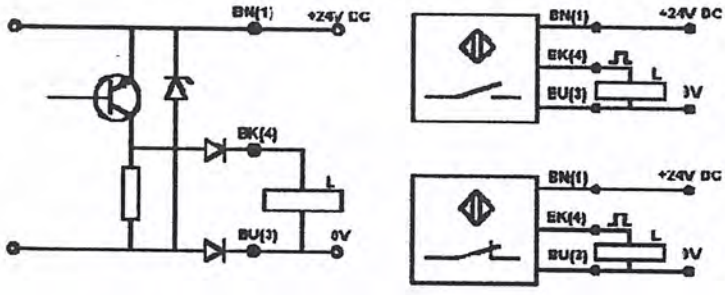


รูปที่ 2.50 เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 เส้น

2. เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 3 เส้น

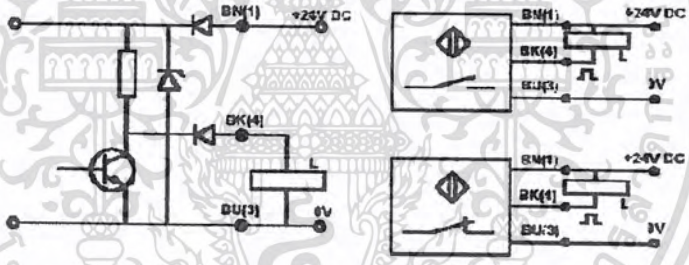
เซนเซอร์แบบนี้ส่วนใหญ่ใช้กับไฟกระแสตรง มีทั้งแบบปกติทำงานและปกติไม่ทำงาน นอกจากนี้สายสัญญาณที่จะต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ ก็มีให้เลือกทั้งที่เป็นไฟบวกหรือไฟลบ เซนเซอร์แบบสายสัญญาณ 3 เส้นโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ประเภทด้วยกันคือ แบบ PNP และ NPN ซึ่งแบ่งตามชนิดของทรานซิสเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่อยู่ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.51 เอาต์พุตที่ได้จากการต่อใช้งานแบบ PNP

จากรูป 2.51 แสดงโครงสร้างภายในภาคเอาต์พุตซึ่งจะมีทรานซิสเตอร์แบบ PNP ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสั่งให้ทำงานหรือไม่ทำงาน เซนเซอร์ไดโอดที่ต่อคร่อมอยู่ระหว่างขั้วบวกและลบ จะทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันจากแหล่งจ่ายให้คงที่ ไดโอดที่สายสัญญาณหมายเลข 3 หรือขั้วลบทำหน้าที่ป้องกันการต่อผิดขั้ว ส่วนไดโอดหมายเล็ก 4 หรือสัญญาณเอาต์พุตจะทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับซึ่งเนื่องมาจากการต่อโหลด



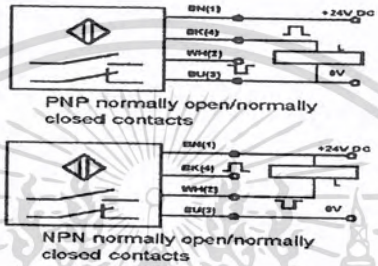
รูปที่ 2.52 เอาต์พุตที่ได้จากการต่อใช้งานแบบ NPN

เมื่อเซนเซอร์แบบสายสัญญาณ 3 เส้นมี 2 ประเภทคือ PNP และ NPN ในการเลือกไปใช้งานนั้นหากโหลดเป็นอุปกรณ์พวก รีเลย์ หลอดไฟ โซลินอยด์ ฯลฯ จะเลือกเซนเซอร์ชนิดใดไปใช้งานก็ได้เนื่องจากมีคุณสมบัติไม่แตกต่างกัน แต่หากนำสัญญาณที่ได้ไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรืออุปกรณ์ควบคุม เช่น PLC ต้องพิจารณาให้ดีเนื่องจากอุปกรณ์เหล่านั้นมีทิศทางการไหลของกระแสไฟ โดยทั่วไปจะมีการระบุเอาไว้ว่าจะใช้เซนเซอร์เอาต์พุตประเภทไหน ดังนั้นจึงพอจะสรุปได้ว่า จะเลือกเซนเซอร์เอาต์พุตแบบไหนนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและความต้องการของอุปกรณ์ควบคุมเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น

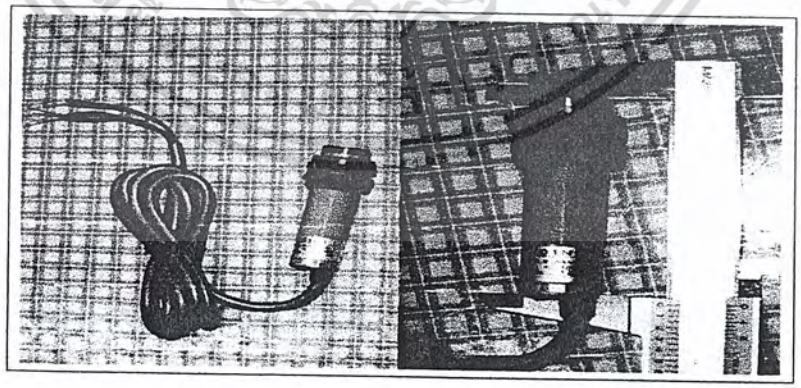
การลดพื้นที่ในการติดตั้ง ณ.จุดที่ต้องการตรวจจับเพียงจุดเดียว ความต้องการนี้สามารถตอบสนองได้ด้วย เซนเซอร์เพียงตัวเดียวที่มีสายสัญญาณ 4 เส้น นั่นคือ จะมีสายสัญญาณเอาต์พุตปกติทำงาน (NC) และปกติไม่ทำงาน (NO) รวมอยู่ในตัวเดียวกัน ซึ่งมีทั้งแบบ PNP และ NPN แสดงดังรูปที่ 2.53



รูปที่ 2.53 เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น

เซนเซอร์ที่ใช้เป็นเซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 3 เส้น ชนิด NPN ซึ่งทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุ โดยใช้เลเซอร์ ซึ่งตัวรับและตัวส่งสัญญาณอยู่ในเซนเซอร์ตัวเดียวกัน

2.10.2 คุณสมบัติที่สำคัญของ sensor ที่ใช้



รูปที่ 2.54 เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 3 เส้น ชนิด NPN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2.1 สามารถตรวจจับวัตถุในระยะตั้งแต่ 10-50 เซนติเมตร

2.10.2.2 ใช้ไฟเลี้ยง 12-24 VDC

2.10.3.3 สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบ NPN

2.10.3 ลักษณะการเชื่อมต่อเซนเซอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

สายไฟสีดำคือสายสัญญาณของเซนเซอร์ที่จะใช้เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 2.55

รูปที่ 2.55 สายสัญญาณและไฟเลี้ยงของเซนเซอร์

2.10.4 ความหมายของสายไฟ มีดังนี้

สายสีน้ำตาล เป็นสายไฟเลี้ยงของเซนเซอร์ ใช้ไฟกะแสตรง 12-24 V

สายสีดำ เป็นสายสัญญาณของเซนเซอร์ที่ตรวจจับวัตถุได้

สายสีน้ำเงิน เป็นสายที่ต่อเข้ากับ GND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 หลอด LED (Light Emiiting Diodes)

LED หรือ ไดโอดเปล่งแสง เป็น เซมิคอนดักเตอร์ มีหลักการทำงานแตกต่างจากหลอดไฟมีไส้ เพราะว่าไม่มีการเผาไส้หลอด ดังนั้น หลอด LED จึงไม่เกิดความร้อน แสงสว่างเกิดขึ้นจากการเคลื่อนของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำ ซึ่งเป็นวัสดุแบบเดียวกับที่ใช้ในการทำทรานซิสเตอร์ มีให้เห็นได้ทั่วไปในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ บางครั้งเห็นได้ในนาฬิกาดิจิตอล สัญญาณไฟจราจรตามสี่แยก และด้วยขนาดที่กะทัดรัดและมีแบนด์วิดท์แคบๆ จึงมีประโยชน์ในการสื่อสารเทคโนโลยีขั้นสูง คือใช้ใน การควบคุมระยะไกล อาทิเช่น รีโมทคอนโทรลของโทรทัศน์ เครื่องเล่นดีวีดีและเครื่องใช้ในบ้านเรือนอื่น ๆ เป็นต้น

2.11.1 หลักการและการทำงานของ หลอด LED

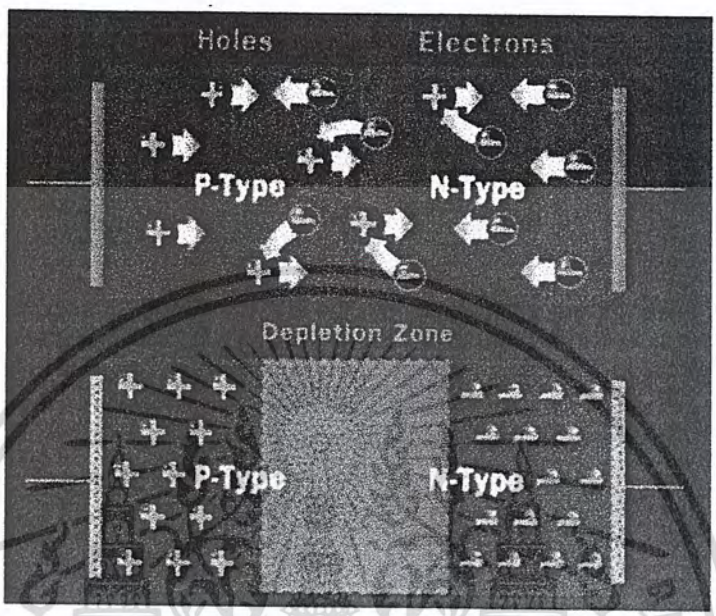
ไดโอดเป็นวัสดุสารกึ่งตัวนำ ที่เราสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการนำไฟฟ้าของมันได้ ปกติวัสดุสารกึ่งตัวนำเป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลว ถ้าเราใส่สารเจือปนเข้าไป เราสามารถควบคุมการนำไฟฟ้าให้มากหรือน้อยได้ เราเรียกวิธีนี้ว่า การโดปปิ้ง (doping) โดยส่วนใหญ่หลอด LED ใช้สาร อลูมิเนียมกัลเลียม อาร์เซไนด์ (alumnium-gallium-arsenide) เป็นสารกึ่งตัวนำ ถ้ายังไม่ได้ใส่สารเจือปน พันธะในอะตอมจะเกาะกันอย่างแข็งแรง ไม่มีอิเล็กตรอนอิสระ (ประจุไฟฟ้าลบ) หรือมีอยู่น้อย ดังนั้นมันจึงไม่ค่อยจะนำกระแส แต่เมื่อทำการโดปปิ้ง โดยการเติมสารเจือปน ทำให้ความสมดุลของวัสดุเปลี่ยนไป

เมื่อเราใส่สารเจือปนแล้วทำให้อิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำเพิ่มขึ้น เรียกว่าสารประกอบชนิด *N* ส่วนสารกึ่งตัวนำที่ใส่สารเจือปนแล้ว มีประจุไฟฟ้าบวกหรือมีหลุมและโฮลเพิ่มขึ้น เรียกว่าสารประกอบชนิด P โฮล (hole) ในภาษาอังกฤษมีความหมายว่าหลุม โดยเปรียบอิเล็กตรอนอิสระได้กับลูกหิน และประจุบวกเป็นหลุมหรือโฮล ที่ลูกหินจะไหลมาตกนั่นเอง

ไดโอดเกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิด N ติดเข้ากับสารกึ่งตัวนำชนิด P เชื่อมสายไฟเข้ากับขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อยังไม่มีการให้แรงดันไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระจาก N จะเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปที่ P เกิดโซนดีพลีชั่น (depletion) ขึ้น โซนนี้เปรียบเทียบได้กับกำแพงป้องกันการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ถ้าโซนนี้มีขนาดใหญ่ขึ้น การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจะยากขึ้น และอาจทำให้อิเล็กตรอนหยุดการเคลื่อนที่ได้ อย่างไรก็ตามถ้าควบคุมให้โซนนี้เล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

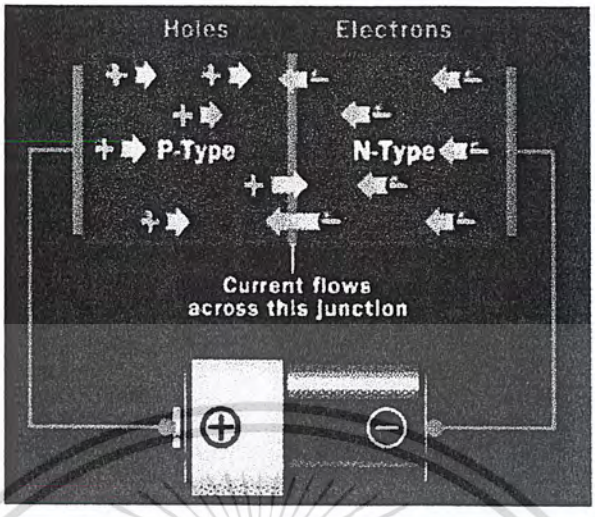
ลง การเคลื่อนที่ก็จะง่ายขึ้น โดยอิเล็กตรอนอิสระจาก N เคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปลงหลุมที่ P ทำให้เกิดโซนดีพลีชั่น เป็นฉนวนกั้นการไหลของอิเล็กตรอนดังรูปที่ 2.56



รูปที่ 2.56 การเกิดโซนดีพลีชั่น

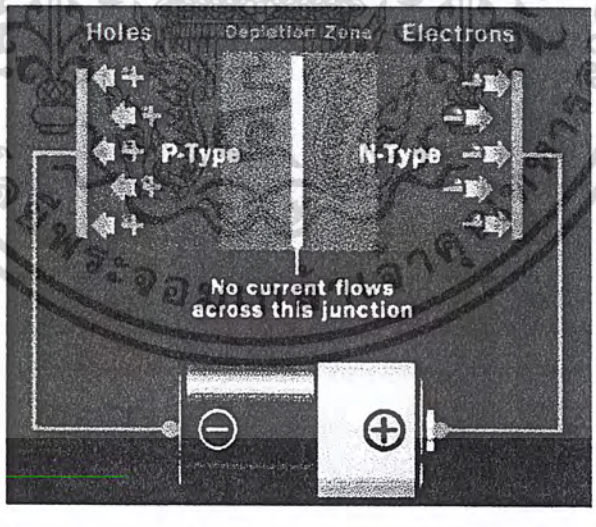
เพื่อจะทำให้อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ผ่านโซนนี้ได้ง่ายขึ้น เราต้องทำให้โซนนี้แคบลง โดยการต่อขั้ว N ของไดโอดเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ และขั้วบวกเข้ากับขั้ว P ทำให้อิเล็กตรอนอิสระใน N ถูกดันด้วยแรงดันทางไฟฟ้า ส่วนโฮลขั้ว P จะถูกดันด้วยแรงทางไฟฟ้าเช่นเดียวกัน ถ้าเราให้แรงดันทางไฟฟ้ามากพอ โซนนี้จะแคบจนหายไป และอิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อได้อย่างง่ายดาย เหมือนกับไม่มีแรงเสียดทาน หรือความต้านทาน เมื่อต่อขั้วลบของแบตเข้ากับ N และขั้วบวกเข้ากับ P ทำให้อิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เหมือนกับไม่มีความต้านทาน ดังรูปที่ 2.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.57 เมื่ออิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

ในทางกลับกัน ถ้าต่อขั้วลบเข้ากับ P และขั้วบวกเข้ากับ N การไหลของอิเล็กตรอนจะเป็นไปได้ยาก เพราะการเคลื่อนที่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม โซนดีพลีชั่นจะหนาขึ้น เป็นกำแพงกั้นการไหลของกระแสไฟฟ้า เมื่อต่อขั้วบวกของแบตเข้ากับ N และขั้วลบเข้ากับ P โซนดีพลีชั่นมีขนาดกว้างขึ้น โฮลและ อิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังรูปที่ 2.58



รูปที่ 2.58 โฮลและอิเล็กตรอนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

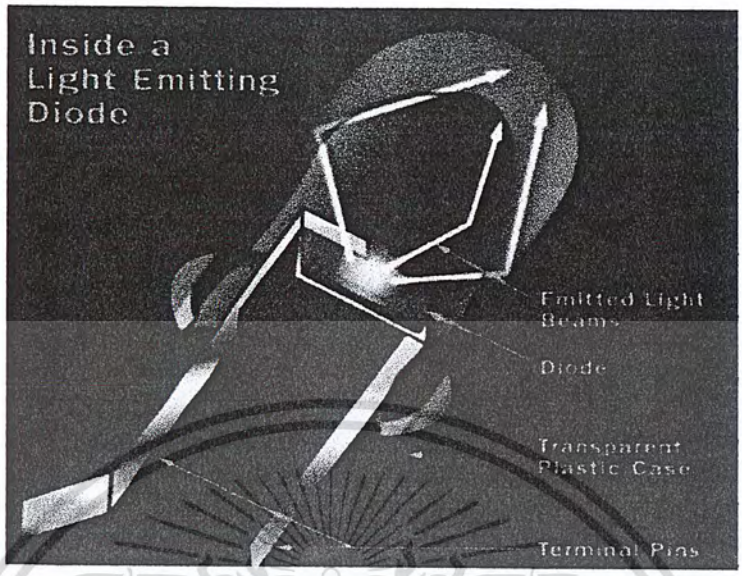
แสงเกิดขึ้นจากพลังงานที่ปลดปล่อยจากอะตอม แสงเป็นโฟตรอนที่มีพลังงานและโมเมนตัม ดังนั้นจึงเป็นอนุภาคชนิดหนึ่ง

ภายในอะตอม อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียส และมีวงโคจรหลายวง แต่ละวงมีพลังงานแตกต่างกัน วงนอกมีพลังงานมากกว่าวงใน ถ้าอะตอมได้รับพลังงานจากภายนอก อิเล็กตรอนจะกระโดดจากวงโคจรในออกสู่วงโคจรนอก ในทางกลับกัน ถ้าอิเล็กตรอนกระโดดจากวงโคจรนอกเข้าสู่วงโคจรใน มันจะปลดปล่อยพลังงานออกมา และพลังงานนี้ก็คือแสงนั้นเอง

ขณะที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อไปที่โฮลของสาร P อิเล็กตรอนจะตกจากวงโคจรสูง หรือแถบนำไฟฟ้า ไปสู่วงโคจรต่ำหรือแถบวาเลนซ์ มันจะปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของโฟตรอน ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นกับไดโอดทุกชนิด แต่คุณสามารถเห็นแสงได้ก็ต่อเมื่อ ความถี่ของพลังงานอยู่ในช่วงความถี่ที่ตามองเห็นได้ ดังเช่นไดโอดที่ทำจากซิลิคอน ซึ่งมีช่วงของแถบพลังงานแคบ ทำให้ได้โฟตรอนความถี่ต่ำ เป็นความถี่ที่ตามองเห็นได้ อย่างไรก็ตาม ความถี่ที่ตามองไม่เห็นก็มีประโยชน์ไม่น้อย ยกตัวอย่างเช่น ช่วงอินฟาเรดสามารถนำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกลหรือรีโมทคอนโทรล เป็นต้น

เมื่อไดโอดให้แสงออกมาแล้ว ถ้าเราไม่ควบคุมทิศทาง แสงจะกระจัดกระจาย และวิ่งออกมาอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้ความเข้มของแสงน้อยลง ดังนั้นในหลอด LED เราจะใช้พลาสติกหุ้ม และเอียงให้แสงสามารถสะท้อนออกไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ แสดงดังรูปที่ 2.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.59 การทำงานของ หลอดLED

2.11.2ทฤษฎีสีและความยาวคลื่น

ไฟ LED แบบธรรมดาที่ทำจากนินทรีย์หลากหลายของ วัสดุเซมิคอนดักเตอร์ , ตารางต่อไปนี้แสดงสี ช่วงความยาวคลื่น แรงดันไฟฟ้าและวัสดุ ดังแสดงในตารางที่ 2.7

สี	Wavelength (nm)	แรงดัน (V)	วัสดุเซมิคอนดักเตอร์
อินฟราเรด	$\lambda > 760$	$\Delta V < 1.9$	แกลเลียม arsenide (GaAs)
			arsenide แกลเลียมอลูมิเนียม (AlGaAs)
แดง	$610 < \lambda < 760$	$1.63 < \Delta V < 2.03$	arsenide แกลเลียมอลูมิเนียม (AlGaAs)
			arsenide phosphide แกลเลียม (GaAsP)
			อินเดียมแกลเลียมอลูมิเนียม phosphide (AlGaInP)
			แกลเลียม (III) phosphide (GAP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีส้ม	590 <λ <610	2.03 <ΔV <2.10	arsenide phosphide แกลเลียม (GaAsP) อินเดียมแกลเลียมอลูมิเนียม phosphide (AlGaInP) แกลเลียม (III) phosphide (GAP)
สีเหลือง	570 <λ <590	2.10 <ΔV <2.18	arsenide phosphide แกลเลียม (GaAsP) อินเดียมแกลเลียมอลูมิเนียม phosphide (AlGaInP) แกลเลียม (III) phosphide (GAP)
สีเขียว	500 <λ <570	1.9 [47] ΔV <<4.0	แกลเลียมอินเดียมไนไตรด์ (InGaN) / (III) แกลเลียมไนไตรด์ (กัน) แกลเลียม (III) phosphide (GAP) อินเดียมแกลเลียมอลูมิเนียม phosphide (AlGaInP) phosphide แกลเลียมอลูมิเนียม (AlGaP)
สีน้ำเงิน	450 <λ <500	2.48 <ΔV <3.7	selenide สังกะสี (ZnSe) แกลเลียมอินเดียมไนไตรด์ (InGaN) ซิลิกอนคาร์ไบด์ (SIC) เป็นสารอาหาร Silicon (Si) เป็นสารอาหาร -- (อยู่ระหว่างการพัฒนา)
ม่วง	400 <λ <450	2.76 <ΔV <4.0	แกลเลียมอินเดียมไนไตรด์ (InGaN)
สีม่วง	หลายประเภท	2.48 <ΔV <3.7	ไฟ LED สีฟ้า / สีแดง Dual, สีฟ้าที่มีสารเรืองแสงสีแดง หรือพลาสติกสีขาวมีสีม่วง
อัลตราไวโอเลต	λ <400	3.1 <ΔV <4.4	เพชร (235 นาโนเมตร) [48] โบรอนไนไตรด์ (215 นาโนเมตร) [49] [50] อลูมิเนียมไนไตรด์ (AlN) (210 นาโนเมตร) [51]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			แกลเลียมอลูมิเนียมไนไตรด์ (AlGaN) อินเดียมแกลเลียมอลูมิเนียมไนไตรด์ (AlGaInN) -- (ลงไปที่ 210 นาโนเมตร) [52]
ขาว	ที่กว้างขวาง	$\Delta V = 3.5$	Blue / ไดโอดที่มีสารเรืองแสง UV สีเหลือง

ตารางที่2.7 แสดงสี ความยาวคลื่น แรงดันและวัสดุ

ตารางเปรียบเทียบหลอด LED สีแดง สีเหลือง และสีเขียว ในสัญญาณไฟจราจร

RYG NB200

รายละเอียด

LED สี	เส้นผ่าศูนย์กลางเลนส์	LED จำนวน	สีความยาวคลื่น	ความสว่าง
แดง	8 นิ้ว (200mm)	90 LED	630 nM	400cd>
สีเหลือง	8 นิ้ว (200mm)	90 LED	590 nM	400cd>
สีเขียว	8 นิ้ว (200mm)	90 LED	505 nM	400cd>

ตารางที่ 2.8 เปรียบเทียบหลอดLEDและความยาวคลื่นของแต่ละสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3 ข้อได้เปรียบของหลอดLED

หลอด LED ได้เปรียบ หลอดมีไส้ อย่างแรกคือ มันไม่ต้องใช้การเผาไหม้ของไส้หลอด จึงมีอายุใช้งานนานกว่า การใช้พลาสติกหุ้มช่วยให้มีความทนทาน และง่ายต่อการประกอบลงในแผ่นวงจรไฟฟ้า

ข้อได้เปรียบสูงสุดคือ ประสิทธิภาพที่สูง ในหลอดมีไส้ แสงที่ได้ออกมาเกิดจากการเผาไส้หลอดให้ร้อนจนแดง แน่นอนพลังงานที่สูญเสียจากการเผาไหม้นั้นมากมาย ส่วนหลอด LED แทบไม่มีความร้อนเกิดขึ้นออกมาเลย พลังงานส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นแสงทั้งหมด

แต่ก่อนหลอด LED มีราคาสูงมาก ปัจจุบันราคาตกลงมาจนเหลือราคาต่ออันไม่กี่บาท ทำให้เราสามารถประยุกต์หลอด LED ไปใช้งานได้อย่างมากมายและหลากหลาย ในอนาคตมันจะเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ขาดเสียไม่ได้

2.11.4 การเลือกนำมาใช้งาน

หลอดไฟ LED หรือ Light Emitting Diode คือเทคโนโลยีของการส่องสว่างใหม่ กินไฟน้อย ทนทาน ให้ความสว่างสูง เกิดความร้อนต่ำมาก

ส่วนแต่ละค่ายก็อาจจะทำหลอดไฟ LED ออกมาต่างๆกัน และก็ยังเรียกชื่อต่างๆกันไปโดยที่ ไม่มีสถาบันหรือมาตรฐานอะไรรองรับกัน เช่นเรียกว่า LED Super Bright บ้าง ต่อมาก็ตั้งกันเป็นLED Ultra Bightเพื่อให้มันดูเหมือนว่าสว่างกว่า Super Bright และก็มีบางค่ายก็ตั้งเป็น High Bright , Extra Bright , ฯลฯ

ก็แล้วแต่จะเรียกกันไป สรุปได้ว่า Ultra Bright ของค่ายนึงอาจสว่างน้อยกว่า Super Bright ของอีกค่ายก็ได้ และทำนองเดียวกันอาจสว่างน้อยกว่า หลอดไฟ LED ธรรมดาที่ไม่มีสร้อยต่อท้ายของค่ายโน้นก็ได้ เพราะไม่มีมาตรฐานอะไรที่บ่งชี้ไว้ชัดเจนนี่เอง ดังนั้นสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเลือกซื้อ หลอดไฟLED พิจารณาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.4.1 ความสว่างของLED

ควรทราบว่าLEDนั้นมีหลายเกรด บางทีโคมยี่ห้อนึงมีจำนวน100หลอด LED แต่ อาจสว่างกว่าอีกยี่ห้อที่มี 200 หลอดLED ก็เป็นได้ ราคาของเม็ดLEDมันต่างกัน

2.11.4.2มุมกระจายของแสง

อันนี้สำคัญมากควรทราบว่าธรรมชาติของLEDนั้นพุ่งตรงก็แบบที่นำมาทำไฟฉาย คือพุ่งแต่ไม่กระจาย ดังนั้นเวลาไปใช้ทำไฟทางจริงๆจะสว่างแค่เป็นกระจุก เรื่องกระจายแสงนี้ บางทีอาจจะสำคัญกว่าความสว่างที่จุดใดจุดหนึ่งของLED เสียอีก

2.11.4.3 การกินไฟ

ที่จริงแล้วนั่นเป็นความเข้าใจผิดของผู้ซื้อเองถ้าเป็นหลอดไฟทั่วๆไป เวลาเราพูดถึงการกินไฟเท่าไหร่ นั่นหมายถึง มันยิ่งสว่าง แต่ถ้าเป็นLED แล้วละก็ เทคโนโลยีด้านนี้ไปเร็วมากๆ ทุกๆเดือนที่ผ่านไปต้องประเมินกันใหม่ LED ที่ดีนั้นมีแนวโน้มที่จะต้องสว่าง ให้แสงเป็นวงกว้าง และต้องกินไฟให้น้อยที่สุด และแน่นอนว่าบนราคาที่พอยอมรับกันได้ นี่คือเทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงานอย่างแท้จริงเป็นเทคโนโลยีเพื่ออนาคตอย่างแท้จริง

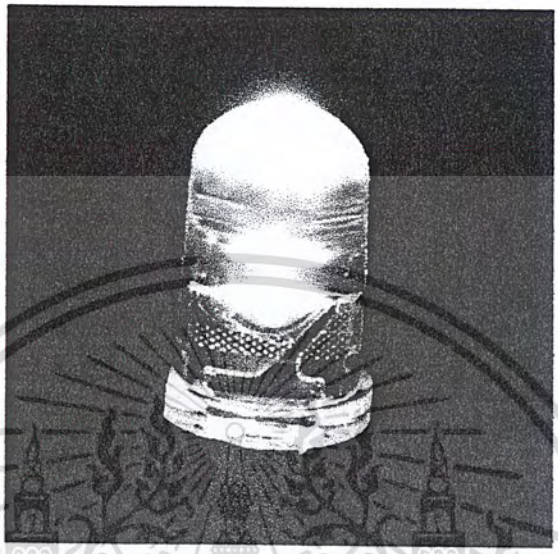
ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าLEDที่กินไฟมากคือ LED ที่ล้าสมัย และส่วนใหญ่คือมันจะเป็น LED ที่ซื้อมาในราคาถูกจากบ้านหม้อหรือคลองถมเท่านั้น ราคาLEDนั้นอาจจะต่างกันมากๆในแบบต่างๆ โดยราคาจะเริ่มที่ราคาเม็ดละไม่ถึง 1 บาท จนกระทั่งเม็ดละ10 กว่าบาท หรืออาจจะเม็ดละกว่าร้อยบาท ถ้าเป็นLEDแบบ High Power และปัจจุบันนี้มีถึงเม็ดละเป็นพันก็มี แต่ใช้เพียงเม็ดเดียวสว่างสุดๆ

2.11.4.4 ความทนทานและความเสื่อม

LED บางชนิดนั้นดูดี แต่ไม่ทน เนื่องจากข้อจำกัดของLED เอง หลอดไฟทุกชนิดเมื่อใช้ไปเรื่อยๆแสงสว่างจะลดลงเรื่อยๆ สังเกตุดูได้ว่าเวลาเปลี่ยนหลอดไฟใหม่ๆจะสว่างมากๆ พอใช้ไปเรื่อยๆจะลดลง LED ก็เช่นกัน แถมยังลดลงมากกว่าหลอด Flourescent อีกด้วย แต่LEDที่ดีปัญหาตรงนี้จะเกิดขึ้นน้อยกว่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.5 ตัวอย่าง หลอด LED



รูปที่ 2.60 ตัวอย่างหลอด LED แบบ super bright

LED สีขาวนวล แบบซูเปอร์ไบร์ (SUPER BRIGHT, ULTRA WHITE ชนิด LENS WATER CLEAR) ขนาด 5 ม.ม. ให้ความสว่างถึง 2-4 แรงเทียน(2000-4000 MCD)

สามารถประยุกต์ใช้งานได้มากมาย อาทิ :-

1) โคมไฟส่องสว่างภายใน และภายนอกอาคาร
2) ต่อร่วมกันหลายๆ ดวงเพื่อเพิ่มความสว่าง
3) เหมาะใช้ร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ วัตต์ต่ำๆ เพราะกินไฟน้อยมากๆ เพียง 20mA
4) ไม่เกิดความร้อนจึงมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า 100000 ชั่วโมง
5) ทดลองหาความรู้ หรือทำโปรเจ็ค โครงงาน ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ (ที่อุณหภูมิ 25 องศา)

Parameter Symbol Min. Typ. Max. Unit Test Condition

Luminous Intensity Iv 2000 4000 mcd IF=15mA

Viewing Angle 2ı/2 20 deg IF=20mA

Power Dissipation Pd 105 mW

Forward Voltage VF 3.5 4.0 V IF=20mA

Reverse Current IR 50 A VR=5V

Chromaticity Coordinates X 0.29 IF=20mA

Chromaticity Coordinates Y 0.31 IF=20mA

2.11.6 ในงานวิจัย

Corrected - กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นค้นพบว่าไดโอดเปล่งแสงอัตราไวโอเล็ตหรือ LED สามารถเป็นประตูสู่คุณประโยชน์มากมายในอนาคต แม้กระทั่งการรองรับการใช้งานออปติคอลดิสก์เจเนอเรชันหน้าสำหรับเก็บข้อมูลความจุมหาศาลแทนการใช้แสงเลเซอร์เช่นในปัจจุบัน เปลี่ยนความเข้าใจที่ว่า LED นั้นเกี่ยวข้องกับสิ่งประดิษฐ์ด้านแสงสว่างเพียงอย่างเดียว

ไดโอดเปล่งแสงหรือ LED (Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์ที่ให้ลำแสงสเปกตรัมในระดับอัตราไวโอเล็ต (ultra-violet) จะเปล่งแสงทันทีที่นำมาเชื่อมต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า

LED นั้นถือเป็นเซมิคอนดักเตอร์ชนิดหนึ่ง ถูกนำมาใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง โดยมากนิยมนำ LED มาทำตัวบ่งบอกสัญญาณปิด-เปิดในอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น สัญญาณไฟจราจร อุปกรณ์ส่องสว่างแบบต่างๆ ต้นกำเนิดแสงให้กับจอภาพแป้นตัวเลขของโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น

ล่าสุดนักวิทยาศาสตร์ของญี่ปุ่นระบุว่าแสงอัตราไวโอเล็ตจาก LED ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่านั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย จึงไม่จำเป็นต้องนำ LED ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างอุปกรณ์เกี่ยวกับการกำเนิดแสงอย่างเดียว โดยมองว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับแอปพลิเคชันตรวจสอบข้อมูลชีวภาพ แอปพลิเคชันสำหรับฆ่าเชื้อโรคเพื่อประโยชน์สาธารณะ อย่างเช่น การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเสีย เป็นต้น ที่สำคัญ กลุ่มนักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ฟันธงว่า LED สามารถนำมาใช้แทนแสงเลเซอร์ในการอ่านข้อมูลที่เก็บบนแผ่นดิสก์ได้ ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานและลดก๊าซพิษที่มักเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแสงเลเซอร์

ในรายงานอธิบายประเด็นนี้ไว้ว่า การพยายามเพิ่มความจุข้อมูลมหาศาลบนแผ่นดิสก์นั้นทำให้ระบบอ่านข้อมูลต้องการแหล่งกำเนิดแสงที่ทำงานต่อเนื่องและยาวนานพอที่จะอ่านข้อมูลแต่ละแทรค ซึ่งถูกอัดแน่นอยู่ในแผ่นดิสก์ได้ สิ่งนี้เองที่ทำให้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต้องเปลี่ยนแปลงมาใช้ลำแสงที่มีความถี่แคบลงๆ ที่ผ่านมาคือการเปลี่ยนจากแสงสีแดง มาเป็นสีน้ำเงินและสีม่วง

ปัจจุบันมาตรฐานเลเซอร์ล่าสุดที่ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์คือบลูเรย์ (Blu-Ray) มีความยาวคลื่นเท่ากับ 405 นาโนเมตร มากกว่าแสงอัลตราไวโอเล็ตที่ผลิตได้จาก LED บลูเรย์สามารถทำให้แผ่นซิงเกิลเลเยอร์แผ่นเดียวเก็บข้อมูลได้ถึง 27 กิกะไบต์ ขณะที่แผ่นดิสก์ที่ใช้แสงสีแดงซึ่งมีความถี่คลื่นกว้างกว่าสามารถเก็บข้อมูลได้เพียง 4.5 กิกะไบต์เท่านั้น

ในรายงานระบุว่าแสงสเปกตรัมที่ได้จาก LED จะมีขนาดคลื่นความถี่เพียง 210 นาโนเมตรหรือ 0.021 มิลลิเมตรเท่านั้น เป็นความถี่คลื่นที่สั้นที่สุดในบรรดาตระกูลไดโอดด้วยกัน

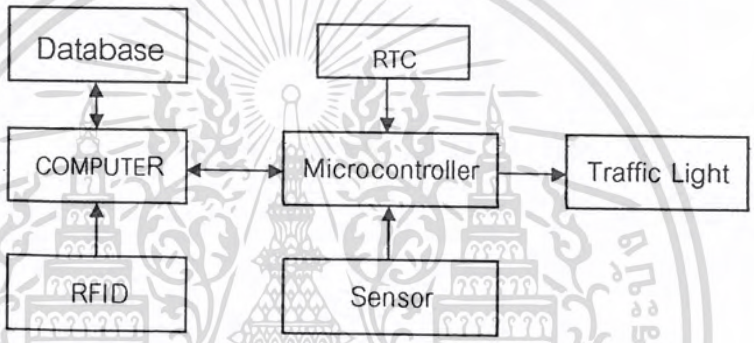
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบบล็อกไดอะแกรมของระบบชำระค่าผ่านทาง

3.1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบชำระค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดยานพาหนะ



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบชำระค่าผ่านทาง
โดยไม่ต้องหยุดยานพาหนะ

โครงงานนี้เป็นการออกแบบระบบและสร้างระบบชำระค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดยานพาหนะ ซึ่งมีคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ในการประมวลผลและควบคุมการทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยมีเครื่องอ่านระบบ RFID ในการอ่านข้อมูลจากแท็กหากผู้ใช้งานมีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล ระบบจะทำการคิดค่าบริการและแสดงยอดเงินคงเหลือทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ หากผู้ใช้งานมีเงินเพียงพอสำหรับค่าใช้บริการค่าผ่านทาง ระบบจะแสดงสัญญาณไฟจราจรสีเขียว หากผู้ใช้งานไม่มีเงินเพียงพอสำหรับค่าใช้บริการค่าผ่านทาง ระบบจะแสดงสัญญาณไฟจราจรสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของเซนเซอร์ทำหน้าที่ตรวจนับจำนวนรถที่มีการฝ่าไฟแดง เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับรถที่ผ่านเข้ามาได้ เซนเซอร์จะส่งค่าไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อสั่งให้กล้องทำงานพร้อมทั้งบันทึกภาพรถผู้ใช้งานดังกล่าวโดยอัตโนมัติ เพื่อเป็นหลักฐานในการออกใบสั่งกรณีฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรสีแดง

จากบล็อกไดอะแกรมประกอบด้วย

1. MCU (ไมโครคอนโทรลเลอร์)

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 20 ขา เบอร์ AT90S2313 ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและประมวลผลการทำงานของระบบ

2. UART (MAX232)

ทำหน้าที่แปลงระดับสัญญาณ TTL เป็นระดับสัญญาณ RS-232 โดยผ่านทาง DB9 เพื่อนำสัญญาณอินพุตผ่าน RFID ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

3. RTC

เป็นไอซีสร้างฐานเวลาจริง ใช้ไอซี DS1307 ซึ่งจะเป็นตัวอ้างอิงเวลาให้กับระบบอีกทางหนึ่ง ซึ่งจะต่อแบตเตอรี่เพื่อป้องกันระบบล้มหากไม่มีไฟเลี้ยงในวงจร ซึ่งเป็นการสำรองข้อมูลให้กับระบบให้ระบบสามารถทำงานได้ตลอดเวลาเพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบ

4. LCD

เป็นจอ ขนาด 16x2 คาแรคเตอร์ ในการแสดงผลจำนวนครั้งที่เซนเซอร์สามารถตรวจจับรถที่วิ่งผ่านขณะที่สัญญาณไฟจราจรเป็นสีแดง

5. LED

สำหรับ LED สีเขียว ใช้สำหรับแสดงสถานะว่าผู้ใช้งานสามารถผ่านด่านเก็บค่าบริการค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดยานพาหนะ เนื่องจากมีจำนวนเงินเพียงพอสำหรับค่าบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าผ่านทาง และ หลอด LED สีแดงสถานะว่าผู้ใช้งานไม่สามารถผ่านด่านเก็บค่าบริการค่าผ่านทาง โดยไม่ต้องหยุดยานพาหนะ เนื่องจากมีจำนวนเงินไม่เพียงพอสำหรับค่าบริการค่าผ่านทาง

6. เครื่องอ่านแท็ก (RFID Reader) และแท็ก

ในระบบนี้ใช้ เครื่อง RFID Reader รุ่น URW801ซึ่งเครื่องดังกล่าวเป็นเครื่องอ่านที่มีสายอากาศภายในตัว และใช้งานความถี่ย่าน UHF และอ่านแท็ก ตามมาตรฐาน ISO 18000-6C และ ECP Gen2 โดยมีค่ากำลังส่งสูงสุด 30 dBm สามารถอ่านแท็กได้ในระยะ 3- 5 เมตร เป็นเทคโนโลยีที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อดึงข้อมูลจากแท็ก ของผู้ใช้งาน โดยจะรับส่งข้อมูลกันระหว่างแท็ก และเครื่องอ่าน จะมีการเขียนข้อมูลที่เป็นตัวเลขระบุสมาชิกผู้ใช้งานลงแท็ก เมื่อเครื่อง RFID Reader อ่านข้อมูลในแท็กได้จะทำการส่งข้อมูลมายังคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณจำนวนเงินของผู้ใช้งานซึ่งถูกเก็บในฐานข้อมูลของระบบ

7. Sensor

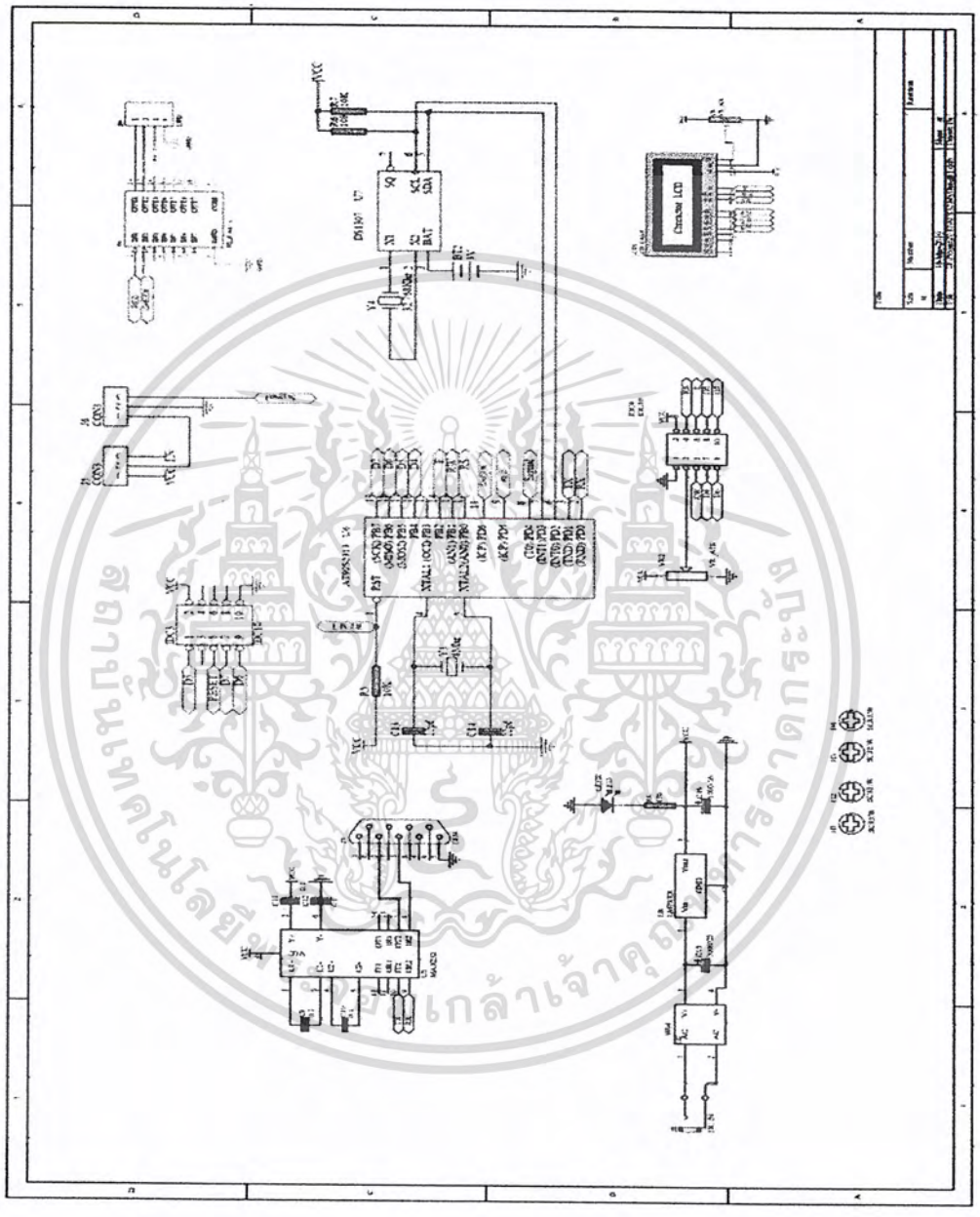
ใช้เซนเซอร์เหนี่ยวนำ แบบสายสัญญาณ 3 เส้น ชนิด NPN เป็นเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ เมื่อยิงเลเซอร์ไปโดยมีตัวส่งและตัวรับภายในเซนเซอร์ เซนเซอร์จะตรวจจับวัตถุนั้นได้ และส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปประมวลผลใช้งานต่อไป

8. Computer

เป็นหน่วยควบคุมและประมวลผลการทำงานของระบบทั้งหมด โปรแกรมที่เขียนคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานส่วนแสดงการติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) และส่วนควบคุมระบบคือโปรแกรม Visual C# ในส่วนการทำงานร่วมกับฐานข้อมูลใช้ภาษา SQL ในการการเรียกใช้ข้อมูลและออกแบบตารางที่ใช้เก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบระบบในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware)

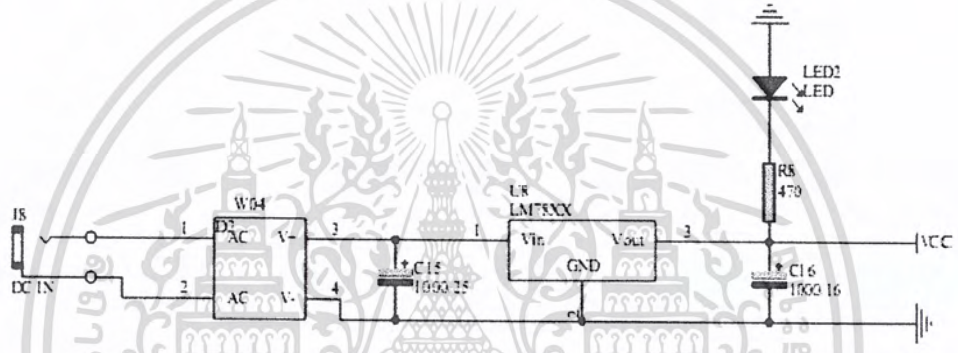


รูปที่ 3.2 ฮาร์ดแวร์ของระบบชำระค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 วงจรไฟเลี้ยงภายในระบบ

ป้อนกระแสไฟจาก adapter 9-12 V เข้าทาง DC-Jack ผ่านบริดจ์ไดโอต W04 ซึ่งทำหน้าที่ แปลง AC ให้เป็น DC หรือ เรียงขั้ว DC ซึ่งแรงดันที่ผ่านเข้ามายังคงเป็นแรงดันเท่ากับแรงดันจาก adapter เมื่อกระแสไหลเข้า ไปยังขา 1 ของ ไอซี 7805 ที่ทำหน้าที่เป็น Voltage Regulator ปรับระดับความดันให้คงที่ ที่ทำหน้างานร่วมกับตัวเก็บประจุ ออกมาเป็นสัญญาณเอาท์พุต (Vcc) ทางขา 3 ของ ไอซี 7805 ซึ่งมีค่ากระแส 1 A แรงดัน + 5V

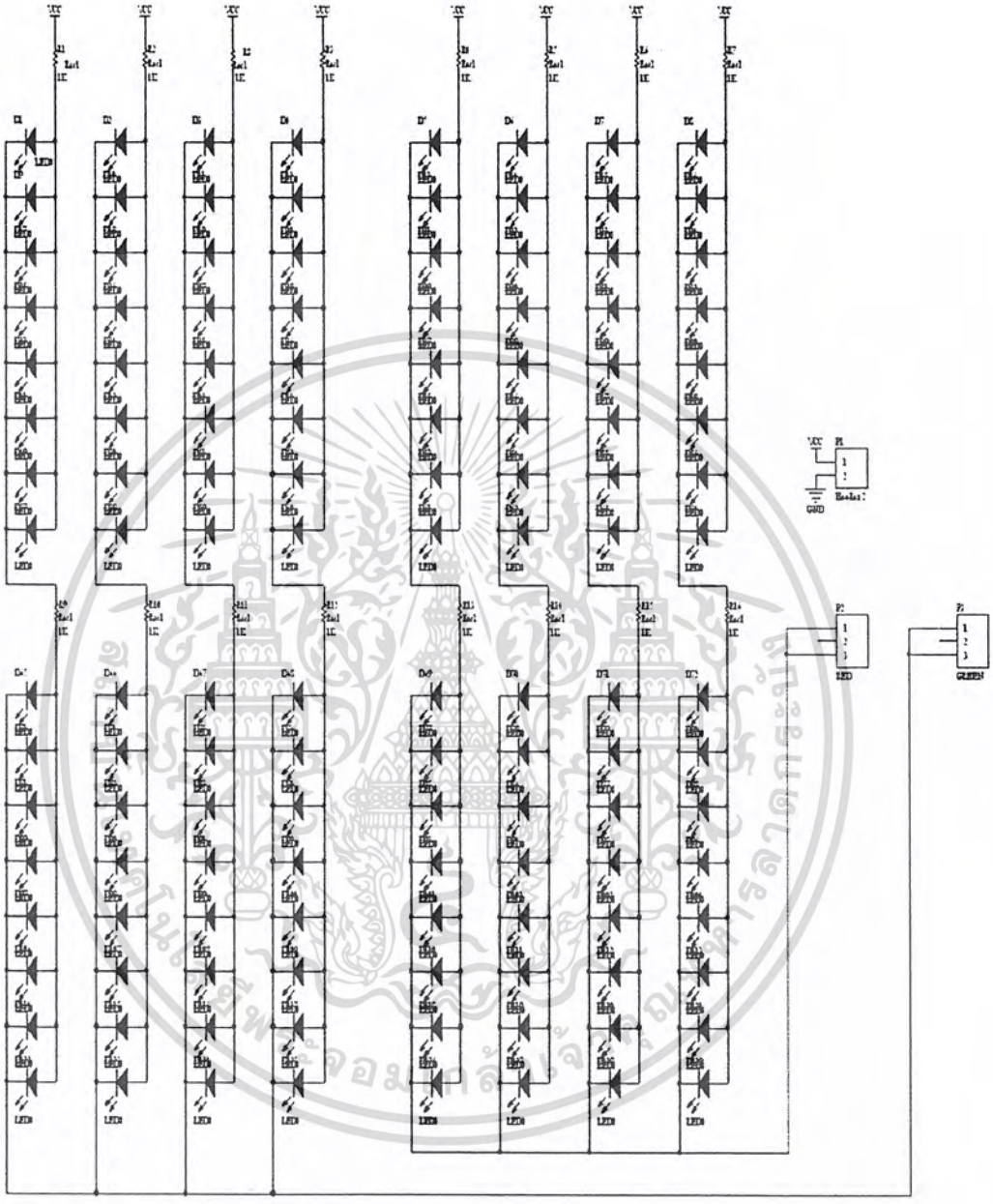


รูปที่ 3.3 วงจรไฟเลี้ยงภายในระบบ

3.2.2 วงจร LED แสดงสถานะของผู้ใช้งาน

ต่อ LED ตามรูปที่ 3.5 เชื่อมเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยหลอด LED แสดงสถานะสีแดง เข้าที่ขา 9 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT90S2313 และหลอด LED แสดงสถานะสีเขียว เข้าที่ขา 11 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT90S2313

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

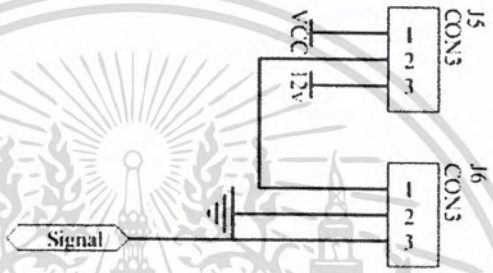


รูปที่ 3.4 วงจร LED แสดงสถานะของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การเชื่อมต่อ Sensor กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

เซนเซอร์มีสายสัญญาณ 3 เส้น ออกแบบวงจรเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามรูป 3.5 โดยสายสัญญาณสีดำ คือสายสัญญาณจากเซนเซอร์ ต่อเข้ากับขา 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT90S2313 สายสัญญาณสีน้ำตาลเป็นสายสัญญาณที่ต่อเข้ากับไฟเลี้ยง 12 VDC เพื่อให้เซนเซอร์สามารถทำงานได้ และสายสัญญาณสีน้ำเงินเป็นสายสัญญาณที่ต่อเข้ากับกราวนด์

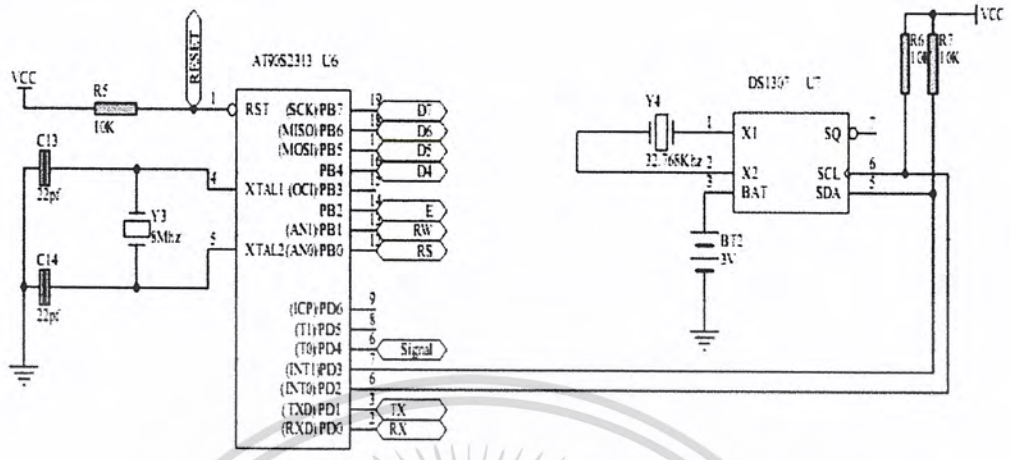


รูปที่ 3.5 วงจร Sensor

3.2.4 การเชื่อมต่อ DS1307 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

ออกแบบวงจรเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามรูป 3.1 โดยไอซีสร้างฐานเวลาจริง D1307 ใช้คริสตัลความถี่ 32.7 kHz ในการสร้างสัญญาณนาฬิกา เชื่อมต่อเข้ากับแบตเตอรี่ 3 V เพื่อสร้างเสถียรภาพให้กับระบบ โดยจะเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ขา กล่าวคือ ขา 6 ของไอซี DS1307 หรือ ขา SCL (สัญญาณนาฬิกา) ต่อเข้ากับขา 6 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT90S2313 และขา 5 ของไอซี DS1307 หรือ ขา SDA (สัญญาณข้อมูล) ต่อเข้ากับขา 7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT90S2313

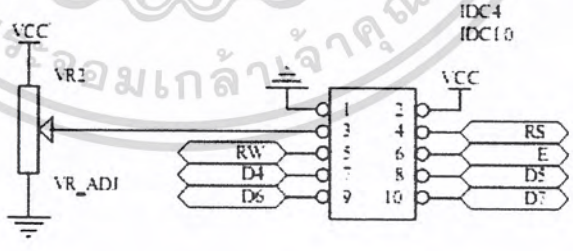
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจร เชื่อมต่อ DS1307 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.5 การเชื่อมต่อ LCD กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

ออกแบบวงจรเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ตามรูป 3.1 โดยใช้ LCD 16x2 คาแรคเตอร์ ใช้การส่งข้อมูล 4 บิต (D4-D7) ต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT90S2313 ที่ขา 16-19 ตามลำดับ, ขา 6 (E) ของ LCD Module ต่อเข้ากับขา 14 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT90S2313, ขา 4 (RS) ของ LCD Module ต่อเข้ากับขา 12 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT90S2313 และขา 5 (RW) ของ LCD Module ต่อเข้ากับขา 13 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT90S2313

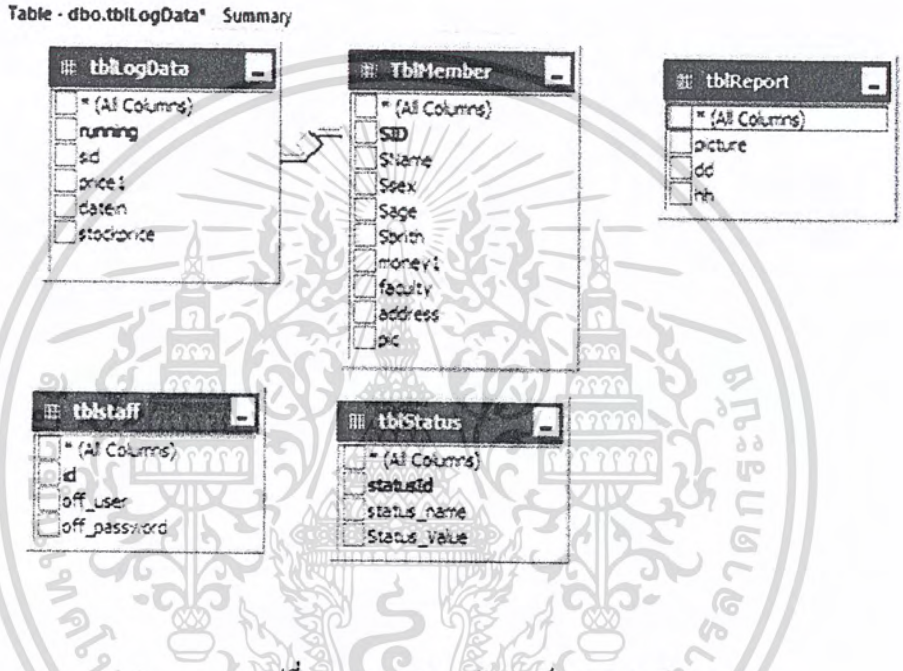


รูปที่ 3.7 วงจรเชื่อมต่อ LCD กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบฐานข้อมูล (Data Base)

ในการออกแบบฐานข้อมูลนี้มีตารางในการจัดการกับข้อมูลในระบบทั้งหมด 6 ตาราง ดังรูปที่ 3.8 โดยมีตารางชื่อ TblLogData กับ ตารางชื่อ TblMember ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีการใช้ตัวแปรฟิลด์ร่วมกัน



รูปที่ 3.8 แสดงความสัมพันธ์ของตารางในระบบ

3.3.1 ตาราง TblMember

เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลประวัติของสมาชิก การกำหนดชนิดของข้อมูลในแต่ละฟิลด์แสดงในรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table - dbo.TblMember Summary

Column Name	Data Type	Allow Nulls
SID	varchar(15)	
SName	nvarchar(50)	✓
Ssex	nvarchar(50)	✓
Sage	int	✓
Sbirth	datetime	✓
money1	float	✓
faculty	nchar(10)	✓
address	nvarchar(MAX)	✓
pic	varchar(50)	✓

รูปที่ 3.9 แสดงตาราง TblMember

3.3.2 ตาราง tblstaff

เป็นตารางใช้กำหนดและตรวจสอบชื่อและรหัสผ่านของเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งาน การกำหนดชนิดของข้อมูลในแต่ละฟิลด์แสดงในรูปที่ 3.10

Table - dbo.tblstaff Summary

Column Name	Data Type	Allow Nulls
id	int	
off_user	varchar(50)	✓
off_password	varchar(50)	✓

รูปที่ 3.10 แสดงตาราง tblstaff

3.3.3 ตาราง TblLogData

เป็นตารางที่ใช้ในการเก็บรายละเอียดการเข้าใช้งานของสมาชิกและจำนวนเงินหลังคิดค่าบริการผ่านทางด่วน การกำหนดชนิดของข้อมูลในแต่ละฟิลด์แสดงในรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table - dbo.tblLogData Summary		
Column Name	Data Type	Allow Nulls
running	int	
sid	varchar(15)	✓
price1	float	✓
datein	datetime	✓
stockprice	float	✓

รูปที่ 3.11 แสดงตาราง TblLogData

3.3.4 ตาราง *TblReport*

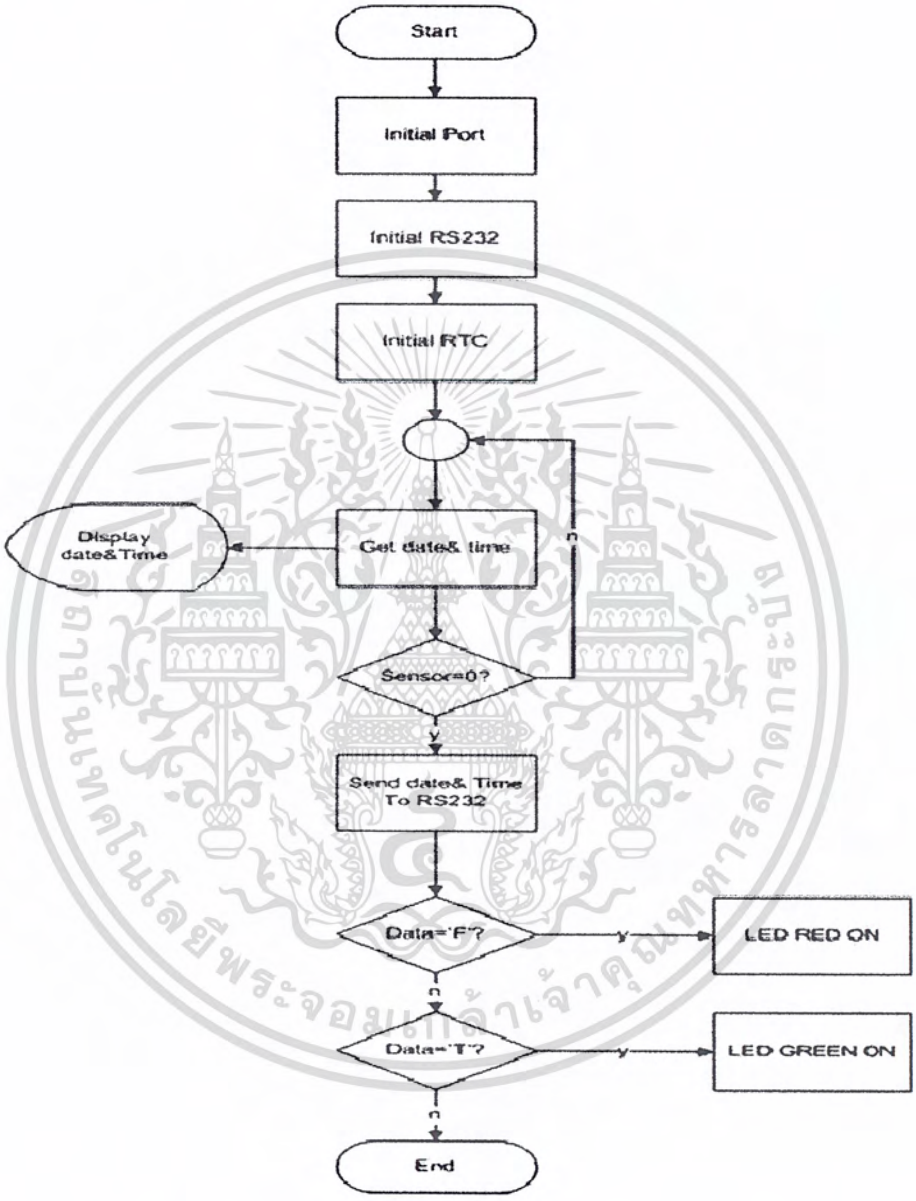
เป็นตารางที่ใช้เก็บข้อมูลที่เป็นชื่อภาพถ่าย วันที่ และเวลาสำหรับรถที่ไม่มีแท็กและทำการฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรสีแดงเพื่อออกใบรายงานและใบสั่ง การกำหนดชนิดของข้อมูลในแต่ละฟิลด์แสดงในรูปที่ 3.12

Table - dbo.tblReport* Summary		
Column Name	Data Type	Allow Nulls
picture	nchar(50)	
dd	nchar(10)	
hh	nchar(10)	

รูปที่ 3.12 แสดงตาราง ตาราง TblReport

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ผังการทำงานของระบบแสดงผลและควบคุมการผ่านทางด่วน

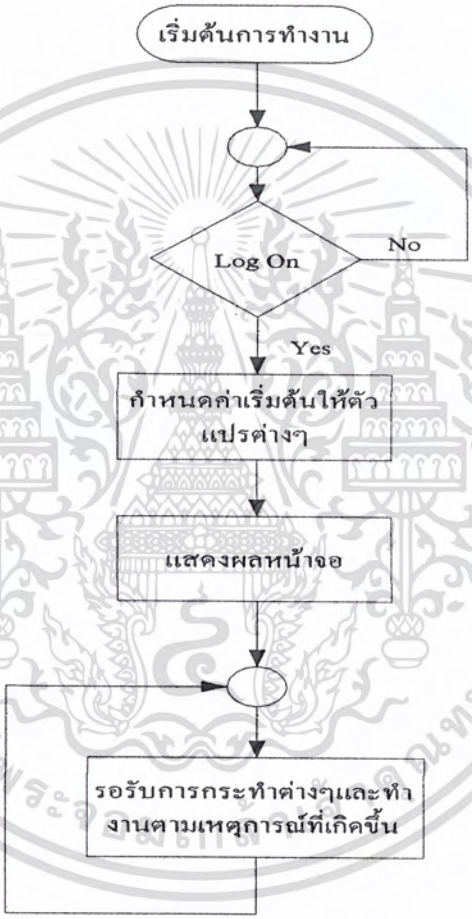


รูปที่ 3.13 ผังการทำงานของระบบชำระค่าผ่านทางโดยไม่ต้องหยุดยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ผังการทำงานของโปรแกรมหลัก

เริ่มแรกเมื่อทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมา จะต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ เมื่อทำการล็อกอินแล้วจะแสดงหน้าจอหลักและรอรับค่าการกระทำต่างๆและจะทำงานตามคำสั่งที่เลือก ดังแสดงในรูปที่ 3.14

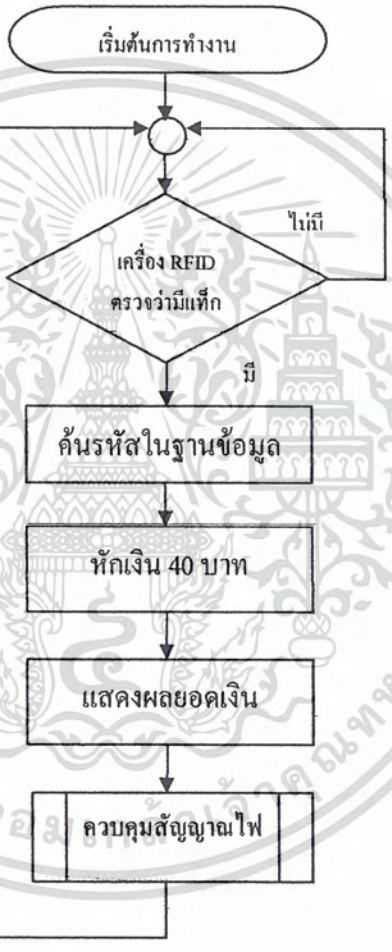


รูปที่ 3.14 ผังการทำงานของโปรแกรมการจัดการระบบแสดงผลและควบคุมการผ่านทางด่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ผังการทำงานย่อยของการรับค่าจากเครื่องอ่านบัตร

โปรแกรมย่อยรับค่าจากเครื่องอ่านบัตรทำหน้าที่ในการอ่านค่าข้อมูลจากบัตร และทำการตรวจสอบจำนวนเงินว่าเพียงพอหรือไม่ และทำการแสดงผลจำนวนเงินออกทางจอภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3.15

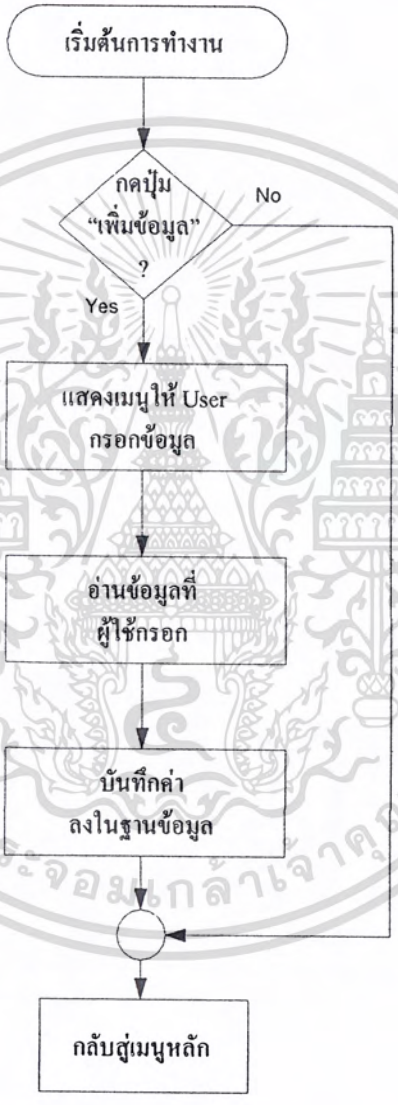


รูปที่ 3.15 ผังการทำงานย่อยของการรับค่าจากเครื่องอ่านบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ผังโปรแกรมย่อยการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล

โปรแกรมย่อยเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล จะทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากหน้าจอที่ผู้ใช้ทำการกรอกไว้แล้วนำไปบันทึกลงในฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.16



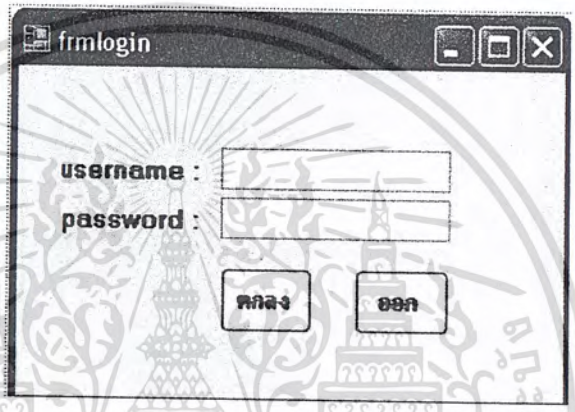
รูปที่ 3.16 ผังโปรแกรมย่อยการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 หน้าแอพพลิเคชั่นสำหรับผู้ใช้งานระบบ (User Interface)

3.5.1 หน้าแอพพลิเคชั่นล็อกอิน (Log In)

เป็นหน้าแอพพลิเคชั่นแรกในการเข้าใช้งานระบบมีรูปแบบดังรูปที่ 3.17 ซึ่งเป็นการจำกัดสิทธิ์การเข้าถึงฐานข้อมูล

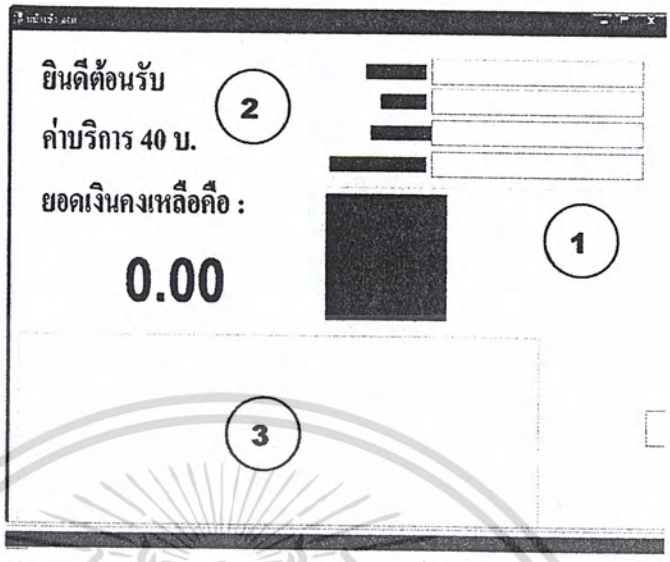


รูปที่ 3.17 รูปแบบแอพพลิเคชั่นล็อกอิน

3.5.2 แอพพลิเคชั่นที่ใช้แสดงยอดเงินและการจับภาพ

จะมีการแสดงข้อมูลสมาชิกที่ใช้บริการและแสดงยอดเงินทั้งก่อนคิดค่าผ่านทางดังหมายเลข 1 ในรูปที่ 3.18 ยอดเงินคงเหลือหลังหักค่าบริการจะมีการออกแบบหน้าจอดังหมายเลข 2 ในรูปที่ 3.18 และส่วนของการแสดงภาพทางหน้าจอใช้สำหรับบันทึกภาพถ่ายผู้ฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจรสีแดงแสดงดังหมายเลขที่ 3 ในรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 หน้าจอแสดงยอดเงินแก่ผู้ใช้งานและจับภาพรถ

3.5.3 หน้าต่างโปรแกรมส่วนบันทึกข้อมูลสมาชิก

หน้าต่างโปรแกรมส่วนบันทึกข้อมูลสมาชิกนี้แสดงดังรูปที่ 3.19 โดยออกแบบให้มีการแสดงข้อมูลสมาชิกในระบบและออแบบให้มีปุ่มการทำงาน 6 ปุ่มดังนี้

1. ปุ่มค้นหาใช้สำหรับค้นหาข้อมูลสมาชิกในฐานข้อมูลโดยสามารถเลือกค้นหาจากรหัสหรือชื่อสมาชิก

2. ปุ่มดูทั้งหมด ใช้สำหรับกรณีที่ต้องการดูข้อมูลของสมาชิกทั้งหมดที่มีการบันทึกลงในฐานข้อมูล

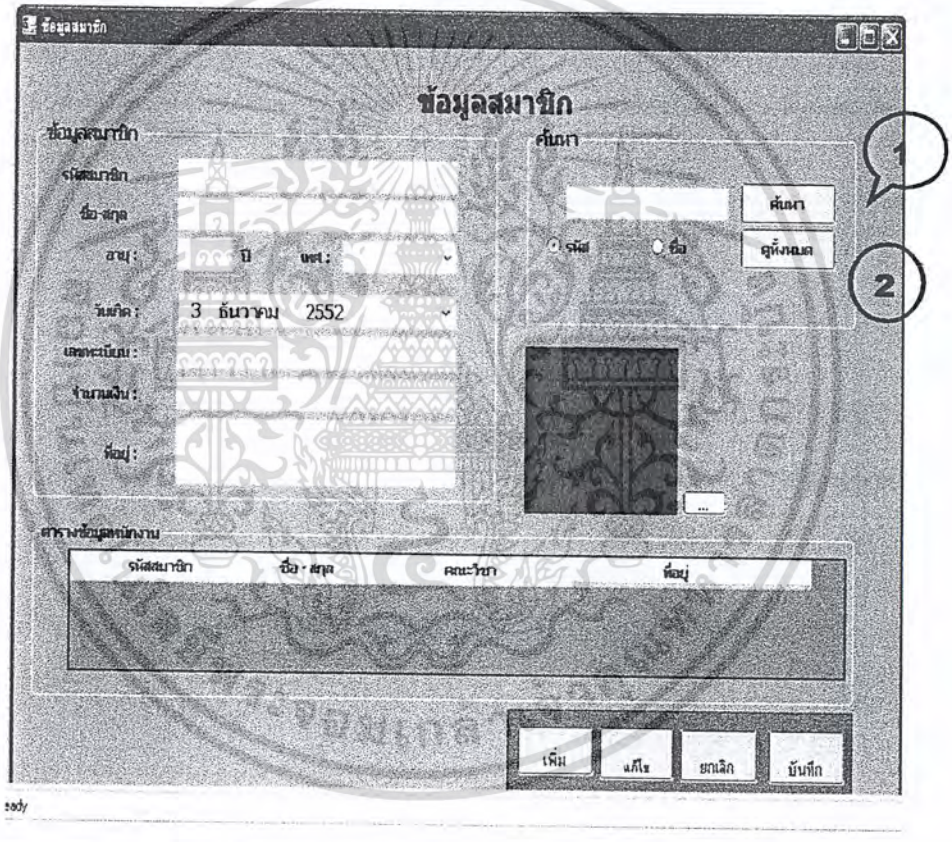
3. ปุ่มเพิ่ม ใช้สำหรับเพิ่มข้อมูลสมาชิกใหม่ในฐานระบบ เมื่อกดปุ่มเพิ่มโปรแกรมจะทำการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปุ่มแก้ไข ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูลของสมาชิกที่มีการบันทึกข้อมูลในฐานข้อมูลแล้ว

5. ปุ่มยกเลิก ใช้สำหรับยกเลิกการทุกๆกระทำที่เกิดขึ้น

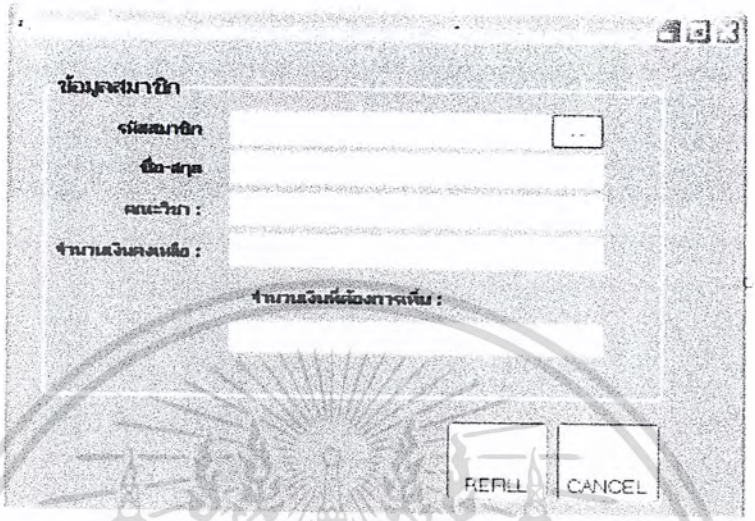
6. ปุ่มบันทึก ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลที่มีการเพิ่ม เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขลงในฐานข้อมูล



รูปที่ 3.19 หน้าจอแสดงหน้าต่างโปรแกรมส่วนบันทึกข้อมูลสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

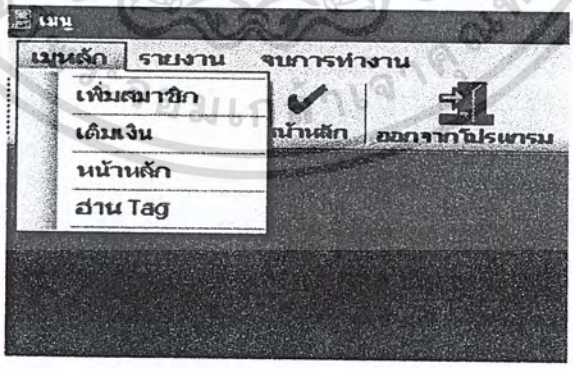
3.5.4 หน้าแอพพลิเคชั่นสำหรับการเติมเงินให้สมาชิก



รูปที่ 3.20 รูปแบบแอพพลิเคชั่นสำหรับการเติมเงินให้สมาชิก

3.5.5 หน้าเมนู

การออกแบบหน้าเมนูแสดงดังรูปที่ 3.21 หน้าเมนูหลักคือหน้าต่างโปรแกรมที่ได้รวมการทำงานแต่ละส่วนไว้ในหน้าต่างเดียวกัน

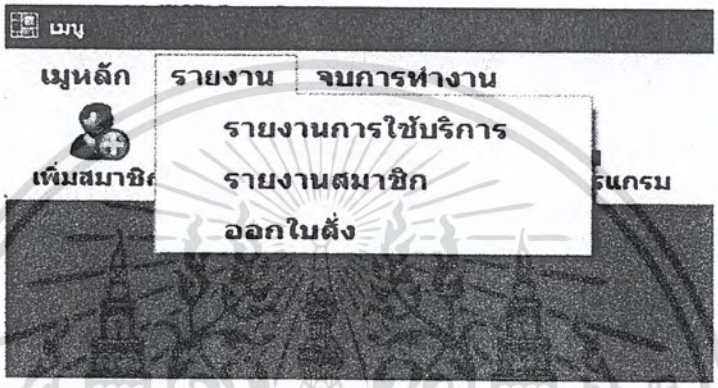


รูปที่ 3.21 แสดงหน้าเมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5.5 แอพพลิเคชั่นในการรายงานผล

การออกแบบแอพพลิเคชั่นเพื่อรายงานข้อมูลด้วยคริสตัล รีพอร์ต (Crystal Report) แสดงดังรูปที่ 3.22,3.23,3.24 ซึ่งจะออกแบบให้มีการบันทึกข้อมูลตามการใช้บริการ คือการใช้บริการของสมาชิกแต่ละรายและส่วนบันทึกการใช้บริการในวันนั้นๆ



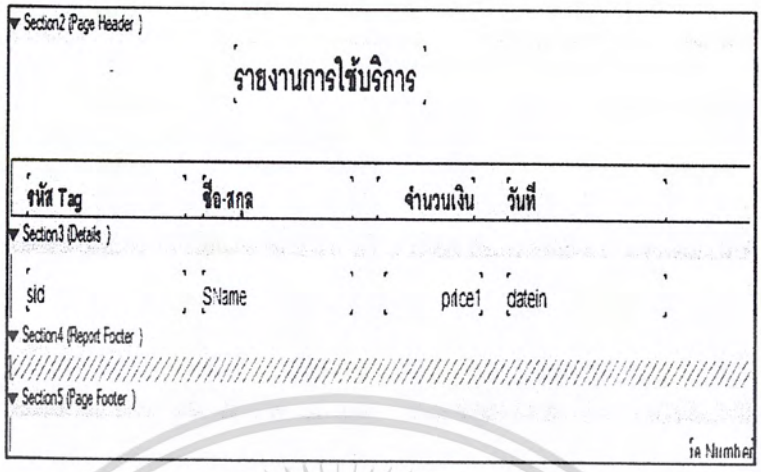
รูปที่ 3.22 แสดงหน้าเมนูเลือกชนิดการรายงาน

รายงานการใช้บริการ

รหัส Tag	ชื่อ-สกุล	จำนวนเงิน	วันที่
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:46:35
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:46:01
8030AC030091	พรศรี ผู้มั่ก	40.00	20/1/2553 18:45:53
850833E2D1D9	เอกภาพ วิรุชัย	40.00	20/1/2553 18:45:46
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:45:37
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:45:27
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:44:48
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:43:26

รูปที่ 3.23 แสดงการออกแบบรายงานผลการใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 แสดงการออกแบบรายงานสมาชิกที่เข้าใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

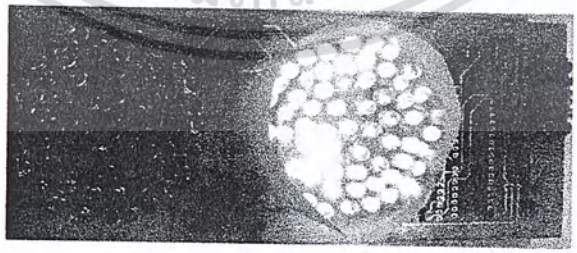
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบในส่วนของฮาร์ดแวร์

4.1.1 ผลการทดสอบการทำงานของวงจรสัญญาณไฟจราจร

ผลการทดลอง ส่งค่า "1" ที่ ขา 9 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่งค่า "0" ที่ ขา 11 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลคือสัญญาณไฟแดงติดสว่าง สัญญาณไฟเขียวดับ ดังรูปที่ 4.2 แต่เมื่อส่งค่า "0" ที่ ขา 9 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่งค่า "1" ที่ ขา 11 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลคือสัญญาณไฟเขียวติดสว่าง สัญญาณไฟแดงดับ ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 การทดสอบสัญญาณไฟแดง



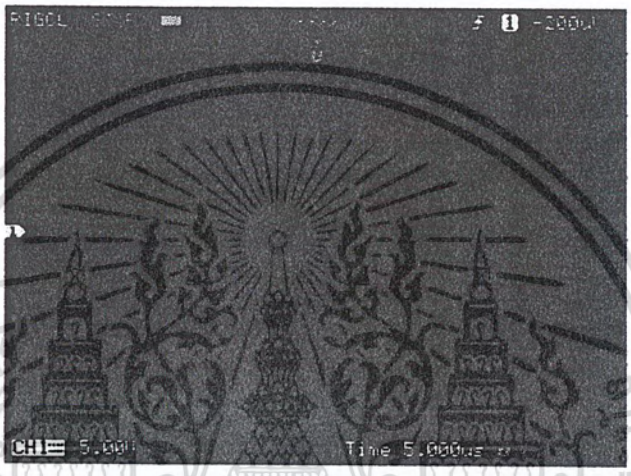
รูปที่ 4.2 การทดสอบสัญญาณไฟเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดสอบวงจรไฟเลี้ยงภายในระบบ

1) ขา 1 ของไอซี LM7805

สัญญาณที่วัดได้ที่ขา 1 ของไอซี LM 7805 เป็นสัญญาณไฟตรง 12 VDC ดังรูปที่ 4.3

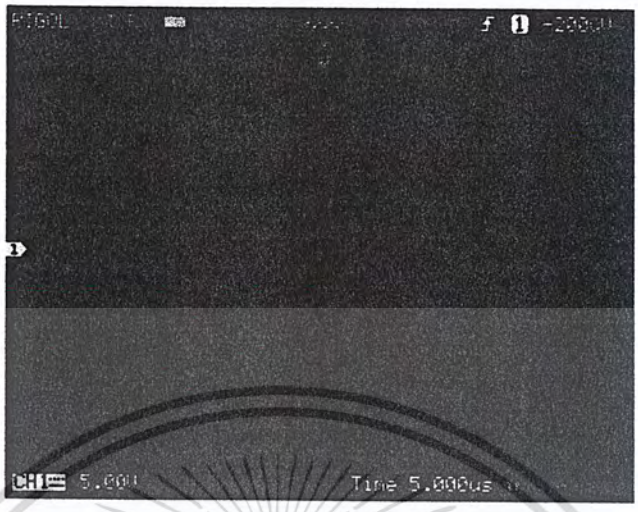


รูปที่ 4.3 สัญญาณไฟตรง +12VDC ที่ได้จากขา 1 ของไอซี LM 7805

2) ขา 3 ของไอซี *LM7805*

สัญญาณที่วัดได้ที่ขา 3 ของไอซี LM 7805 เป็นสัญญาณไฟตรง 5 VDC ดังรูปที่ 4.4

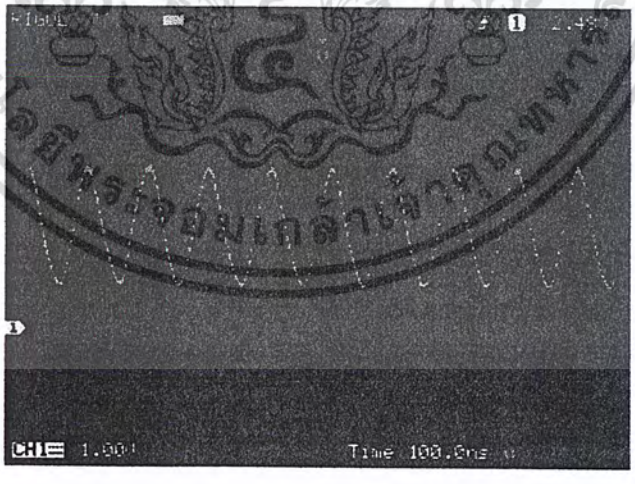
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัญญาณไฟตรง +5VDC ที่ได้จากขา 3 ของไอซี LM 7805

4.1.3 สัญญาณนาฬิกาที่เกิดจากคริสตัลของไมโครคอนโทรลเลอร์

วัดสัญญาณ ขา 4 และ ขา 5 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้สัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม (Square Wave) ดังรูป 4.5



รูปที่ 4.5 สัญญาณนาฬิกาของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าสัญญาณที่วัดได้ ไม่ได้เป็นรูปสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม เนื่องจากความเร็วของสัญญาณนาฬิกาของไมโครคอนโทรลเลอร์มีความถี่สูงมาก (8MHz)

4.1.4 การเชื่อมต่อ Sensor กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

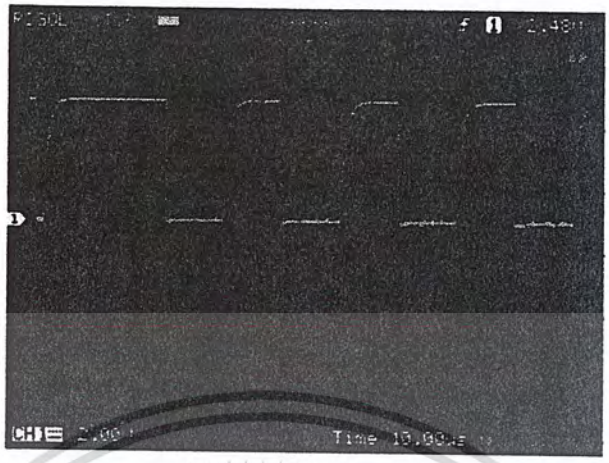
วัดสัญญาณ ขา 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้สัญญาณดิจิตอล 5 VDC ดังรูป 4.6

รูปที่ 4.6 สัญญาณ ขา 8 ของไมโครคอนโทรลเลอร์

4.1.5 การเชื่อมต่อ *DS1307* กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

1) วัดสัญญาณที่ ขา 6 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (ขาCLOCK) ได้สัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม ดังรูป 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7สัญญาณที่ ขา 6 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (ขา CLOCK ของไอซี DS1307)

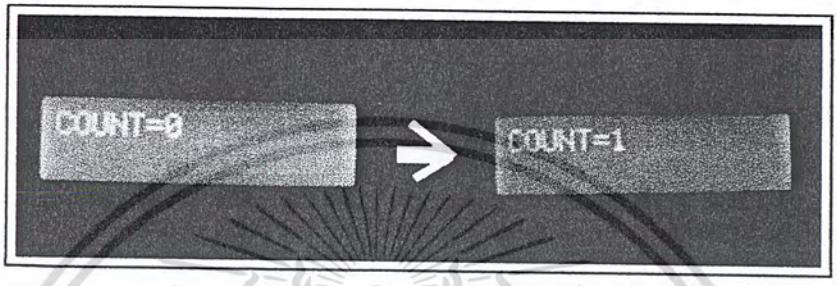
2) วัดสัญญาณที่ ขา 7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (ขา DATA ของไอซี DS1307) ได้สัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม ดังรูป 4.8

รูปที่ 4.8 สัญญาณที่ ขา 7 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ (ขา DATA ของไอซี DS1307)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ส่วนของจอ LCD

จอ LCD แสดงผล counter ของผู้ใช้งานที่ไม่หยุดยานพาหนะขณะหลอด LED แสดงสถานะสีแดงติด ดังรูป 4.9

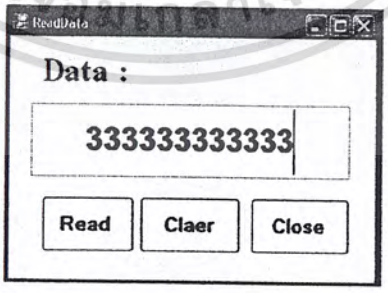


รูปที่ 4.9 แสดงผลการนับที่จอ LCD เมื่อผู้ใช้งานไม่หยุดยานพาหนะขณะหลอด LED แสดงสถานะสีแดง

4.2 ผลการทดสอบในส่วนของซอฟต์แวร์

4.2.1 ผลการทดสอบการเขียนข้อมูลและอ่านข้อมูลด้วยเครื่องอาร์เอฟไอดี

เมื่อเชื่อมต่อเครื่องอาร์เอฟไอดีกับเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วเรียกใช้งานโปรแกรมแอพพลิเคชั่นเมื่อกดปุ่มอ่านแท็กจะปรากฏข้อมูลที่หน้าแอพพลิเคชั่น ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ข้อมูลที่โปรแกรมแอพพลิเคชั่นสามารถอ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดสอบโปรแกรมรายงานผล

การรายงานผลเป็นการเขียนโปรแกรมแอพพลิเคชั่นเพื่อให้มีการบันทึกข้อมูลการใช้บริการและสามารถแสดงผลเป็นรายงานซึ่งสามารถสั่งพิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์ได้ แบบการ รายงานแสดงดังรูปที่ 4.11 และ 4.12

รายงานสมาชิก

รหัส Tag	ชื่อ-สกุล	เพศ	อายุ	จำนวนเงิน
012302361255	patcharapom	Female	22	900.00
111111111111	bank	Male	22	.00
123456781526	กานดา แสงสว่าง	Female	30	70.00
222222222222	พัชราภรณ์ กวินธนโชติ	Female	22	280.00
230502477226	อรพรรณ แก้วชัย	Male	30	80.00
356588999997	ศิริวรรณ ชัยรัตน์	Female	30	.00
430400173683	พรชัย ฝ้องโชติมิต	Female	45	150.00

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างก่อนพิมพ์รายงานสมาชิกที่ใช้บริการ

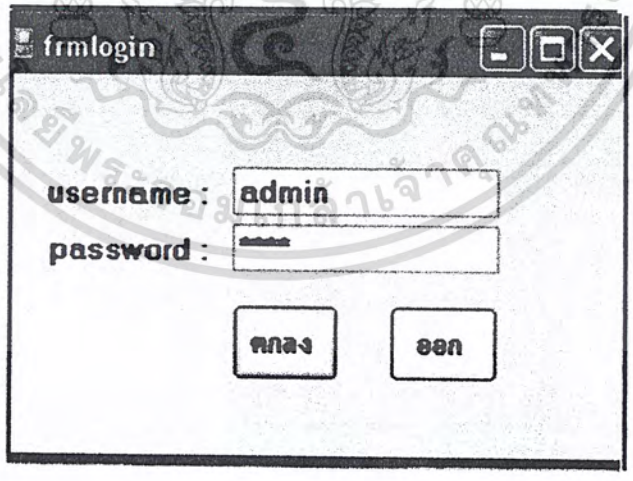
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการใช้บริการ

รหัส Tag	ชื่อ-สกุล	จำนวนเงิน	วันที่
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:46:35
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:46:01
8030AC030091	พรศรี อุ่มรัก	40.00	20/1/2553 18:45:53
850833E2D1D9	เอกภาพ วิรุชัย	40.00	20/1/2553 18:45:46
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:45:37
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:45:27
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:44:48
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:43:26
123456781526	กานดา แสงสว่าง	40.00	20/1/2553 18:43:20

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างก่อนพิมพ์รายงานการใช้บริการของสมาชิกแต่ละราย

4.2.3 ผลการทดสอบการเข้าสู่โปรแกรม



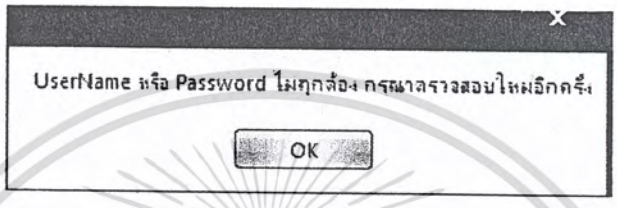
รูปที่ 4.13 การระบุชื่อผู้ใช้งานและรหัสเพื่อการตรวจสอบสิทธิในการเข้าใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table - dbo.tblstaff | Summary

	id	off_user	off_password
▶	1	admin	1234

รูปที่ 4.14 การแสดงข้อมูลตาราง tblstaff ที่ใช้เก็บข้อมูลชื่อผู้ใช้งานและรหัส



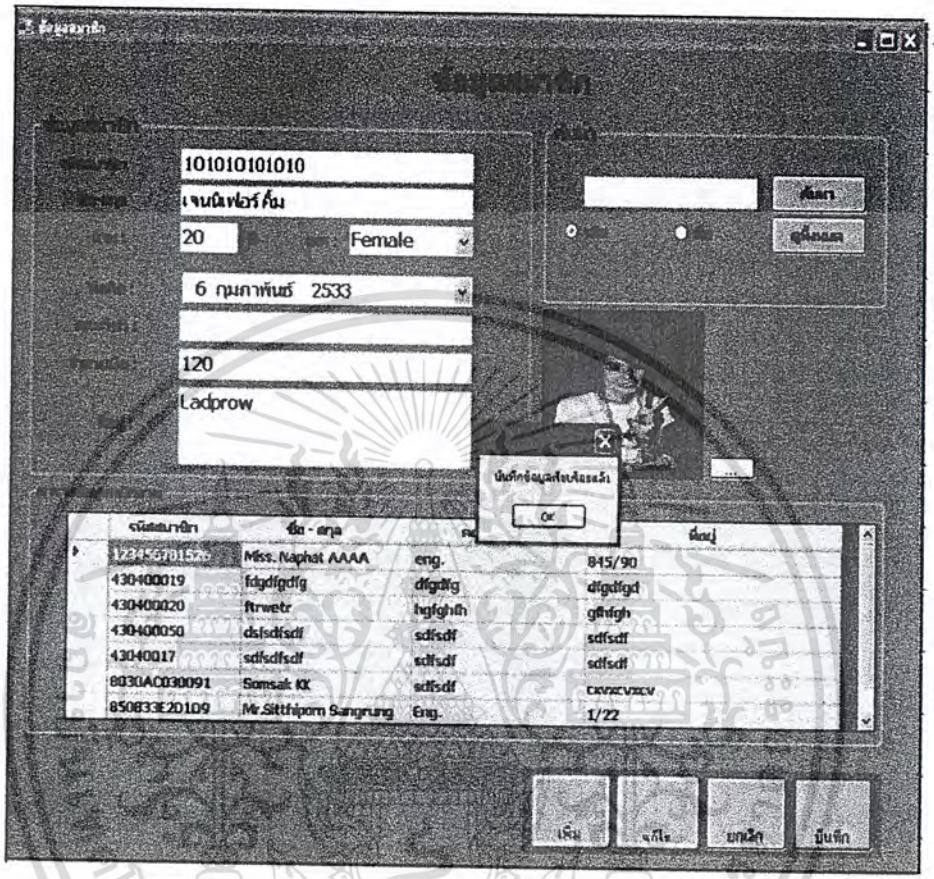
รูปที่ 4.15 ข้อความแจ้งเตือนเมื่อใส่ชื่อผู้ใช้งานหรือรหัสผิดพลาด

4.2.3 ผลการทดสอบโปรแกรมแอพพลิเคชั่นแสดงยอดเงิน

รูปที่ 4.16 โปรแกรมแสดงยอดเงินคงเหลือหักจากหักค่าบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

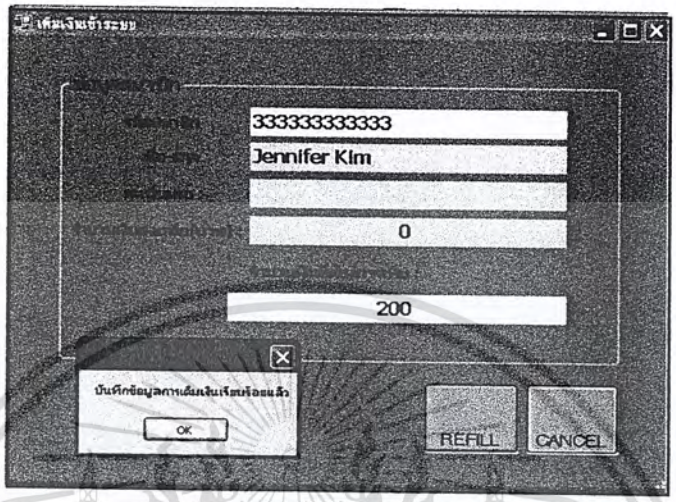
4.2.4 โปรแกรมเพิ่มสมาชิกในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.17 โปรแกรมแสดงข้อมูลของสมาชิกใหม่ในฐานข้อมูล

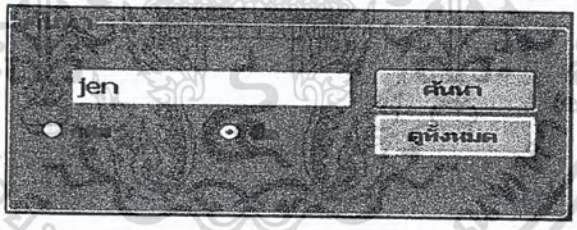
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 โปรแกรมเพิ่มเงินในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.18 โปรแกรมเติมเงิน

4.2.6 โปรแกรมการค้นหาข้อมูลสมาชิกในระบบ



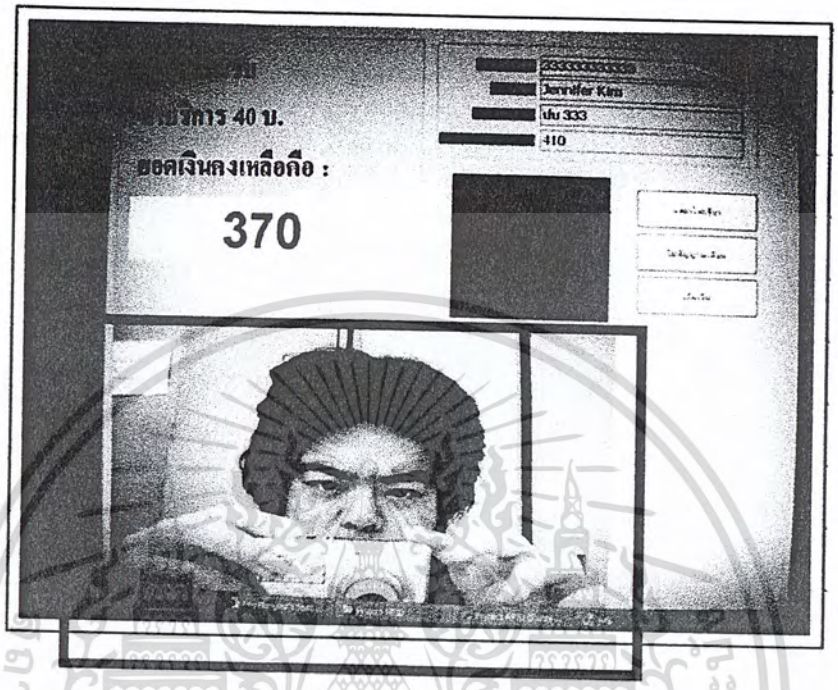
รูปที่ 4.19 การค้นหาข้อมูลสมาชิก

รหัสสมาชิก	ชื่อ - สกุล	คณะวิชา	ที่อยู่
1010101010101	Jennifer Kim		Ladprow

รูปที่ 4.20 ผลการค้นหาข้อมูลสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 แอพพลิเคชั่นการบันทึกภาพ



รูปที่ 4.21 แอพพลิเคชั่นของการจับภาพ

picture	dd	hh
Get(1).jpg	NULL	NULL
Get(1).jpg	... NULL	NULL
Get(1).jpg	... NULL	NULL
C:\pictemp1.jpg	... 24/5/2553	8:29
C:\pictemp2.jpg	... 24/5/2553	8:29
C:\pictemp3.jpg	... 24/5/2553	14:48
C:\pictemp4.jpg	... 24/5/2553	16:05
C:\pictemp5.jpg	... 25/5/2553	6:56

รูปที่ 4.22 ตารางฐานข้อมูลที่ใช้เก็บภาพจากกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.8 ผลการทำงานในส่วนของการพิมพ์ใบสั่ง

ใบแจ้งชำระหนี้

23/5/2553

การจ่ายค่าผ่านทางควบโดยไม่ต้องจอดชำระเงิน

แจ้งผู้ครองครอบหรือเจ้าของรถ

เนื่องจากมีผู้ขับขี่รถยนต์ของท่านกระทำการฝ่าฝืนการสัญญาณไฟจราจรสีแดง

เมื่อวันที่ 22/5/2553 เวลา 12:24

ซึ่งมีหลักฐานตามภาพถ่ายนี้

ฉะนั้นให้ผู้ครอบครอง เจ้าของ หรือผู้ขับขี่รถคันดังกล่าว

ชำระค่าปรับเป็นจำนวนเงิน 200 บาท

.....

(.....)

.....

ผู้รับเงิน

รูปที่ 4.23 รูปแบบฟอร์มใบสั่งปรับจะอ้างอิงข้อมูลรูปภาพพร้อมวันที่และเวลาจากฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การทดลองระบบเก็บค่าผ่านทางด่วนโดยไม่ต้องจอดยานพาหนะ มีการทำงานดังนี้ รถที่มีการติดตั้งแท็กและมีเงินในระบบฐานข้อมูล เมื่อรถวิ่งเข้ามายังด่านเก็บค่าบริการระบบจะทำการตรวจสอบรหัสที่ได้จากแท็ก กับฐานข้อมูลและทำการเก็บค่าบริการ โดยหักค่าบริการในระบบฐานข้อมูล จากนั้นระบบจะส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงสัญญาณไฟจราจร โดยการทำงานจะแบ่งเป็น 3 กรณี

กรณีที่ 1 รถที่มีการติดแท็กและมีเงินเพียงพอ เมื่อรถวิ่งเข้ามายังด่านเก็บค่าบริการ ระบบจะทำการหักค่าบริการแล้วแสดงยอดเงินคงเหลือที่หน้าจอ และแสดงสัญญาณไฟเขียวเพื่อแสดงให้คนขับทราบว่าได้ชำระค่าบริการแล้วและสามารถขับรถผ่านด่านและเข้าใช้บริการทางด่วนได้

กรณีที่ 2 รถที่มีการติดแท็ก แต่มีเงินในระบบไม่พอที่จะชำระค่าบริการ รถคันดังกล่าวขับ ผ่านไปได้ เนื่องจากป้องกันการจราจรติดขัดบริเวณด่านเก็บเงิน แต่จะมีการแจ้ง ยอดให้ทราบที่ หน้าจอและแสดงสัญญาณไฟเป็นไฟแดงให้ผู้ขับขี่รถทุกคนทราบถึงว่ามียอดเงิน ของตนเองที่เหลือในระบบไม่พอ และผู้ใช้ต้องไปทำการเติมเงินถ้าจะใช้บริการครั้งต่อไป

กรณีที่ 3 รถที่ไม่มีการติดตั้งแท็ก เมื่อรถวิ่งผ่านด่านเก็บค่าผ่านทาง จะมีการแสดงสัญญาณไฟแดง และมีกล้องวงจรปิดจับภาพที่ป้ายทะเบียนแล้วบันทึกภาพป้ายทะเบียนรถคันที่กระทำการฝ่าด่านเก็บค่าบริการ และออกใบสั่งปรับ

การทำงานของระบบระบบการเก็บค่าผ่านทางด่วนโดยไม่ต้องจอดยานพาหนะในส่วนการอ่านแท็ก การคำนวณยอดเงินเพื่อแสดงที่คอมพิวเตอร์และควบคุมสัญญาณไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้จะทำงานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานก็ตาม การอ่านแท็กของเครื่องอ่านและการแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ใช้ระยะเวลาตามเวลาที่ได้โปรแกรมไว้ การแสดงสถานะติดและดับของสัญญาณไฟจราจรทำงานได้ไม่ผิดพลาด

เมื่อเพิ่มเซนเซอร์ในการตรวจจับรถฝ่าไฟแดงเพื่อให้กล้องทำการบันทึกภาพพบว่าการทำงานรับส่งข้อมูลระหว่างแต่ละส่วนสามารถทำได้ตามที่ต้องการ แต่เมื่อนำวงจรทั้งหมดมาประมวลผลกับโปรแกรม โปรแกรมจะอ่านแท็กช้าลงและมีความผิดพลาดในการอ่านแท็กและควบคุมสัญญาณไฟจราจร ทั้งนี้เป็นเพราะผู้ออกแบบระบบวางการทำงานของระบบได้ไม่ดีนัก จึงทำให้การปรับเปลี่ยนในส่วนใดส่วนหนึ่งทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มีผลกระทบต่อระบบทำให้ไม่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

ในส่วนของกล้องที่บันทึกภาพในระบบนี้เป็นเพียงการจำลองการทำงานและออกแบบระบบเท่านั้น เนื่องจากระบบนี้ใช้กล้องเว็บแคม (Web Cam) ซึ่งมีความเร็วในการถ่ายภาพต่ำ ระบบนี้จึงยังไม่สามารถถ่ายภาพรถวิ่งผ่านได้จริงเพราะภาพที่ได้ ไม่ชัดเจนและไม่สามารถระบุหมายเลขทะเบียนรถได้

จากการทดสอบความเร็วรถที่วิ่งผ่าน ความเร็วสูงสุดที่สามารถใช้ในการวิ่งผ่านระบบชำระค่าบริการได้คือ 80 km/h

ระยะทางไกลที่สุดที่เครื่องอ่าน RFID สามารถอ่านแท็ก ได้ประมาณ 5 เมตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

เพื่อความปลอดภัย ควรจำกัดความเร็วรถที่วิ่งเข้ามาใช้บริการ ควรจำกัดความเร็วรถและมีการติดตั้งระบบควรติดตั้ง RFID Reader ห่างจาก สัญญาณไฟอย่างน้อย 20 เมตร เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถมองเห็นสัญญาณไฟได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรทำการติดตั้งจอ LCD ใหญ่เพื่อให้ผู้ใช้บริการทราบยอดเงินคงเหลือของตนเองที่เหลืออยู่ในระบบ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเรื่องของการชำระค่าบริการที่ผู้ใช้มีจำนวนยอดเงินไม่พอที่จะชำระหรือใช้สิทธิในการผ่านทางเกินงบที่ตั้งไว้ ดังนั้นผู้ใช้บริการควรสังเกตและเช็คยอดเงินของตนเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณด่านเก็บค่าบริการ

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการฝ่าด่านเก็บค่าบริการ ควรมีการติดตั้งระบบกล้องวงจรปิด พร้อมระบบที่ใช้ระบุตัวบุคคล จากกล้องวงจรปิดที่จับภาพที่ป้ายทะเบียนแล้วเก็บข้อมูลป้ายทะเบียนรถคันที่กระทำการฝ่าด่านเก็บค่าบริการโดยเก็บข้อมูลเข้าระบบฐานข้อมูล แล้วทำการคิดคำนวณค่าบริการพร้อมค่าปรับทุกครั้ง ที่มีการฝ่าด่าน หลังจากนั้นอาจส่งยอดที่ผู้ที่กระทำการฝ่าด่านที่ต้องชำระไปยังกรมขนส่งทางบกเพื่อทำการจัดเก็บค่าบริการย้อนหลังเมื่อผู้ที่กระทำการฝ่าด่าน มาชำระค่าภาษีประจำปีของรถ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] รศ. สมยศ จุณณะปิยะ. การประยุกย์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. พิมพ์ครั้งที่6. กรุงเทพมหานคร: สจล., 2550

[2] วรพจน์ กรแก้ววัฒนะกุล. เรียนรู้และปฏิบัติการ MCS-51.พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บ.อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์, 2521

[3] ผศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล.ระบบคอมพิวเตอร์และภาษาแอสเซมบลี.พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร.ส.ส.ท., 2537

[4] บัญชา ปะสีละเตสัง, พัฒนาแอปพลิเคชั่นด้วย Visual C# 2008.กรุงเทพมหานคร:บ.ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2552

[5] ศุภชัย สมพานิช. "สร้างระบบงานฐาข้อมูลด้วย Visual Basic. NET ฉบับโปรแกรมเมอร์" นนทบุรี: สำนักพิมพ์ ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ 2546

[6] คมสัน ระงับพิศม์ และ นิพนธ์ เพ็ชรดาน. Thesis RFID-CARPARKING สถาบันเทคโนโลยีเจ้า คุณทหารลาดกระบัง: ปีการศึกษา 2548

[7] www.adisak51.com

[8] "Fundamental Operting Principles of RFID-Systems." [Online]. Available: http://rfid-handbook.com/

[9] "RFID Technology." [Online]. Available: http://www.samsys.com

[10] "RFID Inc. features radio frequency indefication products." [Online]. Available: http://www.rfida.com/nb/rfidinc.htm

[11] "RFID, Parking Access Control, Car park Management, long range RFID systems." [Online]. Available: http://www.dassnagar.com/Software/AMgm/RF_products/it_RF_carparking.htm

[12] "RFID, Parking Access Control Systems." [Online]. Available: http://www.transcore.com/wdparkingaccess.html

[13] "Smart Card & RF-ID Cluster." [Online]. Available: http://www.tidi.nectec.or.th/rfid-cluster/

[14] พงพัน ศิวิลัย, "SQL Server 2005 ฉบับสมบูรณ์," บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2549

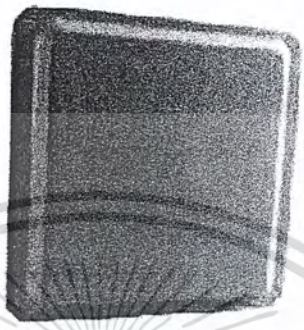
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เครื่อง RFID Reader รุ่น URW 801/811

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

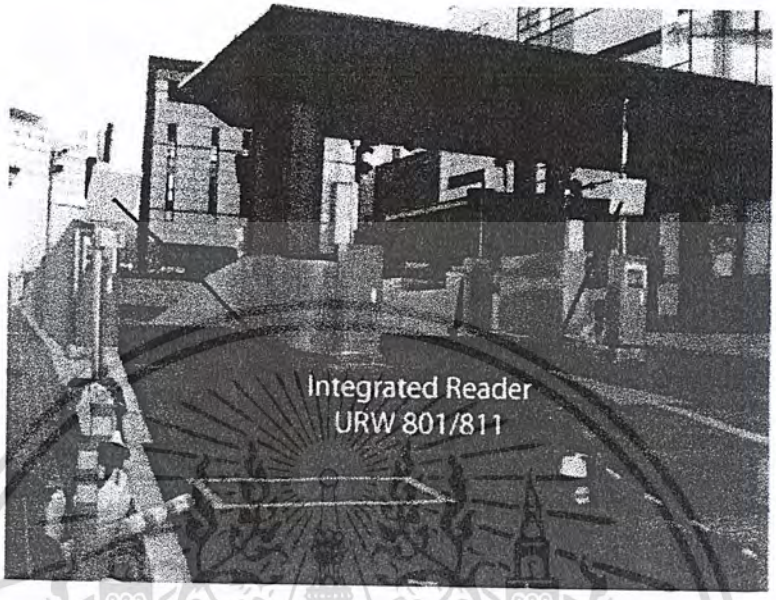
ก. UHF Integrated Reader รุ่น URW 801/811



รูปที่ ก.1 เครื่องอ่าน UHF รุ่น URW801/811

จากรูปที่ ก.1 แสดงเครื่องอ่าน *UHF รุ่น URW801/811* ทำงานที่คลื่นความถี่ 902-928 MHz (หรือ920-925MHz ตาม กทช. กำหนด) เป็นเครื่องอ่านที่รวมเอาเสาอากาศไว้กับเครื่องอ่าน UHF เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเสาอากาศจำนวนมาก โดยพื้นที่ในการติดตั้งมีจำกัด ลดค่าเดินสายอากาศ แต่การใช้งานต้องกำหนดการเคลื่อนที่ของ UHF Tag ได้เพื่อให้เครื่องอ่านสามารถอ่านได้ตรงตำแหน่งเดิมเสมอ เช่น Car park ที่จำกัดประเภทรถเข้าออกและมีตำแหน่งการแสดง Tags ที่ตรงกันทุกครั้งเป็นต้น เครื่องอ่านรุ่นนี้มีให้เลือก 2 แบบคือ แบบอ่านระยะใกล้ (3-5m) และระยะไกล (5-10m) สามารถเลือกการติดต่อได้แบบ RS232 และ TCP/IP ราคาประหยัดกว่าเครื่องอ่าน 2/4 ports ลดค่าเดินสายอากาศ พร้อม *Source Code* ตัวอย่าง (VB, C++, .NET) การประยุกต์ใช้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับงานระบบต่างๆเช่น Supply chain management (SCM), Automated Vehicle ID, Tracking and Tracing, Acccss Control, Assct control, Liccnsing, Auto-tolling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 ตัวอย่างการทำงานของเครื่องอ่าน UHF รุ่น URW801/811

ตารางที่ ก.1 ลักษณะและคุณลักษณะต่างๆของเครื่องอ่าน UHF รุ่น URW801/811 สรุปได้ดังนี้

ลักษณะของเครื่องอ่าน UHF รุ่นURW801/811	คุณลักษณะที่ได้จากเครื่องอ่าน UHF รุ่น URW801/811
ใช้งานที่ย่านความถี่ (Frequency)	9002～928 MHz, 920-925 MHz
โปรโตคอล (Protocols)	ISO-18000-6B, 6C, EPC Gen2
คลื่นพาหะ (Carrier)	Frequency Hopping Spread Spectrum
ช่วงสัญญาณ (Hopping Channels)	63 ช่วง สามารถกำหนดช่วงสัญญาณได้ตามต้องการ
ความห่างแต่ละช่อง (Channel Spacing)	400 KHz
Channel Dwell Time	< 0.4 Seconds

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังส่ง (RF Output Power)	กำลังส่งมาตรฐาน 20-30 dBm
วิธีการ โมดูเลชัน (Modulation Method)	ASK or FSK (Optional)
จำนวนช่องต่อเสาอากาศ (Antennas Connectors)	1 Antenna Built-In
การต่อเชื่อมอุปกรณ์อื่น (Communication Interface)	มีให้เลือกใช้งานแบบ RS232, RS485, TCP/IP หรือWiegand26/34
อัตราการอ่านพร้อมกัน	< 30 tags per second
เวลาที่ใช้ในการอ่านและเขียน (Read/Write Time)	สามารถอ่านข้อมูลจาก Tags จำนวน 8 bytes ในเวลาไม่เกิน 30ms และเขียนข้อมูลลงใน Tags จำนวน 4 bytes
แรงดันไฟฟ้า (Voltage)	100～240V AC
กำลังไฟ (Power supply)	5VDC, 4A or 9VDC, 4A
อัตราการใช้ไฟ (Power Consumption)	<6W
อุณหภูมิใช้งาน (Operating Temperature)	-30°C ～ 70°C
อุณหภูมิจัดเก็บ (Storage Temperature)	-40°C ～ 80°C
ไฟแสดงสถานะ	Power, RF, Communication
ระดับการป้องกัน (Protection Level)	IP54
ระยะการอ่าน (Read range)	อ่านข้อมูลจากtagได้ในระยะไม่เกิน 3-5 m. ในรุ่นURW801และอ่านระยะ5-10m.ในรุ่น URW811 (ระยะการอ่านแปรผันตามเสาอากาศ/Tags และสภาพแวดล้อม)
ระยะการเขียน (Write range)	เขียนข้อมูลลงใน Tags ได้ในระยะ35% ของระยะการอ่าน (ระยะการเขียนแปรผันตามเสาอากาศ/Tags และ สภาพแวดล้อม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด (Dimension)	โดยประมาณ ยาว 215 x กว้าง 215 x สูง 75 mm. ในรุ่นURW801และยาว 450 x กว้าง 450 x สูง 60 mm.ในรุ่นURW811 ทุกขนาดที่ระบุเป็นขนาดโดยประมาณสามารถแก้ไขได้โดยไม่ต้องแจ้งล่วงหน้า (ตามรุ่นที่สั่ง)
น้ำหนัก (Weight)	น้ำหนักโดยประมาณ 1 Kg ในรุ่น URW801และ 3.7Kg ในรุ่น URW811 สามารถแก้ไขได้โดยไม่ต้องแจ้งล่วงหน้า(ตามรุ่นที่สั่ง)

ข้อมูลทางเทคนิค Model: URW 801 B: Support RS232, URW 811 E: Support TCP/IP interface สามารถเพิ่มเติมขีดความสามารถของเครื่องอ่านได้คือ โหมดการทำงาน, หน่วยความจำภายในเครื่องอ่านและรูปแบบการส่งสัญญาณกับชุดควบคุมระบบ (ในกรณีสั่งผลิตตามความต้องการต้องมีจำนวนสั่งผลิตขั้นต่ำ)โหมดการทำงานประกอบด้วย Client/Server Mode, Timing Working Mode, Trigger Working Mode โดยใช้ซอฟต์แวร์เป็นตัวกำหนดและปรับค่าในเครื่องอ่าน RFID สามารถเพิ่มหน่วยความจำภายในเครื่องอ่านเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลในกรณีทำงานแบบ Offline สามารถส่งสัญญาณเป็น Wiegand เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ชุดควบคุมในระบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

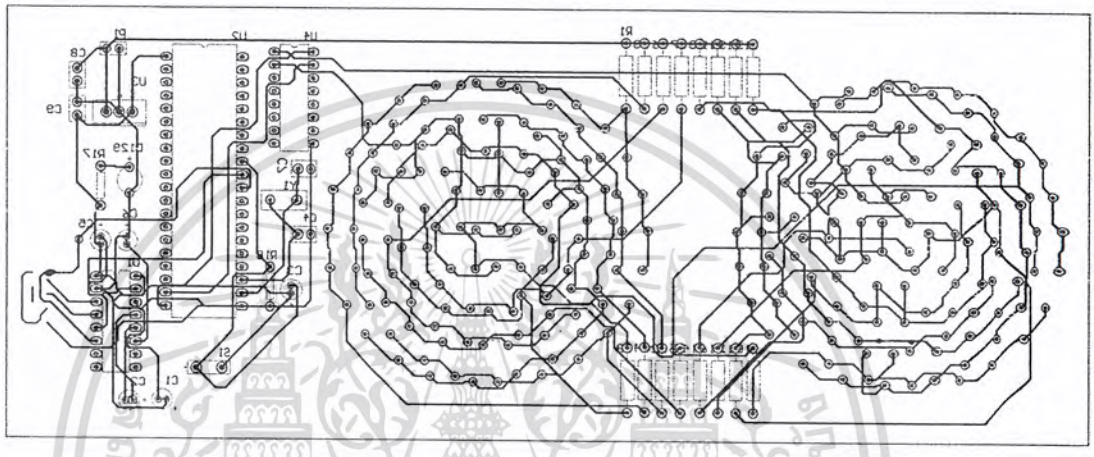
ภาคผนวก ข

การวางอุปกรณ์และลายวงจร

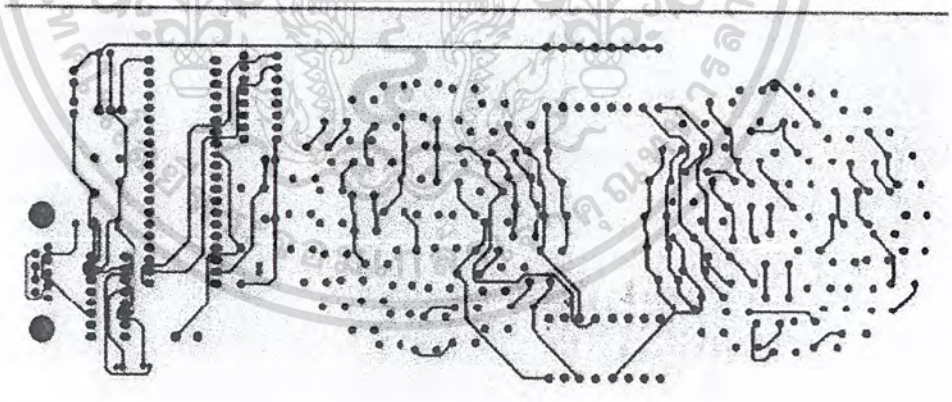
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ด้านการวางอุปกรณ์และลายวงจร

ข.1 ด้านการวางอุปกรณ์และลายวงจรพิมพ์ของวงจร LED ดังแสดงในรูปที่ ข.1, ข.2, ข.3

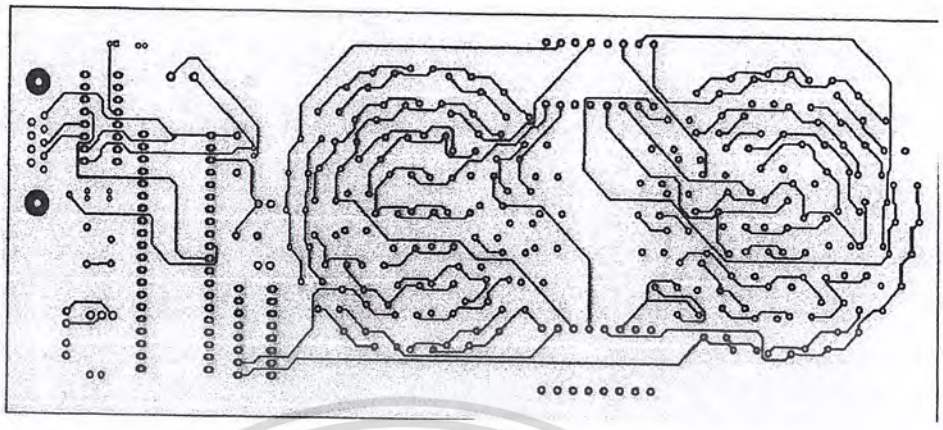


รูปที่ ข.1 ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจร LED



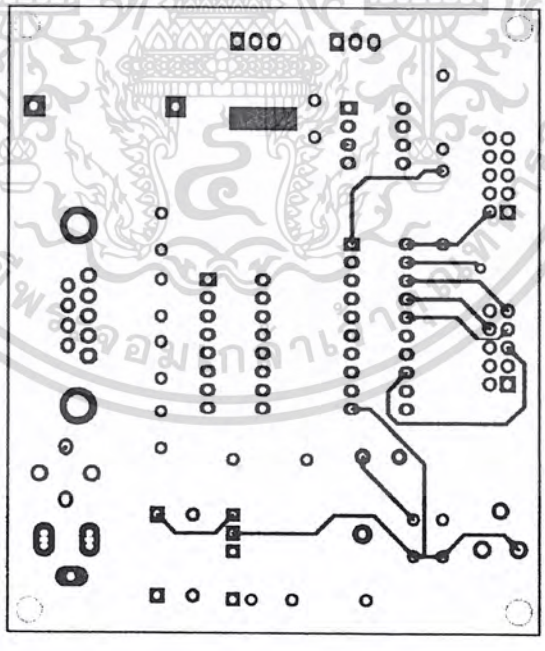
รูปที่ ข.2 ลายวงจรพิมพ์ของวงจร LED ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



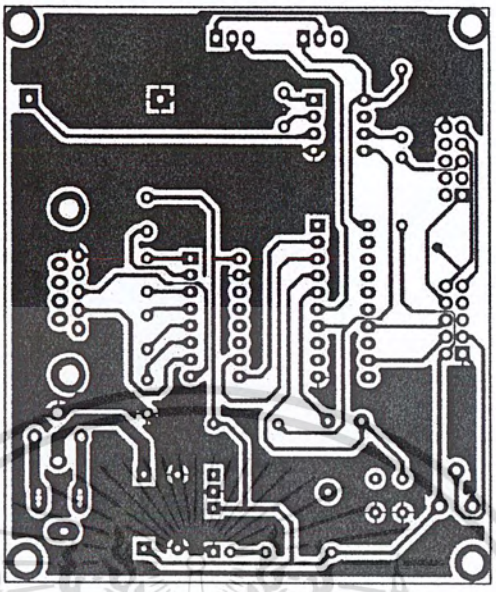
รูปที่ ข.3 ลายวงจรพิมพ์ของวงจร LED ด้านล่าง

ข.2 ด้านการวางอุปกรณ์และลายวงจรพิมพ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ไอซีสร้างฐานเวลาจริง จอ LCD และ เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ดังแสดงในรูปที่ ข.3 และ ข.4



รูปที่ ข.4 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรพิมพ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ไอซีสร้างฐานเวลาจริง จอ LCD และ เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรพิมพ์ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์
ไอซีสร้างฐานเวลาจริง จอ LCD และ เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้