สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบคิว

Queuing System

นางสาวหทัยรัตน์ วิทยะภูษากุล
Miss Hathairat Wittayapusagul
นายเอกชัย สุขวัฒนกูล
Mr. Ekachai Sukkawattanakoon

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 49876
วัน,เดือน,ปี - 2 เม.ย. 2547
b.....
i.....

ระบบคิว

Queuing System

นางสาวหทัยรัตน์ วิทยะภูษากุล

Miss Hathairat Wittayapusagul

นายเอกชัย สุขวัฒนกูล

Mr. Ekachai Sukkawattanakoon

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบคิว
	Queuing System
นักศึกษา	นางสาวหทัยรัตน์ วิทยะภูษากุล
	รหัสประจำตัว 42010674
	นายเอกชัย สุขวัฒนกูล
	รหัสประจำตัว 42010697
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2545

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

อาจารย์พลชัย โชติปรายนกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบคิว
นักศึกษา นางสาวหทัยรัตน์ วิทยะภูษากุล
รหัสประจำตัว 42010674
นายเอกชัย สุขวัฒนกูล
รหัสประจำตัว 42010697
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา 2545
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์
อาจารย์พลชัย โชติปราชนกุล

บทคัดย่อ

ในยุคปัจจุบันนี้ หน่วยงานหรือองค์กรที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการแก่บุคคลจำนวนมากจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดลำดับการให้บริการก่อนหลัง เพื่อความสะดวกรวดเร็วและความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการให้บริการ จึงทำให้เกิดแนวคิดระบบคิวแบบอัตโนมัติขึ้น โดยปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการเขียนโปรแกรมและสร้างอุปกรณ์ต่างๆ ในการจัดการระบบคิว ความรู้ที่ใช้ในปริญญานิพนธ์มีพื้นฐานจากทฤษฎีระบบคิวโดยโครงงานแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนซอฟท์แวร์ เป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน และส่วนฮาร์ดแวร์เป็นการจัดสร้างจอแสดงผลและวงจรเสียงเพื่อเรียกหมายเลขคิว

ในการทำงานของระบบ เมื่อลูกค้าเข้ามากดปุ่มเลือกประเภทบริการจากคอมพิวเตอร์และรับบัตรคิวจากเครื่องพิมพ์ หมายเลขคิวจะถูกส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์กลางเพื่อประมวลผล คอมพิวเตอร์กลางจะเชื่อมอยู่กับคอมพิวเตอร์ที่ช่องบริการโดยระบบโครงข่าย และต่อกับส่วนแสดงผลและวงจรเสียงเพื่อเรียกหมายเลขคิวที่จะรับบริการต่อไป โดยเครื่องคอมพิวเตอร์กลางสามารถประมวลผล จัดเก็บตัวแปรทางเวลาที่ผู้รับบริการใช้ในระบบและพิมพ์ออกมาเป็นรายงาน โครงงานสามารถตอบสนองระบบคิวหลากหลายรูปแบบได้เป็นอย่างดีและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียกคิวในหน่วยงานต่างๆ ที่มีการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกันได้ ซึ่งจะช่วยให้การจัดลำดับเพื่อเรียกคิวมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Queuing System
Student	Miss Hathairat Wittayapusagul
	Student ID. 42010674
	Mr. Ekachai Sukkawattanakoon
	Student ID. 42010697
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Industrial Engineering
Year	2002
Thesis Advisor	Mr. Pholchai Chotiprayanakul

Abstract

At the present day, any service organization needs to arrange the queue disciplines. Consequently, the concept of automatic queuing system is brought to fulfill this requirement and become the topic of this project. The purpose of this project is to study the queuing system by developing a computer program and accessories for managing HUMAN-oriented service activities. This system consists of two main parts, software which is the computer program and hardware which is LED board as well as electronic circuits for announcing queue numbers.

The procedure of this system automatically starts when a type of service is selected by a customer. Then a queue number of each customer is generated and submitted to the main computer which is connecting to other computers and display unit at the service channels by LAN system. As a result, this system is able to serve various line structures with various queue disciplines. Moreover, this can be applied to any organizations which operate under computer network in order to make the queuing system more efficient.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาของ อ.พลชัย โชติปรายนกุล และ อ.อุดม จันทร์จรัสสุข ซึ่งกรุณาให้ความรู้ในส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์และวงจรอิเลคทรอนิกส์ รวมทั้งความรู้อื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบและจัดสร้าง ตลอดจนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ ผศ.พรศักดิ์ อรรถวานิช ผศ.ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ และ ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล ที่เคารพนับถือของผู้จัดทำ นอกจากนี้ยังคอยเอาใจใส่ พร้อมให้คำปรึกษาแนะนำสิ่งต่าง ๆ เสมอมา

ขอขอบคุณแบงค์และปาร์ค ภาค IT ที่ให้คำปรึกษาในการเขียนโปรแกรม และเพื่อนทุกคนในภาคที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนทำให้สามารถปฏิบัติงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวหทัยรัตน์ วิทยะภูษากุล

นายเอกชัย สุขวัฒนกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อฉบับภาษาไทย I

บทคัดย่อฉบับภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงงาน / ที่มาของโครงงาน 1

1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตการศึกษา 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีระบบดิว 3

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 (Microcontroller MCS-51) 9

2.3 ISD-2590 15

2.4 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม 19

2.5 ระบบฐานข้อมูล (Database System) 28

2.6 ระบบสารสนเทศ (Information System) 34

บทที่ 3 การออกแบบ / การดำเนินงาน

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน 40

3.2 หลักการทำงานและการออกแบบ 41

3.3 รายละเอียดการทำงาน 50

บทที่ 4 การทดลองและทดสอบการใช้งาน

4.1 การทดสอบโปรแกรมส่วนเซิร์ฟเวอร์ 73

4.2 การทดสอบโปรแกรมส่วนของช่องบริการ (Client) 89

4.3 การแสดงผลทางบอร์ด LED 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลของโครงงาน

5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงงาน 95

5.2 การบรรลุจุดประสงค์การทำโครงงาน 96

5.3 ปัญหาที่พบในระหว่างการปฏิบัติงาน 96

5.4 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุง 96

บรรณานุกรม 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการเข้ามาในแถวรอ 1 แถว 4

ตารางที่ 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ 10

ตารางที่ 2.3 บิตและหน้าที่ต่างๆ ของ Port 3 12

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD-2590 19

ตารางที่ 2.5 การเลือกอัตราบอดของวงจรพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 26

ตารางที่ 3.1 การทำงานของเมนูหลักและเมนูย่อย 50

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่กำหนดในการทดลอง 74

ตารางที่ 4.2 รายชื่อของบริการและเวลาของแต่ละบริการที่ใช้ในการทดลอง 75

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ใช้ในการทดลอง 82

ตารางที่ 4.4 รหัสผ่านใหม่ที่ใช้ในการทดลอง 83

ตารางที่ 4.5 ค่าของพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง 87

ตารางที่ 4.6 หมายเลขตำแหน่งที่อยู่ของเซิร์ฟเวอร์และหมายเลขพอร์ตที่ใช้ในการทดสอบ 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1	ประเภทของกลุ่มลูกค้าที่เข้ามารอเพื่อรับบริการ	3
รูปที่ 2.2	โครงสร้างต่างๆ ของแถวรอ	8
รูปที่ 2.3	ทางเลือกของลูกค้าหลังจากได้รับบริการแล้ว	9
รูปที่ 2.4	โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	10
รูปที่ 2.5	ขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	11
รูปที่ 2.6	การจัดหน่วยความจำของ MCS-51	13
รูปที่ 2.7	โครงสร้างพอร์ตทั้ง 4 ของ MCS-51	14
รูปที่ 2.8	การต่อพอร์ตเข้ากับระบบบัสภายในของ MCS-51	14
รูปที่ 2.9	ขาต่างๆของไอซี ISD-2590	15
รูปที่ 2.10	แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในของ ISD-2590	17
รูปที่ 2.11	การรับส่งข้อมูลแบบขนาน	20
รูปที่ 2.12	การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส	20
รูปที่ 2.13	บิตต่างๆ ของข้อมูลที่ส่งแบบอนุกรม	21
รูปที่ 2.14	ความสัมพันธ์ของระดับต่างๆ ของฐานข้อมูล	29
รูปที่ 2.15	คุณสมบัติของข้อมูลที่ดี	31
รูปที่ 2.16	สัญลักษณ์ของชนิดเอนติตี้	33
รูปที่ 2.17	สัญลักษณ์ของชนิดเลเบิล	33
รูปที่ 2.18	ความสัมพันธ์แบบอ้างอิงแบบ one to one	33
รูปที่ 2.19	ความสัมพันธ์แบบอ้างอิงแบบ many to one	33
รูปที่ 2.20	ความสัมพันธ์แบบอ้างอิงแบบ many to many	34
รูปที่ 2.21	ความสัมพันธ์แบบอ้างอิงแบบ one to one อย่างย่อ	34
รูปที่ 2.22	องค์ประกอบของเทคโนโลยีสารสนเทศ	35
รูปที่ 2.23	หน้าที่หลักของการจัดการระบบสารสนเทศ	35
รูปที่ 2.24	ส่วนประกอบของการจัดการระบบสารสนเทศ	37
รูปที่ 2.25	คุณสมบัติของการจัดการระบบสารสนเทศ	38
รูปที่ 3.1	ภาพรวมของระบบคิว	42
รูปที่ 3.2	แผนภาพแสดงการทำงานส่วนผู้ใช้บริการ	43
รูปที่ 3.3	แผนภาพแสดงการทำงานส่วนการกำหนดรูปแบบบริการ	44
รูปที่ 3.4	แผนภาพการทำงานส่วนการเรียกคิวและแสดงสถานะ	45
รูปที่ 3.5	วงจรบันทึกเสียงและเล่นเสียง	46
รูปที่ 3.6	บอร์ด LED แสดงหมายเลขคิวและช่องบริการ	46
รูปที่ 3.7	วงจรบอร์ด LED แบบอนุกรมสำหรับแสดงตัวเลข 1 หลัก	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8	การติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์	47
รูปที่ 3.9	วงจรสำหรับติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์	48
รูปที่ 3.10	ภาพรวมวงจรทั้งหมด	49
รูปที่ 3.11	หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม	50
รูปที่ 3.12	เมนูบาร์แบบภาษาไทยและอังกฤษ	51
รูปที่ 3.13	เมนูหลักในส่วนแฟ้มแยกออกเป็นเมนูย่อยต่างๆ	52
รูปที่ 3.14	เมนูหลักในส่วนแก้ไขแยกออกเป็นเมนูย่อยต่างๆ	52
รูปที่ 3.15	เมนูหลักในส่วนหน้าต่างแยกออกเป็นเมนูย่อยต่างๆ	52
รูปที่ 3.16	เมนูหลักในส่วนข้อมูลลูกค้าแยกออกเป็นเมนูย่อยต่างๆ	53
รูปที่ 3.17	เมนูหลักในส่วนเกี่ยวกับโปรแกรมแยกออกเป็นเมนูย่อยต่างๆ	53
รูปที่ 3.18	หน้าต่างสำหรับตรวจสอบผู้ใช้และรหัสผ่าน	53
รูปที่ 3.19	กล่องข้อความเตือนเมื่อชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง	54
รูปที่ 3.20	หน้าต่างสำหรับสร้างรูปแบบบริการในขั้นตอนที่ 1	54
รูปที่ 3.21	หน้าต่างสำหรับสร้างรูปแบบบริการในขั้นตอนที่ 2	55
รูปที่ 3.22	หน้าต่างสำหรับสร้างรูปแบบบริการในขั้นตอนที่ 3	56
รูปที่ 3.23	หน้าต่างสำหรับบันทึกรูปแบบบริการที่ได้สร้างขึ้น	56
รูปที่ 3.24	หน้าจอสำหรับกดเลือกบริการของลูกค้าที่สร้างขึ้น	57
รูปที่ 3.25	รูปแบบของบัตรคิวที่ลูกค้าจะได้รับ	57
รูปที่ 3.26	หน้าต่างสำหรับการแก้ไขรายชื่อบริการและเวลา	58
รูปที่ 3.27	หน้าต่างแสดงจำนวนผู้รอใช้บริการในระบบ	59
รูปที่ 3.28	หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อความวิ่งบนหน้าจอลูกค้า	59
รูปที่ 3.29	หน้าต่างสำหรับเพิ่มผู้ใช้งานระบบ	60
รูปที่ 3.30	หน้าต่างสำหรับเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน	60
รูปที่ 3.31	หน้าต่างสำหรับเปลี่ยนแปลงชื่อผู้ใช้	61
รูปที่ 3.32	หน้าจอแสดงฐานข้อมูลใน Microsoft Access 2000	61
รูปที่ 3.33	หน้าจอแสดงฐานข้อมูลในส่วนของข้อมูลรหัสผ่าน	62
รูปที่ 3.34	หน้าจอแสดงฐานข้อมูลในส่วนของข้อมูลผู้ใช้บริการในระบบคิว	62
รูปที่ 3.35	กราฟแสดงจำนวนผู้ใช้บริการในระบบ	63
รูปที่ 3.36	หน้าต่างแสดงฐานข้อมูลบนโปรแกรม	63
รูปที่ 3.37	หน้าต่างแสดงการค้นหาหมายเลขคิวของลูกค้า	64
รูปที่ 3.38	หน้าต่างการตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (LAN) ของเซิร์ฟเวอร์	65
รูปที่ 3.39	กล่องข้อความแสดงหมายเลขตำแหน่งที่อยู่ (IP Address) ของคอมพิวเตอร์	65
รูปที่ 3.40	หน้าต่างแสดงการตั้งค่าพอร์ตอนุกรมและเปิดพอร์ต	66
รูปที่ 3.41	หน้าต่างแสดงการตั้งค่าต่างๆ พอร์ตอนุกรม	66
รูปที่ 3.42	หน้าต่างแสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้เขียน	67
รูปที่ 3.43	หน้าจอโปรแกรมเริ่มต้นของช่องบริการ (Client)	67
รูปที่ 3.44	หน้าต่างโปรแกรมภาษาไทย	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.45	หน้าต่างโปรแกรมภาษาอังกฤษ	69
รูปที่ 3.46	หน้าต่างแสดงการตั้งค่าการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์	69
รูปที่ 3.47	กล่องข้อความแสดงสถานะการเชื่อมต่อ	70
รูปที่ 3.48	หน้าต่างแสดงการตั้งค่าหมายเลขของช่องบริการ	70
รูปที่ 3.49	หน้าต่างสำหรับเลือกราชชื่อบริการที่สามารถให้บริการได้	71
รูปที่ 3.50	หน้าต่างแสดงหมายเลขคิวเมื่อกดปุ่มเรียกคิว	72
รูปที่ 3.51	หน้าต่างแสดงการใส่รหัสผ่านเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงประเภทของการให้บริการ	72
รูปที่ 4.1	หน้าจอแสดงการเข้าสู่โปรแกรม Queue Wizard	73
รูปที่ 4.2	หน้าจอแสดงการใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อใช้งานโปรแกรม	74
รูปที่ 4.3	หน้าจอแสดงการกรอกข้อมูลต่างๆ ตามที่กำหนดในตาราง	75
รูปที่ 4.4	หน้าจอแสดงการกรอกรายชื่อของบริการและเวลาของแต่ละบริการตามตาราง	76
รูปที่ 4.5	หน้าจอแสดงรูปแบบของบริการที่สร้างขึ้นก่อนทำการบันทึก	76
รูปที่ 4.6	หน้าต่างสำหรับบันทึกรูปแบบบริการที่สร้างขึ้น	77
รูปที่ 4.7	หน้าจอแสดงรูปแบบหน้าจอสำหรับกดเลือกบริการของลูกค้าที่สร้างขึ้น	77
รูปที่ 4.8	หน้าจอแสดงบัตรคิวที่จะได้รับหลังจากกดเลือกประเภทที่จะเข้ารับบริการ	78
รูปที่ 4.9	หน้าจอแสดงข้อมูลที่ลูกค้ากดเลือกเข้ามาจะถูกเก็บในฐานข้อมูล	78
รูปที่ 4.10	หน้าต่างแสดงรายชื่อบริการก่อนการแก้ไข	79
รูปที่ 4.11	หน้าต่างแสดงรายชื่อบริการหลังการแก้ไข	79
รูปที่ 4.12	หน้าจอแสดงรายชื่อบริการที่แก้ไขแล้วจาก AAAAA เป็น ZZZZZ	80
รูปที่ 4.13	หน้าต่างแสดงสถานะปัจจุบันบอกจำนวนผู้รอคิว	80
รูปที่ 4.14	หน้าต่างสำหรับกรอกข้อความวิ่ง	81
รูปที่ 4.15	หน้าจอแสดงข้อความวิ่ง	81
รูปที่ 4.16	หน้าต่างสำหรับกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเพิ่มผู้ใช้ระบบ	82
รูปที่ 4.17	หน้าจอแสดงชื่อผู้ใช้ระบบและรหัสผ่านที่ปรากฏในฐานข้อมูล	83
รูปที่ 4.18	หน้าจอแสดงการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน	84
รูปที่ 4.19	หน้าจอแสดงการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านในฐานข้อมูล	84
รูปที่ 4.20	หน้าต่างแสดงกราฟจำนวนผู้ใช้บริการ	85
รูปที่ 4.21	หน้าจอแสดงผู้ใช้บริการในฐานข้อมูล	85
รูปที่ 4.22	หน้าต่างแสดงการตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (LAN) ของเซิร์ฟเวอร์	86
รูปที่ 4.23	หน้าต่างแสดงการตรวจสอบหมายเลขที่อยู่ (IP Address) ของคอมพิวเตอร์	86
รูปที่ 4.24	หน้าต่างแสดงการกรอกข้อมูลเพื่อตั้งค่าพอร์ตอนุกรม	87
รูปที่ 4.25	หน้าต่างแสดงการเปิดพอร์ตภายหลังจากการตั้งค่าพอร์ตอนุกรม	88
รูปที่ 4.26	หน้าจอแสดงช่องบริการและหมายเลขคิวที่เรียก	88
รูปที่ 4.27	รูปแบบของโปรแกรมในเมนูภาษาอังกฤษภายหลังการเปลี่ยนแปลง	89
รูปที่ 4.28	หน้าต่างโปรแกรมส่วนของการเรียกคิว	90
รูปที่ 4.29	หน้าต่างแสดงการกรอกข้อมูลเพื่อตั้งค่าการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์	91
รูปที่ 4.30	หน้าต่างแสดงการตั้งค่าหมายเลขช่องบริการ	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.31 หน้าต่างแสดงการเลือกประเภทของการให้บริการ 92
รูปที่ 4.32 หน้าต่างแสดงหมายเลขคิวและหมายเลขสมาชิกภายหลังการกดเรียกคิว 92
รูปที่ 4.33 หน้าต่างสำหรับกรอกรหัสผ่านเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงประเภทของการให้บริการ 93
รูปที่ 4.34 การเลือกให้หน้าต่างของโปรแกรมอยู่ด้านบนสุดของหน้าจอ 93
รูปที่ 4.35 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และบอร์ด LED 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงงาน / ที่มาของโครงงาน

ในยุคปัจจุบันนี้หน่วยงานหรือองค์กรใด ๆ ก็ตามที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการแก่บุคคลจำนวนมาก อาทิ เช่น หน่วยงานของทางราชการ หรือศูนย์บริการต่าง ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดลำดับการให้บริการก่อนหลัง เพื่อความสะดวกรวดเร็ว และความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการให้บริการ นอกจากนี้ยังทำให้ทราบถึงสถิติผู้ใช้บริการในแต่ละช่วงเวลาด้วย

วิวัฒนาการของระบบคิว เริ่มมาจากการยืนต่อแถวรอรับบริการ ซึ่งผู้เข้ามาใช้บริการไม่ได้รับความสะดวกสบายเท่าที่ควร และกีดขวางการให้บริการในบางครั้ง ต่อมามีการเริ่มใช้การจัดลำดับด้วยตัวบุคคล โดยใช้การแจกบัตรคิว การเรียกหมายเลขคิว โดยปากเปล่าหรือผ่านเครื่องขยายเสียง ซึ่งก็ยังคงไม่สะดวกในการให้บริการ แนวคิดโครงงานระบบคิวแบบอัตโนมัติจึงเกิดขึ้นมา โดยอาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นส่วนร่วมในการประมวลผล เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล และเชื่อมต่อกับวงจรอิเลคทรอนิกส์สำหรับแสดงหมายเลขคิว ช่องบริการ และเรียกคิวโดยอัตโนมัติ ทำให้การบริการทำได้สะดวก และรวดเร็ว ทั้งในส่วนของผู้ให้บริการและผู้รับบริการ

ดังนั้น การออกแบบและวางแผนจัดสร้างโปรแกรมระบบคิวจึงเป็นหัวข้อของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ โดยมีขอบเขตครอบคลุมถึงการออกแบบและวงจรอิเลคทรอนิกส์สำหรับเชื่อมต่อผ่านทางคอมพิวเตอร์นี้ขึ้น เพื่อให้การให้บริการมีความสะดวกและรวดเร็ว และสามารถประยุกต์ใช้ได้ในหน่วยงานหรือองค์กรต่าง ๆ ได้ทั่วไป

1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. ศึกษาระบบการจัดคิวและระบบการให้บริการที่มีในปัจจุบัน
2. ศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วย Visual Basic และการเชื่อมต่อฐานข้อมูล
3. ศึกษาการส่งผ่านข้อมูล และการแสดงผล ผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์
4. ทำการออกแบบและเขียนโปรแกรมระบบจัดคิว วงจรอิเลคทรอนิกส์สำหรับแสดงผล และการเรียกคิวแบบอัตโนมัติ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในหน่วยงานหรือองค์กรต่าง ๆ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดระบบคิว

1. การเขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic 6.0 และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล Microsoft Access 2000
2. โปรแกรมรองรับการกำหนดประเภทของบริการได้ตั้งแต่ 1 ถึง 10 ประเภทบริการ
3. โปรแกรมสามารถสั่งพิมพ์บัตรคิวเมื่อลูกค้าเข้ามากดเลือกประเภทของบริการทางคอมพิวเตอร์
4. คอมพิวเตอร์ที่ให้บริการแต่ละเครื่องเชื่อมต่อกันด้วยเครือข่ายระบบ LAN
5. การรับส่งข้อมูลระหว่างโปรแกรมและวงจรอิเลคทรอนิกส์ ใช้การส่งผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ส่วนของบอร์ดอิเลคทรอนิกส์แสดงหมายเลขคิวและช่องบริการ

1. ตัวเลขบนบอร์ดใช้ LED เรียงต่อกัน เป็นตัวเลขลักษณะ 7 – segment ทั้งหมด 6 ตัว แบ่งเป็น สำหรับแสดงช่องให้บริการ 2 ตัว และสำหรับแสดงหมวดบริการและหมายเลขคิว 4 ตัว
2. การควบคุมการแสดงผลตัวเลขใช้การควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3.3 ส่วนของการบันทึกเสียงและการเรียกหมายเลขคิว

1. การบันทึกเสียงจะใช้การบันทึกเสียงผ่านทางไอซีสำหรับบันทึกเสียง
2. การเล่นเสียงอาศัยการควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์เช่นเดียวกับตัวแสดงผล LED

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. ทักษะด้านวงจรอิเลคทรอนิกส์
3. ความรู้ด้านการจัดระบบคิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

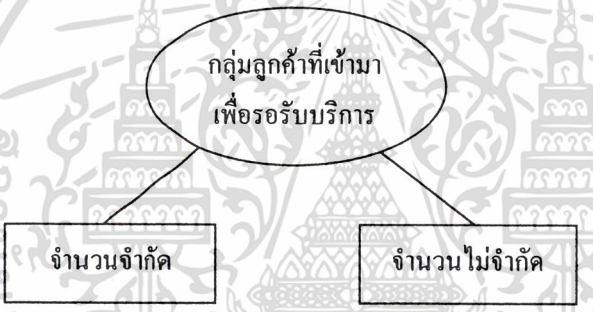
2.1 ทฤษฎีระบบคิว

ระบบคิวประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วน คือ

1. กลุ่มลูกค้าที่มารอในคิวและวิธีการที่ลูกค้าจะเข้ามาในระบบคิว
2. ระบบการให้บริการ
3. เงื่อนไขที่ลูกค้าจะออกจากระบบ (ต้องกลับไปรอเพื่อรับบริการอื่นหรือไม่)

2.1.1 การเข้ามาในระบบของลูกค้า (Customer arrivals)

ลูกค้าที่เข้ามาขังระบบบริการอาจจะเป็นลูกค้าที่มีจำนวนจำกัด หรือจำนวนไม่จำกัดก็ได้ ซึ่งการระบุจำนวนลูกค้านี้เป็นสิ่งสำคัญที่ควรแยกให้ชัดเจน เนื่องจากการวิเคราะห์ทั้ง 2 กลุ่มจะมีสมมติฐานที่แตกต่างกัน และสมการที่ใช้ในการคำนวณก็แตกต่างกันด้วย



รูปที่ 2.1 ประเภทของกลุ่มลูกค้าที่เข้ามารอเพื่อรับบริการ

กลุ่มลูกค้าที่มีจำนวนจำกัด หมายถึง ขนาดของลูกค้าที่มารอเพื่อใช้บริการมีขนาดจำกัด ณ เวลานั้นๆ เมื่อลูกค้าคนหนึ่งออกจากกลุ่มลูกค้าที่รอคิวอยู่ จะทำให้กลุ่มผู้ที่มาใช้บริการมีจำนวนลดลงและค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มลูกค้าที่จะรับบริการในอนาคตมีค่าลดลงด้วย ในทางกลับกัน ถ้าลูกค้าที่ได้รับบริการแล้วกลับมาอยู่ในกลุ่มลูกค้าที่รอคิวอยู่อีกครั้ง จะทำให้กลุ่มผู้ที่มาใช้บริการมีจำนวนเพิ่มขึ้นและค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มลูกค้าที่ต้องการการบริการมีค่าสูงขึ้น

ตัวอย่างของกลุ่มลูกค้าประเภทนี้ เช่น เครื่องจักร 6 เครื่องซึ่งต้องการการดูแลจากช่างซ่อมบำรุง 1 คน เมื่อเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งเสีย กลุ่มลูกค้าที่รอรับบริการจะเหลือเพียง 5 เครื่อง โอกาสที่เครื่องจักร 1 เครื่องจากเครื่องจักร 5 เครื่องนี้เสียจะมีค่าน้อยกว่าจากเครื่องจักร 6 เครื่อง เมื่อเครื่องจักรเสีย 2 เครื่องจะเหลือเครื่องจักรที่ยังทำงานได้อีก 4 เครื่อง โอกาสที่เครื่องอื่นจะเสียอีกก็จะเปลี่ยนไป ในทางกลับกัน ถ้าเครื่องจักรได้รับการซ่อมบำรุงแล้วและนำกลับเข้ามาใช้งานอีก จำนวนลูกค้าที่รอรับบริการก็จะเพิ่มขึ้นและค่าความน่าจะเป็นของเครื่องจักรอื่นที่จะเสียหายก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

กลุ่มลูกค้าที่มีจำนวนไม่จำกัด หมายถึง เมื่อลูกค้าที่มารอเพื่อใช้บริการมีจำนวนเพิ่มขึ้นหรือลดลง (กลุ่มลูกค่าที่มารับบริการ และลูกค้าที่รับบริการแล้วและกลับมารอเพื่อรับบริการอื่นอีก) จะไม่มีความสำคัญและไม่มีผลต่อค่าความน่าจะเป็นของระบบ จากตัวอย่างที่อธิบายกลุ่มลูกค้าที่มีจำนวนจำกัด ถ้าเครื่องจักรมีจำนวน 100 เครื่อง เมื่อเครื่องจักร 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ 2 เครื่องเสีย ค่าความน่าจะเป็นที่เครื่องจักรเครื่องอื่นจะเสียก็จะไม่แตกต่างกัน และสมมติฐานก็จะไม่ผิดพลาดมากนัก

2.1.2 การกระจายของการเข้ามาในระบบ (Distribution of arrivals)

การอธิบายระบบคิวจะต้องระบุลักษณะของลูกค้าหรือจำนวนลูกค้าที่รอคิวในระบบการบริการ

การคำนวณจำนวนลูกค้าที่รอในคิวจะอาศัยอัตราการเข้ามาของลูกค้า ซึ่งเป็นจำนวนลูกค้าใน 1 ช่วงเวลา การกระจายการเข้ามาที่เป็นค่าคงที่จะมีลักษณะเป็นคาบเวลา ในกระบวนการผลิต อัตราการเข้ามาในช่วงเวลาใดๆ จะมีใกล้เคียงค่าคงที่เนื่องมาจากการควบคุมของเครื่องจักรนั่นเอง

ในการสังเกตการเข้ามายังระบบบริการแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์เวลาของการเข้ามาว่ามีลักษณะเป็นไปตามการกระจายทางสถิติหรือไม่ ซึ่งโดยทั่วไปเราจะสมมติให้เวลาระหว่างการเข้ามามีลักษณะเป็นการกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล และถ้าเราตั้งค่าช่วงระยะเวลา T ไว้ เราจะต้องพยายามหาจำนวนที่เข้ามาในช่วงระยะเวลา T นั้นซึ่งเราจะสมมติจำนวนการเข้ามาต่อช่วงเวลานี้เป็นการกระจายแบบปัวซอง

2.1.2.1 การกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล

เมื่อการเข้ามาเพื่อรับบริการเป็นลักษณะแบบสุ่ม เวลาระหว่างการเข้ามาจะเป็นลักษณะการกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล ค่าความน่าจะเป็นจะมีค่าเท่ากับ

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \tag{2.1}$$

เมื่อ λ คือค่าเฉลี่ยของจำนวนที่เข้ามาใน 1 ช่วงเวลา

พื้นที่ใต้กราฟในรูป คือ ค่าผลรวมที่ได้จากสมการ ซึ่งมีค่าเป็นบวกเนื่องมาจาก $e^{-\lambda t}$ มีค่าเป็นบวก ดังนั้น เราจะใช้การอินทิเกรตเพื่อหาค่าความน่าจะเป็นของการเข้ามาในช่วงเวลาที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น การเข้ามา 1 คนในแถวรอ 1 แถว ($\lambda = 1$) ผลลัพธ์ของ $e^{-\lambda t}$ สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 2.1 ในแถวที่ 2 จะแสดงค่าความน่าจะเป็นที่คนต่อไปจะเข้ามาในคิวจะใช้เวลามากกว่าหรือเท่ากับ t นาที และในแถวที่ 3 จะแสดงค่าความน่าจะเป็นที่คนต่อไปจะเข้ามาในคิวจะใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ t นาที (มีค่าเท่ากับ 1 ลบด้วยค่าในแถวที่ 2)

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการเข้ามาในแถวรอ 1 แถว

(1) t (นาที)	(2) ค่าความน่าจะเป็นที่คนต่อไปจะเข้ามาในคิวจะใช้เวลามากกว่าหรือเท่ากับ t นาที	(3) ค่าความน่าจะเป็นที่คนต่อไปจะเข้ามาในคิวจะใช้เวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ t นาที
0	1.00	0
0.5	0.61	0.39
1.0	0.37	0.63
1.5	0.22	0.78
2.0	0.14	0.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 การกระจายแบบปัวซอง

เราจะสนใจที่จำนวนที่เข้ามาในช่วงเวลา T ลักษณะการกระจายเป็นไปตามกราฟ และค่าความน่าจะเป็นของจำนวนที่เข้ามา n ในช่วงเวลา T เป็นไปตามสมการ

$$P_T(n) = \frac{(\lambda T)^n e^{-\lambda T}}{n!} \tag{2.2}$$

การกระจายตัวแบบปัวซองจะให้ลักษณะกราฟที่ไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากค่า n ซึ่งแสดงถึงจำนวนที่เข้ามาในระบบคิวนั้นมีค่าเป็นจำนวนเต็ม (กราฟจะมีลักษณะดีขึ้นเมื่อค่า n มีค่ามากขึ้น)

ในการคำนวณการกระจายตัวแบบปัวซอง เราสามารถคำนวณจากการกระจายตัวแบบเอกซ์โปเนนเชียลได้ เนื่องจากค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของปัวซองมีค่าเท่ากันคือ λ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของการกระจายตัวแบบเอกซ์โปเนนเชียลคือ $1/\lambda$ และความแปรปรวนของการกระจายตัวแบบเอกซ์โปเนนเชียลคือ $1/\lambda^2$ (เวลาระหว่างการเข้ามาเป็นการกระจายตัวแบบเอกซ์โปเนนเชียลและจำนวนที่เข้ามาใน 1 หน่วยเวลาเป็นการกระจายตัวแบบปัวซอง)

2.1.2.3 รูปแบบของการเข้ามา (Arrival patterns)

การเข้ามาที่ระบบสามารถควบคุมได้มากตามที่เราต้องการ เช่น ร้านตัดผมอาจลดอัตราการเข้าร้านของลูกค้าในวันเสาร์ และเพิ่มอัตราการเข้าร้านของลูกค้าไปที่วันอื่นโดยการเพิ่มราคาตัดผมเฉพาะวันเสาร์ หรือห้างสรรพสินค้าอาจจะจัดลดราคาในช่วงที่ลูกค้าน้อยลงมากๆ เป็นต้น กล่าวโดยสรุปคือ เครื่องมือที่ใช้ควบคุมการเข้ามาของลูกค้าอย่างง่ายที่สุด คือ การย้ายช่วงเวลาที่ลูกค้าเข้ามาหนาแน่นนั่นเอง

ในการบริการบางประเภทอาจจะต้องการการไม่ควบคุมอย่างชัดเจน เช่น หน่วยแพทย์ฉุกเฉินต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับโรงพยาบาลจากหน่วยงานราชการของเมือง แต่ในสภาวะเช่นนี้การเข้ามาที่ห้องฉุกเฉินสามารถควบคุมได้ในบางขอบเขต คืออาจจะให้พนักงานขับรถฉุกเฉินของโรงพยาบาลแจ้งสถานะของคนไข้แต่ละคนกับโรงพยาบาล

2.1.2.4 ขนาดของหน่วยการเข้ามา (Size of arrival units)

การเข้ามาแบบเดี่ยวอาจจะคิดเป็นหนึ่งหน่วยได้ (หนึ่งหน่วยเป็นจำนวนเล็กที่สุดที่สามารถจัดการและควบคุมได้) การเข้ามาแบบเดี่ยวในหน่วยงานต่างๆ จะมีความหมายที่แตกต่างกันออกไป เช่น การเข้ามาแบบเดี่ยวในร้านอาหารจะหมายถึงคน 1 คน การเข้ามาแบบเดี่ยวในตลาดหุ้นอาจจะหมายถึงจำนวนหุ้น 100 หุ้น เป็นต้น

การเข้ามาแบบกลุ่มเป็นการเข้ามาที่มีจำนวนมากกว่า 1 หน่วย เช่น งานเลี้ยงของคน 5 คนที่ร้านอาหาร หรือหุ้นจำนวน 1,000 หุ้นในตลาดหุ้น เป็นต้น

2.1.2.5 ระดับของความอดทนของลูกค้า (Degree of patience)

ความอดทนของลูกค้า เป็นระยะเวลาที่ลูกค้าสามารถรออยู่ในคิวได้จนกว่าจะได้รับบริการจากส่วนที่ให้บริการ แม้ว่าในขณะที่รออยู่นั้นลูกค้าอาจจะมีลักษณะหงุดหงิด หรือแสดงออกว่าไม่พอใจก็ตาม เพราะความเป็นจริงนั้น ลูกค้าก็ยังพอใจที่จะรอรับบริการต่อไป

การที่ลูกค้าเข้ามาแล้วไม่อยากที่จะรอรับบริการมี 2 ลักษณะคือ ลักษณะแรก ลูกค้าจะเข้ามาและมองสำรวจเครื่องมือที่ให้บริการและความยาวของแถวที่รอรับบริการ จากนั้นจึงตัดสินใจที่จะเดินออกไป ลักษณะที่สอง ลูกค้าจะดูสภาวะโดยรอบและรออยู่ในแถวเพื่อรอรับบริการเป็นระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นจึงเดินออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการพิจารณา

ระบบคิว ประกอบด้วยส่วนหลักๆ 2 ส่วน ได้แก่ แถวที่รอเพื่อรับบริการและจำนวนช่องที่ให้บริการ ในส่วนของแถวที่รอเพื่อรับบริการนั้นมีตัวแปรที่ต้องพิจารณาได้แก่ ความยาวของแถวที่รอ จำนวนของแถวและรูปแบบของลำดับการให้บริการ

2.1.3.1 ความยาว (Length)

โดยทั่วไปแล้ว เราจะเห็นว่าแถวที่มีความยาวไม่จำกัดนั้นเป็นการกำหนดที่ง่ายที่สุด เนื่องจากแถวสามารถมีความยาวเท่าใดก็ได้เมื่อเปรียบเทียบกับความจุในระบบการให้บริการ ตัวอย่างของความยาวที่ไม่จำกัดนี้ได้แก่ พาหนะที่บรรทุกสิ่งของเพื่อข้ามสะพาน ลูกค้าจะรออยู่รอบๆช่องจำหน่ายตั๋วโดยไม่มีการกำหนดความยาวของผู้ที่รอ

ในสถานีบริการน้ำมัน หรือพื้นที่จอดรถ จะมีความจุของแถวที่รอที่แน่นอน เนื่องจากเงื่อนไขการจำกัดของกฎหมาย หรือลักษณะพื้นที่ว่างที่สามารถรองรับลูกค้าได้ ซึ่งแถวที่จำกัดความยาวนี้ไม่เพียงแต่จะทำให้การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบบริการและการคำนวณแถวที่รอรับบริการมีความซับซ้อนแล้ว แต่ยังทำให้ลักษณะการกระจายตัวของการเข้ามาที่แท้จริงมีความซับซ้อนด้วย การเข้ามายังแถวที่รับบริการอาจถูกปฏิเสธ เนื่องจากไม่มีที่ว่างพอให้ลูกค้ากลุ่มใหม่เข้ามา ดังนั้นลูกค้ากลุ่มนี้อาจจะพยายามเข้ามายังแถวที่รออีกครั้งหรือไปรับบริการที่อื่น จะเห็นได้ว่า ลักษณะการกระทำที่เกิดขึ้นจะมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับแถวที่ไม่จำกัดความยาว

2.1.3.2 จำนวนแถว (Number of lines)

จำนวนแถวแบบเดี่ยวจะมีแถวเพียง 1 แถว และแบบหลายแถวนั้นจะเป็นแถวแบบเดี่ยวหลายๆแถวซึ่งอยู่หน้าช่องที่ให้บริการตั้งแต่ 2 ช่องบริการขึ้นไปซึ่งบรรจบกันที่จุดที่กระจายลูกค้ากลางเดียวกัน ข้อด้อยของแบบหลายแถวนี้คือเครื่องมือที่ยุ่งยาก ซึ่งการเข้ามายังแถวที่รอรับบริการนั้นมักจะมาจากการย้ายหน่วยให้บริการก่อนหน้าซึ่งใช้ระยะเวลาในการบริการสั้นหรือมาจากลูกค้าปัจจุบันในแถวอื่นที่ต้องการการให้บริการสั้น

2.1.3.3 ลำดับการให้บริการ (Queue discipline)

รูปแบบของลำดับที่ให้บริการ เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการตรวจสอบลำดับการให้บริการลูกค้าที่รออยู่ในแถว รูปแบบของลำดับที่เลือกขึ้นมานี้จะมีผลกระทบโดยตรงกับการดำเนินการโดยรวมของระบบ โดยที่ปัจจัยที่มีผลต่อการพิจารณาเลือกลำดับการให้บริการ ได้แก่ จำนวนลูกค้าที่รออยู่ในแถว ระยะเวลาที่รออยู่ในแถวโดยเฉลี่ย ช่วงความเปลี่ยนแปลงของระยะเวลาที่รออยู่ในแถว และประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ให้บริการ

รูปแบบลำดับการให้บริการโดยทั่วไป เป็นลักษณะมาก่อนได้รับบริการก่อน ลักษณะเช่นนี้ลูกค้าจะได้รับบริการตามกฎพื้นฐานของลำดับการเข้ามา ซึ่งนับว่าเป็นรูปแบบลำดับการให้บริการที่ยุติธรรมที่สุด แม้ว่าในทางปฏิบัติจริงแล้ว จะไม่เป็นไปตามนี้สำหรับการบริการที่ใช้เวลาน้อย

รูปแบบอื่นๆ ของลำดับการให้บริการ เช่น การให้บริการแบบฉุกเฉินเป็นอันดับแรก การให้บริการลูกค้าที่ให้กำไรสูงที่สุดเป็นอันดับแรก การให้บริการแถวที่รอนานที่สุดเป็นอันดับแรก หรือการให้บริการตามที่นัดหมายล่วงหน้าเป็นอันดับแรก เป็นต้น ในทางปฏิบัติพบปัญหาหลักๆ สองปัญหา ได้แก่ การทำให้เชื่อมั่นได้ว่าลูกค้าจะเข้าใจและปฏิบัติตามลำดับจริง และการทำให้เชื่อมั่นว่าการจัดลำดับนี้สามารถมีผลควบคุมลูกค้าที่รออยู่ในแถวได้จริง (เช่น ในระบบอาจมีการกำหนดหมายเลขลูกค้าที่จะได้รับบริการ)

2.1.4 การกระจายตัวของเวลาที่ให้บริการ (Service time distribution)

โครงสร้างของระบบคิวที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ เวลาที่ลูกค้าใช้ที่ช่องบริการนับตั้งแต่กระบวนการของระบบบริการเริ่มต้นขึ้น สมการที่เกี่ยวข้องกับระบบคิวนั้นโดยทั่วไปจะนิยมให้ความสำคัญที่อัตราการให้บริการเป็นค่าความจุของช่องบริการในหนึ่งช่วงเวลา เช่น สามารถให้บริการลูกค้าได้ 12 คนใน 1 ชั่วโมง เป็นต้น ซึ่งไม่ใช่เวลาที่ให้บริการลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค้าที่ช่องบริการจริงๆ เวลาที่ให้บริการลูกค้าที่แน่นอน หมายถึง แต่ละครั้งของการให้บริการใช้เวลาเท่ากัน โดยที่การเข้ามาของลูกค้าที่แน่นอนนั้นโดยทั่วไปแล้วจะเกิดจากการควบคุมของเครื่องจักร

เมื่อเวลาที่ให้บริการเป็นค่าแบบสุ่มแล้ว เวลาที่ให้บริการนั้นอาจจะประมาณได้ว่าเป็นการกระจายตัวแบบเอกซ์โปเนนเชียล เมื่อใช้การกระจายตัวแบบเอกซ์โปเนนเชียลแทนที่การประมาณค่าเวลาที่ให้บริการ เราจะใช้ค่า μ เป็นจำนวนลูกค้าที่สามารถให้บริการได้ในหนึ่งช่วงเวลา

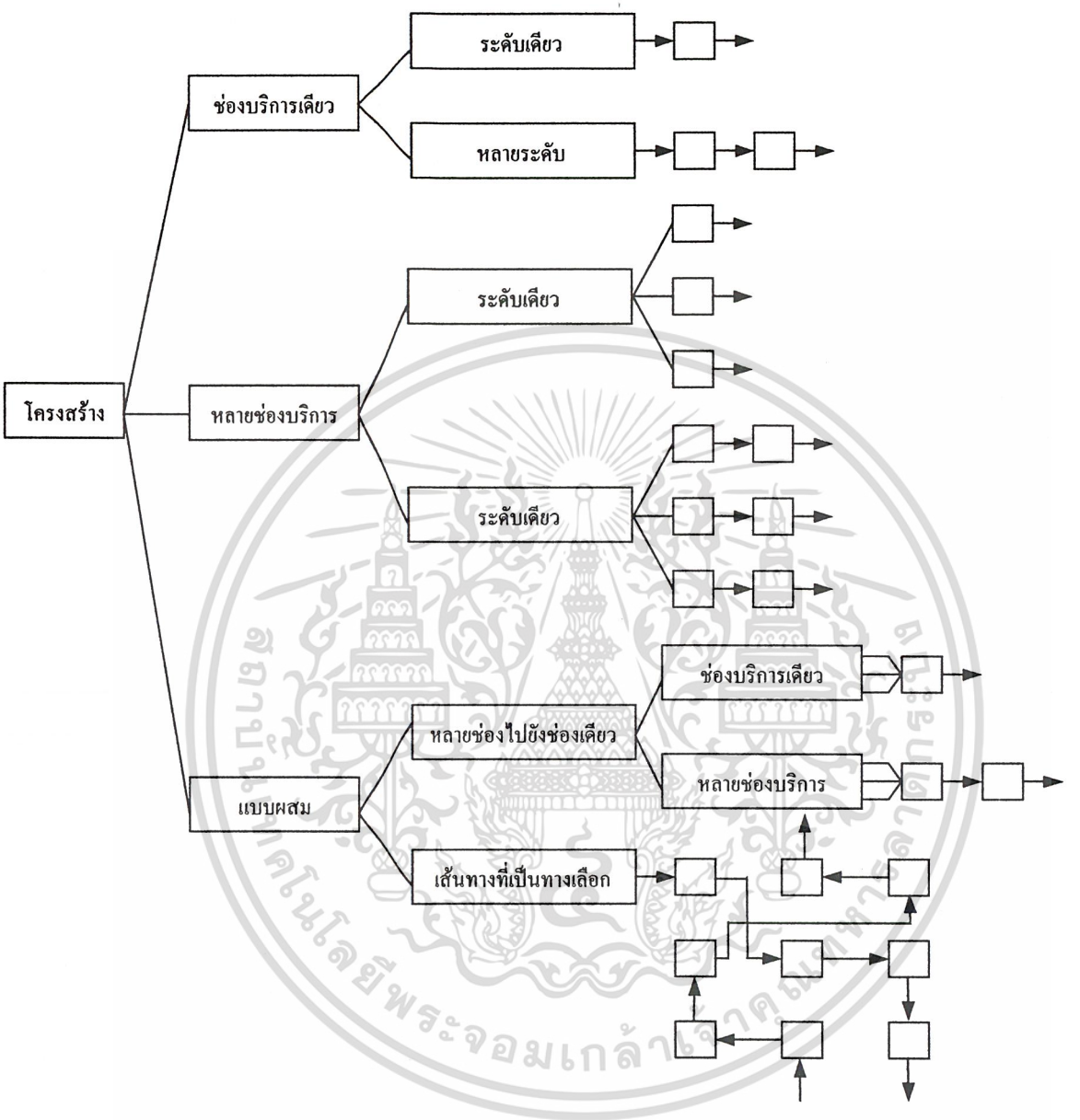
2.1.5 โครงสร้างของแถวรอ (Line Structures)

ลูกค้าที่มารับบริการอาจจะเข้าแถวรอแบบแถวเดียวหรือแบบหลายแถวหรือเป็นแบบผสมทั้ง 2 แบบก็ได้ ซึ่งการเลือกรูปแบบนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณลูกค้าที่มารับบริการและลำดับการให้บริการที่ต้องการ

1. ช่องให้บริการแบบช่องเดียวและระดับการให้บริการแบบระดับเดียว (Single channel , single phase) ลักษณะนี้เป็นโครงสร้างของระบบคิวที่ง่ายที่สุด และการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาเมื่อการกระจายตัวของรูปแบบการเข้ามาและการให้บริการเป็นแบบพื้นฐานทั่วไป จะเป็นสมการที่รูปแบบตรงที่สุด แต่ถ้าการกระจายเป็นแบบไม่เป็นพื้นฐานแล้ว การแก้ปัญหาจะง่ายขึ้นเมื่อใช้การจำลองทางคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างของโครงสร้างแบบนี้ ได้แก่ พนักงานตัดผม 1 คนในร้านตัดผม
2. ช่องให้บริการแบบช่องเดียวและระดับการให้บริการแบบหลายระดับ (Single channel , multiphase) ตัวอย่าง เช่น การบริการล้างรถซึ่งมีการให้บริการดังนี้ การดูดฝุ่น การล้างด้วยน้ำสะอาด การล้างด้วยน้ำยาล้างรถ การล้างด้วยน้ำสะอาดครั้งที่สอง การทำให้แห้ง การทำความสะอาดกระจก และการนำรถไปจอด ซึ่งการให้บริการทั้งหมดนี้จะเป็นลำดับที่มีรูปแบบเดิมทุกครั้ง
3. ช่องให้บริการหลายช่องและระดับการให้บริการแบบระดับเดียว (Multi-channel , single phase) ตัวอย่างเช่น ช่องให้บริการที่ธนาคารซึ่งมีหลายช่อง หรือช่องรับชำระเงินที่ห้างสรรพสินค้าใหญ่ ความยุ่งยากของรูปแบบนี้อยู่ที่ลูกค้าแต่ละคนจะใช้เวลาในการรับบริการแต่ละช่องบริการไม่เท่ากัน ซึ่งจะมีผลในแง่ความรู้สึกของลูกค้าซึ่งมาก่อนแต่ได้รับบริการทีหลังเป็นอย่างมาก ในการให้บริการที่มีความหลากหลายของโครงสร้างเช่นนี้มักจะให้บริการลูกค้าที่เข้ามาตามลำดับก่อนหลังนี้เป็นแถวแบบเดี่ยว และจากนั้นจึงกระจายลูกค้าจากแถวเดี่ยวไปตามช่องบริการจำนวนมากนั้น ปัญหาหลักของโครงสร้างแบบนี้ได้แก่ การควบคุมแถวที่แน่นอนเพื่อรักษาลำดับก่อนหลังนี้ไว้และการทำให้ลูกค้ามุ่งตรงไปยังช่องบริการได้ในระยะเวลาสั้น ซึ่งอาจจะใช้การให้บัตรหมายเลขแก่ลูกค้าเพื่อแสดงลำดับก็ได้
4. ช่องให้บริการหลายช่องและระดับการให้บริการแบบหลายระดับ (Multi-channel , multiphase) โครงสร้างแบบนี้คล้ายกับแบบที่ 3 แต่ขั้นตอนการให้บริการจะมีตั้งแต่ 2 ขั้นตอนขึ้นไป ตัวอย่างโครงสร้างแบบนี้ เช่น การรับคนไข้เข้าพักในโรงพยาบาล เนื่องจากการให้บริการเป็นขั้นตอนดังนี้ การติดต่อที่โต๊ะรับคนไข้ที่ต้องการจะเข้าพัก การกรอกข้อมูลของคนไข้ การประมาณราคาค่าห้องพัก การจัดหาห้องพักให้แก่คนไข้ การส่งคนไข้เข้าสู่ห้องพัก ฯลฯ และช่องบริการที่ให้บริการในแต่ละขั้นตอนนี้มีมากกว่า 1 ช่องบริการคือ คนไข้มากกว่า 1 คนสามารถรับบริการได้ในเวลาเดียวกัน
5. แบบผสม (Mixed) ในการพิจารณาโครงสร้างของแถวที่รอ เราจะพิจารณาโครงสร้าง 2 ประเภทคือ โครงสร้างแบบที่มีช่องให้บริการเดียวและแบบหลายช่อง หรือเป็นแบบที่มีเส้นทางเลือก ในโครงสร้างแบบแรกเราจะหาแถวที่จะใช้ในการให้บริการแบบระดับเดียวและแบบหลายระดับ เช่น สายงานประกอบที่ป้อนชิ้นงานส่งให้กับสายงานหลัก เป็นต้น ในโครงสร้างแบบที่สองจะมีโครงสร้างที่มีทิศทางการไหลของแถวต่างกัน คือ กรณีแรกจะมีลักษณะคล้ายกับแบบช่องให้บริการหลายช่องและระดับการให้บริการแบบหลายระดับ ซึ่งในกรณีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะไม่รวมถึงการสลับสับเปลี่ยนช่องบริการหลังจากที่การให้บริการแรกจบลงแล้วส่งต่อมา และกรณีที่สอง จำนวนช่องบริการและระดับการให้บริการมีการเปลี่ยนแปลงหลังจากที่การให้บริการแรกจบลงแล้วส่งต่อมา

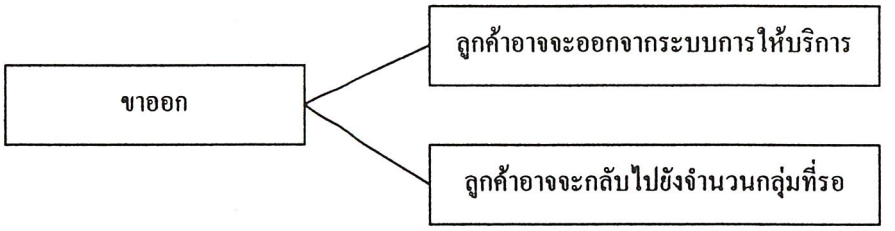


รูปที่ 2.2 โครงสร้างต่างๆ ของแถวรอ

2.1.6 ขาออก

เมื่อลูกค้าได้รับบริการเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีทางออกที่เป็นไปได้ 2 ทางคือ ลูกค้าอาจจะกลับไปยังจำนวนกลุ่มที่รอเพื่อรับบริการอีกครั้ง หรือลูกค้าอาจจะออกจากระบบการให้บริการ ซึ่งกรณีแรกตัวอย่างที่จะอธิบายง่ายๆ เช่น เครื่องจักรซึ่งได้รับการซ่อมแซมเป็นประจำแล้วกลับเข้ามาทำงานอีกครั้ง แต่หลังจากนั้นก็เสียอีกครั้ง ในกรณีที่สอง ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรซึ่งได้รับการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงใหม่แล้วจะมีโอกาสน้อยที่จะเสียแล้วต้องได้รับการซ่อมแซมอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ทางเลือกของลูกค้าหลังจากได้รับบริการแล้ว

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 (Microcontroller MCS-51)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในของมัน โดยบางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบ ROM บางเบอร์เป็นแบบ EPROM บางเบอร์มี RAM ภายใน 128 byte บางเบอร์มี 256 byte เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดและลักษณะของขาต่างๆ จะศึกษาได้จากคู่มือของมันโดยตรง

คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51 มีดังนี้

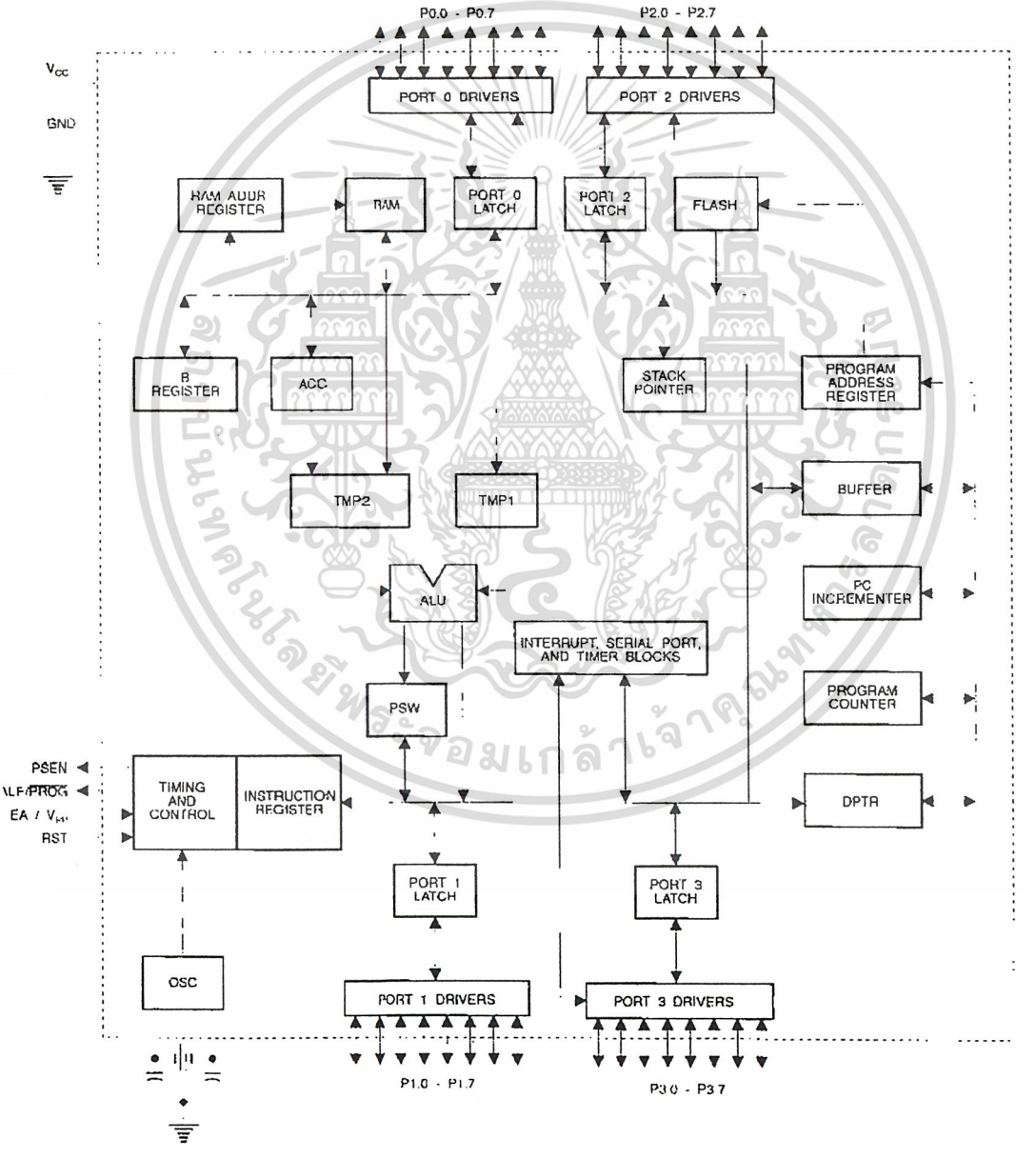
- มีหน่วยความจำ ROM 4 K bytes
- มีหน่วยความจำ RAM 128 K bytes
- มี I/O Port ขนาด 8 bit 4 port
- มี Timer 16 bit 2 ตัว
- สามารถ Interrupt ได้ 5 แหล่ง
- มีวงจร Oscillator และวงจรนาฬิกาบนชิพ
- มีพอร์ตอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ความเร็วสูง
- อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 K
- อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 K
- สามารถประมวลผลทีละบิตได้
- สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
- หนึ่งวัฏจักรคำสั่งใช้เวลาประมาณ 1 ไมโครวินาทีขณะทำงานด้วย Clock 12 MHz

ตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และลักษณะต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 2.2 และไดอะแกรมโครงสร้างภายในแสดงในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมบนชิพ	หน่วยความจำข้อมูลบนชิพ	TIMERS
8051	4 K ROM	128 bytes	2
8031	-	128 bytes	2
8751	4 K ROM	128 bytes	2
8052	8 K ROM	256 bytes	3
8032	-	256 bytes	3
8752	8 K ROM	256 bytes	3

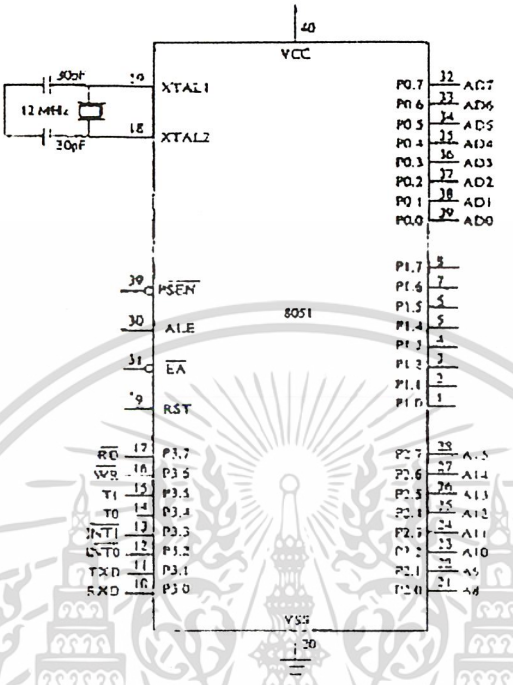


รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การจัดขาต่างๆ ของ MCS-51

ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โครงสร้างเป็นแบบ DIP มีขาทั้งหมด 40 ขา โดยขาต่างๆ จะใช้เป็นขาพอร์ต Input, Output, ขาสัญญาณควบคุม, ขาตำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูล ดังรูปที่



รูปที่ 2.5 ขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ความหมายของขาต่างๆ มีดังนี้

1) PORT 0 ได้แก่ ขาที่ 32 – 39 ของ MCS-51 สามารถใช้เป็น Input และ Output ได้ นอกจากนี้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกยังใช้เป็นขา Address Bus และ Data Bus อีกด้วย

2) PORT 1 ได้แก่ ขาที่ 1 – 8 เป็น Port 8 bit สามารถอ้างทีละบิตได้ คือ P1.0, P1.1,..., etc

3) PORT 2 ได้แก่ ขาที่ 21 – 28 จะใช้งาน 2 หน้าที่ คือ ใช้เป็น Port 8 bit กับใช้เป็นขา Address 8 bit ในการอ้างหน่วยความจำภายนอก

4) PORT 3 ได้แก่ ขาที่ 10 – 17 จะใช้งาน 2 หน้าที่ คือ ใช้เป็น Input / Output Port และใช้เป็นขาควบคุมต่างๆ ดังแสดงในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 บิตและหน้าที่ต่างๆ ของ Port 3

BIT	ชื่อ	หน้าที่พิเศษ
P3.0	RXD	ใช้รับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม
P3.1	TXD	ใช้ส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม
P3.2	INT_0	Interrupt ภายนอกหมายเลข 0
P3.3	INT_1	Interrupt ภายนอกหมายเลข 1
P3.4	T_0	ตัวจับเวลา / ตัวนับ ตัวที่ 0
P3.5	T_1	ตัวจับเวลา / ตัวนับ ตัวที่ 1
P3.6	WR	สัญญาณเขียนข้อมูลหน่วยความจำภายนอก
P3.7	RD	สัญญาณอ่านข้อมูลหน่วยความจำภายนอก

5) PSEN = Program Store Enable

ขา PSEN เป็นขาที่ส่งสัญญาณออก คือ ขา 29 ขานี้ จะทำงานเมื่อ MCS-51 ต้องการอ่านโค้ดโปรแกรมภายนอก โดยปกติถ้าหน่วยความจำภายนอกเป็น EPROM ขา PSEN จะต่อกับขา Output Enable (OE) ของ EPROM

6) ALE = Address Latch Enable

เนื่องจาก Port 0 สามารถใช้เป็นขาอ้างตำแหน่งและขาข้อมูล MCS-51 จะมีขา ALE ได้แก่ ขา 30 ขานี้ จะใช้ Multiplex สัญญาณ Address Bus ของ Port 0 ในการใช้งานระบบ MCS-51 นั้นจะต้องมีอุปกรณ์มาต่อกับ Port 0 ที่ทำหน้าที่ Latch สัญญาณ Address Bus ออกมาก่อนทาง Port 0 จากนั้นจึงจะส่งสัญญาณ ALE มา Latch อุปกรณ์ภายนอกให้เก็บค่า Address Bus ไว้เพื่อใช้ Port 0 เป็น Data Bus ต่อไป

7) EA = External Access

ขา AE ได้แก่ ขาที่31 ถ้าขานี้เป็นลอจิก "1" จะใช้กับเบอร์ 8051 หรือ 8052 เพื่อบอกว่าให้อ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน แต่ถ้าเป็นลอจิก "0" จะบอกให้ว่า MCS-51 ทำโปรแกรมโดยอ่านจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (ถ้าขา AE เป็น "0" ขา PSEN จะทำงาน) ถ้าหากเป็นเบอร์ 8031 หรือ 8032 ขา AE จะเป็น "0" เสมอ เพราะไม่มีโปรแกรมหน่วยความจำภายในและให้ขา AE เป็น "0" ซึ่งจะ Disabled ROM ภายในและจะอ่านโปรแกรมจาก EPROM ภายนอกแทน

8) RST = Reset

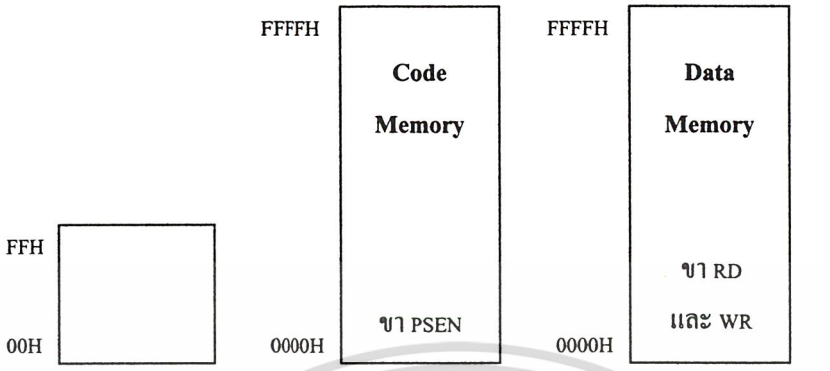
ขา RST ได้แก่ ขาที่ 9 จะใช้ในการ Reset MCS-51 โดยจะให้ขานี้เป็นลอจิก "1" อย่างน้อย 2 Machine Cycle จึงจะทำการ Reset ระบบได้

2.2.2 โครงสร้างหน่วยความจำ

หน่วยความจำสำหรับ MCS-51 จะมี 2 ชนิดคือ หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรม (ROM) กับหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลในการประมวลผล (RAM) MCS-51 บางเบอร์ เช่น 8051 หรือ 8052 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในชิพ และ MCS-51 ทุกเบอร์สามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้มากที่สุด 64 K และอ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้มากที่สุด 64 K สำหรับหน่วยความจำ RAM ภายในจะประกอบไปด้วยพื้นที่ใช้งานทั่วไป, รีจิสเตอร์แบงค์, พื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้งานระดับบิต และรีจิสเตอร์แบบฟังก์ชันพิเศษ เราอาจเขียนไดอะแกรมของหน่วยความจำของ 8031 ได้ดังรูปที่ โดยในรูปจะบอกด้วยว่าขาใดจะทำงาน



รูปที่ 2.6 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51

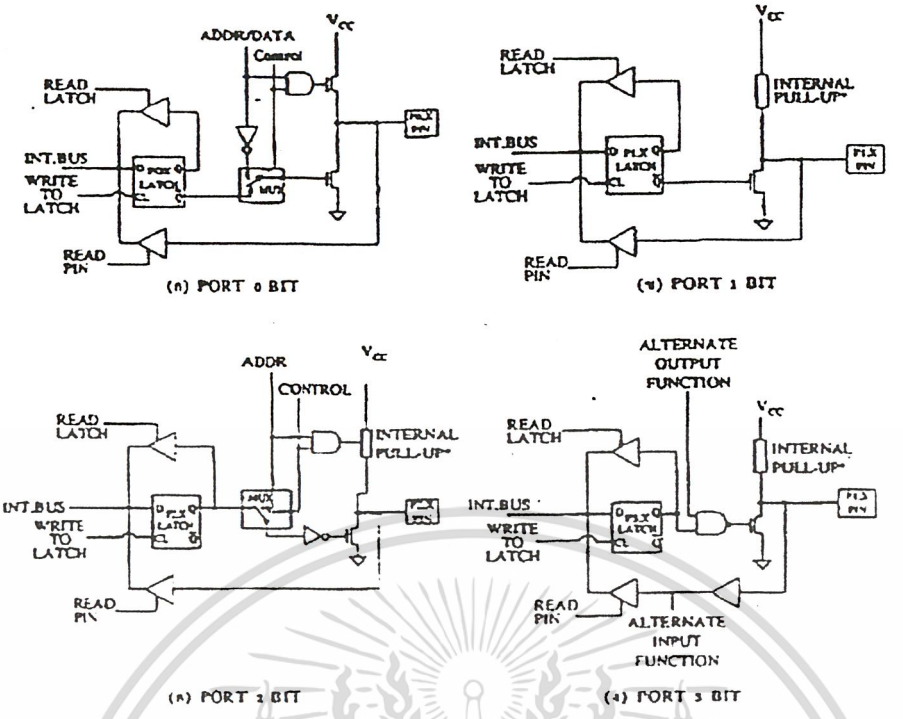
ใน 8031 จะมีหน่วยความจำภายในตั้งแต่ตำแหน่ง 00H ถึง FFH และสามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 K ถ้าอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมขา PSEN จะทำงาน นอกจากนี้ 8031 ยังสามารถอ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 K ตำแหน่ง โดยการติดต่อกับหน่วยความจำนี้ ขา RD และ WR จะทำงาน สำหรับหน่วยความจำข้อมูลภายในนั้น จะแบ่งออกได้ดังนี้

1) ชุดรีจิสเตอร์ 4 ชุด แต่ละชุดเรียกว่ารีจิสเตอร์แบงค์ ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 1FH โดยแต่ละชุดจะประกอบด้วยรีจิสเตอร์ R_0 ถึง R_7
2) หน่วยความจำที่สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ ตำแหน่ง 20H ถึง 2FH
3) หน่วยความจำใช้งานทั่วไป ตำแหน่ง 30H ถึง 7FH
4) รีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ ตำแหน่ง 80H ถึง FFH

2.2.3 โครงสร้างของอินพุต / เอาท์พุตพอร์ต (Input / Output Port)

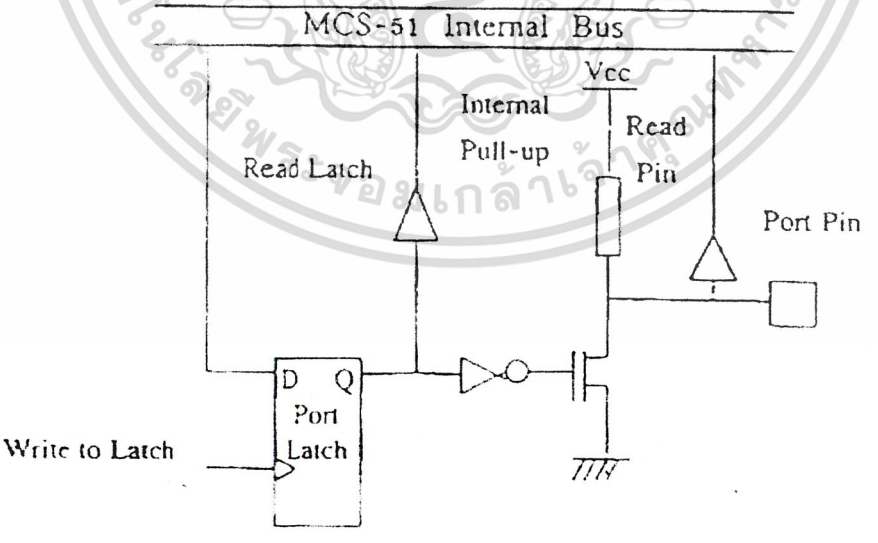
ขาของพอร์ตจะแสดงโครงสร้างภายในได้ดังรูป โดยจะมีโครงสร้างเป็น Field-Effect Transistor ต่ออยู่กับขาภายนอก และมีความต้านทานต่อ Pull-Up อยู่สำหรับ Port 1, 2, 3 แต่ถ้าเป็น Port 0 จะไม่มีตัวต้านทาน Pull-Up ภายในเพราะต้องใช้เป็นขา Address Bus และ Data Bus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 โครงสร้างพอร์ตทั้ง 4 ของ MCS-51

พอร์ตนี้สามารถใช้เป็น Input และ Output ต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ ในการอ่านข้อมูลจากพอร์ตจะอ่านได้ 2 แบบคือ Read Latch และ Read Pin โดย Read Latch หมายถึง การอ่านข้อมูลที่ถูก Latch เอาไว้เข้าสู่บัสภายในของ MCS-51 เช่น การทำคำสั่ง CPL P1.5 แต่ถ้าเป็นการ Read Pin จะเป็นการใช้พอร์ตเป็นอินพุตโดยจะอ่านค่าของขาของไอซีเข้าสู่บัสภายในโดยการอ่านแบบ Read Latch และ Read Pin จะมีสัญญาณมาควบคุมที่บัฟเฟอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.8



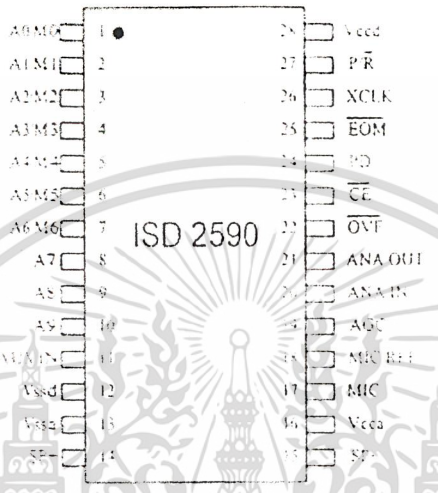
รูปที่ 2.8 การต่อพอร์ตเข้ากับระบบบัสภายในของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ISD-2590

ไอซีเบอร์ ISD-2590 เป็นไอซี 28 ขาที่ใช้เทคโนโลยี Direct Analog Storage ทำให้สามารถบันทึกเสียงเก็บไว้ในชิพได้โดยตรง ไม่ต้องใช้การดัดแปลงแบบ A/D หรือ D/A การบันทึกเสียงทำได้นานถึง 90 วินาที โดยข้อมูลที่เก็บจะอยู่ในรูปสัญญาณอนาลอก (Analog) และข้อมูลสามารถเก็บไว้ในชิพได้ถาวรแม้ไม่มีไฟเลี้ยงไอซี

2.3.1 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของ ISD-2590



รูปที่ 2.9 ขาต่างๆของไอซี ISD-2590

หน้าที่และการใช้งานของขาต่างๆ ของไอซีมีดังนี้

1) Address Mode/Mode Input (A0-A9/M0-M6) ขา 1-10/ขา 1-7 เป็นขาแอดเดรส หรือโหมดอินพุท (Mode Input) อย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าแอดเดรสเริ่มต้น หากว่าค่าใดค่าหนึ่งหรือทั้งสองค่าของ MSB ของแอดเดรส (A8, A9) เป็น "0" ขาเหล่านี้จะทำงานเป็นขาแอดเดรส แต่ถ้าหากว่าขาของทั้งคู่เป็น "1" ขา 1-7 จะทำหน้าที่เป็นขาโหมดอินพุท (M0-M6) การทำงานของไอซีจะเป็นไปตามโหมดของทำงานที่ถูกเลือกเข้าไปซึ่งโหมดของการทำงานนี้จะถูกกำหนดไว้ให้เลือกใช้งานตามต้องการ

2) Auxiliary Input (AUX IN) ขา 11 เป็นขารับสัญญาณอินพุทจากภายนอกเข้ามาทำการมัลติเพล็กซ์กับสัญญาณที่เป็นอินพุทของวงจรขยายภายในไอซี เอาท์พุทที่ได้จะขับออกสู่ขาเอาท์พุทลำโพง (SP+, SP-) โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานะเป็น 1 วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง

3) Ground Input (V_{SSA}, V_{SSD}) ขา 12 และ 13 โดยคุณสมบัติของไอซีจะแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอนาลอกและกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซี การใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของแหล่งจ่ายในส่วนที่มีค่าอิทพีแดนซ์ต่ำเพื่อไม่ให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

4) Speaker Output (SP+, SP-) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาท์พุทที่ต่อกับลำโพง ซึ่งภายในไอซีจะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพงโดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาท์พุทได้ 50 mW ที่ลำโพงความต้านทาน 16 Ω ขาเอาท์พุทนี้ห้ามต่อลงกราวด์และห้ามต่อขนานกันโดยตรงเด็ดขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) Voltage Input (V_{CCA}, V_{CCD}) ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันไฟเลี้ยงที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรอนาลอกและวงจรดิจิตอลที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +5V และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

6) Microphone Input (MIC) ขา 17 เป็นขารับสัญญาณอินพุทจากไมโครโฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ (Pre-Amplifier) ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายอยู่ในช่วง –15 ถึง +24 dB ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคัปปลิ้ง (Coupling) ผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 ค่าความจุของตัวเก็บประจุคัปปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 kΩ ที่ต่ออยู่ภายในกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำหน้าที่คัทออฟ (Cut Off) ที่ความถี่ต่ำ

7) Microphone Reference Input (MIC REF) ขา 18 ขานี้จะต่อกับกราวด์อนาลอก (V_{CCA}) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อนเพื่อทำหน้าที่ขจัดสัญญาณรบกวนอินพุทขา 17 เพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้มีค่าดีกว่า 10dB

8) Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19 เป็นขาอินพุทเพื่อควบคุมการปรับอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิค (Dynamic) เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านของสัญญาณอินพุทจากไมโครโฟนและเพื่อให้ระดับสัญญาณที่บันทึกมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด ขานี้จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีความต้านทานภายใน 5 kΩ และจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายในอีกตัวหนึ่งผ่าน ลงอนาลอกค่าที่เหมาะสมกำหนดไว้ที่ความต้านทาน 470 kΩ และตัวเก็บประจุ 4.7 μF

9) Analog Input (ANA IN) ขา 20 จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคัปปลิ้งภายนอก คัปปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขานี้เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ในตัวไอซีได้ ตัวต้านทานภายในมีค่า 3 kΩ ซึ่งเป็นอินพุทอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low pass filter)

10) Analog Output (ANA OUT) ขา 21 เป็นขาเอาท์พุทจากวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้ผ่านการควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

11) Overflow Output (OVF) ขา 22 สัญญาณพัลส์ (Pulse) จะปรากฏออกมาจากขาเอาท์พุทนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้วและจะแสดงสภาวะหยุดเล่นกลับ พัลส์เอาท์พุทจากขา OVF นี้จะจ่ายให้กับขา CE อินพุทจนกว่าขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำหน้าที่รีเซต และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา OVF นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD-2590 ตัวต่อไปได้เมื่อถูกต่อคาสเคด (Cascade) กันอยู่หลายตัว

12) Chip Enable Input (CE) ขา 23 ต้องได้รับสัญญาณพัลส์ 0 เพื่อทำไอซีอยู่ในสภาวะพร้อมทำงานของการเล่นกลับ หรือการบันทึก โดยที่ขาแอดเดรสอินพุทและขา P/R อินพุทจะถูก Latch จากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา CE

13) Power Down Input (PD) ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขา PD จะต้องมีสภาวะเป็น 1 เพื่อเป็นการรักษาระดับความสิ้นเปลืองกำลังงานให้อยู่ในระดับต่ำมากๆ

14) End of Message / Run Output (EOM) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ Non Volatile ภายในที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกขา EOM นี้จะให้เอาท์พุทออกมาเป็นพัลส์ 0 เมื่อข้อมูลที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

15) External Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอกเพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาแต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาถูกกำหนดอยู่ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุปกรณ์ภายนอกหรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงไม่คงที่ การใช้งานปกติจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวน์ของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

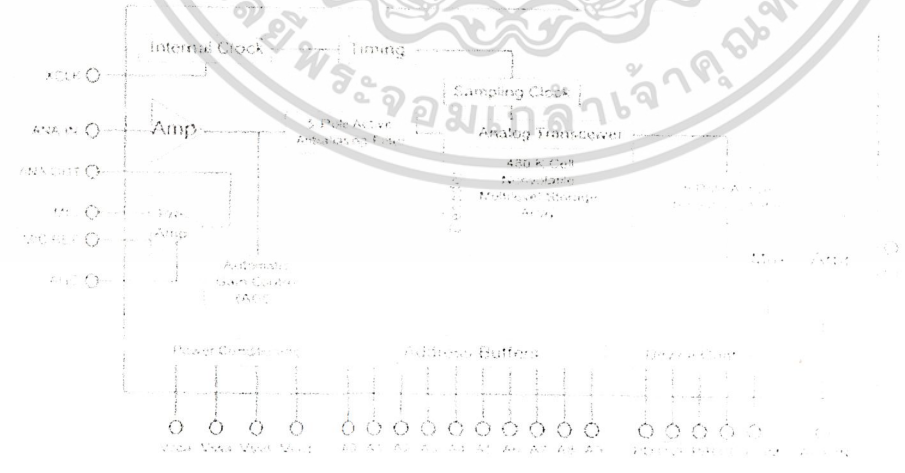
16) Playback / Record Input (P/R) ขา 27 เมื่อขาอินพุทควบคุมการเล่นกลับและบันทึกได้รับพัลส์ 1 จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าป็นพัลส์ 0 จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขาลงของขา CE จะเป็นการ Latch อินพุทที่ขา P/R

2.3.2 คุณสมบัติเด่นของ ISD-2590

- ใช้ไอซีเพียงตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับเสียงต่างๆ ได้
- ไม่ต้องมีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่นๆ ประกอบร่วมภายนอก
- ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้
- มีประสิทธิภาพในการบันทึกและเล่นกลับโดยมให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
- สามารถควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
- สามารถต่อคาสเคดกันเพื่อเพิ่มหน่วยความจำในการเก็บข้อมูลให้มากขึ้นได้
- หยุดการทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ
- สามารถเก็บความจำได้นาน 100 ปีโดยไต้องมีแบตเตอรีสำรอง
- สามารถบันทึกซ้ำได้ 100,000 ครั้ง
- สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียวเพื่อพัฒนารูปแบบการใช้งาน

2.3.3 โครงสร้างภายในของ ISD-2590

จากคุณสมบัติต่างๆ ที่รวมอยู่ภายในไอซีตัวเดียวจึงทำให้ง่ายต่อการใช้งานตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟนจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออกลำโพงก็ถูกรวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียว ในโหมดการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลแบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย (Non-volatile memory cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปแบบของสัญญาณอนาลอกจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บความจำโดยตรงโดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บความจำก็จะจัดเก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอนาลอกเช่นเดิม จึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้สัญญาณเสียงที่เหมือนกับต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแสดงโครงสร้างภายในได้ดังรูป



รูปที่ 2.10 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในของ ISD-2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49876

การบันทึกเสียงใน ISD-2590 จะเกิดขึ้นได้เมื่อสัญญาณที่เข้ามาจะต้องตรงตามเงื่อนไข ซึ่งการทำสัญญาณให้ตรงตามเงื่อนไขจะต้องผ่านหลายขั้นตอนด้วยกัน ขั้นแรกคือการขยายสัญญาณอินพุทให้มีขนาดมากพอสำหรับวงจรบันทึกข้อมูล ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกกระทำโดยส่วนปรีแอมป์และวงจรควบคุมอัตราการขยาย AGC

ปรีแอมป์เป็นส่วนที่ต่อกับไมโครโฟนโดยมีตัวเก็บประจุ (DC Blocking Capacitor) ทำหน้าที่ แยกองค์ประกอบทางดีซี (DC Component) ออกจากสัญญาณเอซี (AC Signal) ที่มีระดับต่ำมากๆ ประมาณ 2-20 mV

วงจรควบคุมอัตราการขยาย จะทำหน้าที่ควบคุมระดับของสัญญาณที่ออกมาจากปรีแอมป์และจะส่งค่าแรงดันที่ถูกควบคุมอัตราการขยายแล้วไปยังวงรปรีแอมป์ อัตราการขยายของปรีแอมป์จะถูกปรับอย่างอัตโนมัติเพื่อที่จะคงขนาดของสัญญาณให้เหมาะสมเพียงพอที่จะส่งไปในส่วนของวงจรกรองสัญญาณ

วงจรกรองความถี่ (5-Pole Active Antialiasing Filter) จะทำหน้าที่ปรับสัญญาณให้เหมาะสมและลดทดนส่วนที่ไม่สำคัญออกไปจึงได้เฉพาะเสียงที่มีคุณภาพดีในการบันทึกเป็นลำดับไป

สัญญาณที่ผ่านการปรับจนเหมาะสมแล้วจะถูกเขียนลงอย่างต่อเนื่องลงในหน่วยความจำอนาลอกในการรวมสัญญาณ

การเล่นกลับสัญญาณอนาลอก แรงดันที่ถูกบันทึกไว้จะถูกอ่านออกมาจากหน่วยความจำอย่างต่อเนื่องและจะมีส่วนที่ทำการแยกสัญญาณให้กลับมาอยู่ในสภาพเดิม โดยสัญญาณอนาลอกที่ได้จะถูกส่งผ่านลำโพงออกมาได้ ลำโพงความต้านทาน 16 โอห์มกำลังขับประมาณ 12.5 mV RMS (25 mW Peak) ก็เพียงพอแล้วที่จะได้ยินอย่างชัดเจนในห้องขนาดธรรมดา กรณีที่ใช้ ISD-2590 ต่อคาสเคดกันหลายๆ ตัวเราสามารถใช้ลำโพงตัวเดียวกันได้โดยผ่านขา AUX IN

ไอซีเบอร์ ISD-2590 เป็นไอซีบันทึกเสียงที่สามารถจะทำบันทึกเสียงได้เป็นเวลานาน 90 วินาทีให้เป็นข้อความเดียวหรือจะเป็นคำพูดที่เป็นคำๆ เก็บไว้ในตำแหน่งต่างๆ ภายในชิพ ซึ่งสามารถที่จะอัดเก็บได้ 600 ตำแหน่ง ขั้นตอนในการอัดนั้นจะเริ่มให้ขา P/R มีค่าเป็นลอจิก 0 PD มีค่าเป็นลอจิก 1 และ CE มีค่าเป็นลอจิก 0 ตลอดในช่วงเวลาการอัด จากนั้นขั้นตอนในการเล่นเสียงจะต้องเริ่มให้ขา P/R เป็นลอจิก 1 PD มีค่าเป็นลอจิก 1 และ CE มีค่าเป็นลอจิก 0 ในการนำชิพมาใช้งานในโครงงานนี้จะนำมาใช้ต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของชิพนี้ ที่ขา CE, PD และขาแอดเดรส (A0-A9) ให้มีการล่นเสียงที่เก็บไว้ออกมาตามแอดเดรสที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD-2590

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุทต่ำ 0	V_L	0.8	Volt
แรงดันอินพุทสูง 1	V_H	2	Volt
แรงดันเอาท์พุทด้านต่ำ 0	V_{OL}	0.4	Volt
แรงดันเอาท์พุทด้านสูง 1	V_{OH}	V_{CC}-0.4	Volt
แรงดันเอาท์พุทด้านสูงที่ขา OVF	V_{OH1}	2.4	Volt
แรงดันเอาท์พุทด้านสูงที่ขา EOM	V_{OH2}	V_{CC}-1.0	Volt
กระแสของแรงดันไฟเลี้ยงที่ V_{CC} = 5 V	I_{CC}	25	MA
กระแสขณะสแตนด์บายที่ V_{CC} = 5 V	I_{SB}	1 - 10	μA
กระอสรั่วไหลทางอิพุท	I_L	-1, +1	μA
อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาท์พุท	R_{EXT}	16	Ω
ความต้านทานอินพุทของปรีแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	kΩ
ความต้านทานอินพุทของขาอินพุทภายนอก	R_{AUX}	10	kΩ
ความต้านทานอินพุทของขาอินพุทอนาลอก	$R_{ANA\ IN}$	3	kΩ
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 1	A_{PRE1}	24	dB
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 2	A_{PRE2}	5	dB
อัตราการขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)	A_{AUX}	1	-
อัตราการขยายของภาคขยายเอาท์พุทลำโพง	A_{ARP}	22	DB
ความต้านทานเอาท์พุทของขา AGC	R_{AGC}	5	kΩ
แรงดันไฟเลี้ยงตัวไอซีทั้งหมด	V_{CC}	5-7	Volt
อุณหภูมิขณะทำงาน	T_S	-65 – 150	C°

2.4 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

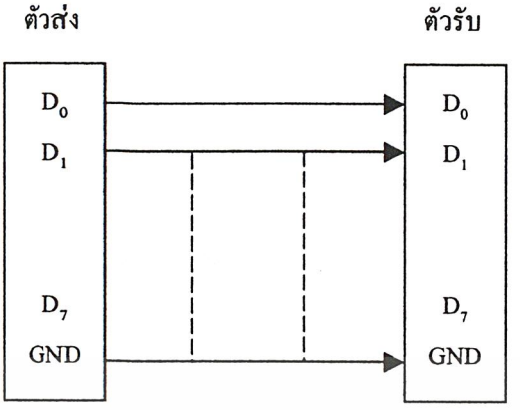
2.4.1 พื้นฐานการรับส่งข้อมูล

การรับส่งข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปจะหมายถึง การรับส่งข้อมูลเป็นจำนวนไบต์ๆให้กับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจแบ่งประเภทของการรับส่งข้อมูลได้ 2 แบบคือ

1) การรับส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel)
2) การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial)

การรับส่งข้อมูลแบบขนานจะเป็นการรับส่งข้อมูลจำนวน 1 ไบต์ออกไปทางพอร์ตในเวลาเดียวกัน ในระบบคอมพิวเตอร์ 1 ไบต์จะมีจำนวน 8 บิตคือ D_0-D_7 ถ้ามีการส่งข้อมูลแบบขนานจะใช้วายสัญญาณอย่างน้อย 9 เส้นคือสายคา ต้า 8 เส้นและสายกราวด์ 1 เส้นดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

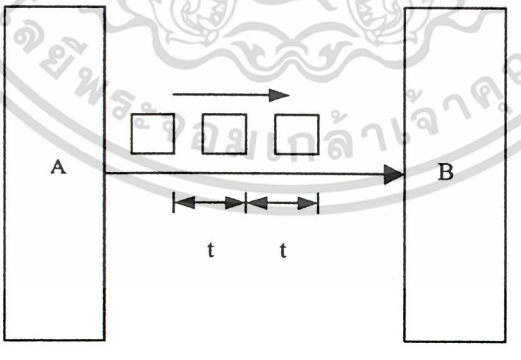


รูปที่ 2.11 การรับส่งข้อมูลแบบขนาน

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม คือ การรับส่งข้อมูลทีละบิตจนครบ 1 ไบต์ ถ้าต้องการส่งข้อมูล 1 ไบต์คือ D_0-D_7 อาจจะส่งบิต D_0 ออกไปก่อนแล้วตามด้วย D_1 ไปเรื่อยๆจนถึง D_7 การส่งข้อมูลทั้งสองแบบมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันคือ การรับส่งข้อมูลแบบขนานสามารถส่งข้อมูลได้เร็วคือส่งทีเดียวจะได้ข้อมูลครบ 1 ไบต์ แต่ถ้าต้องส่งเป็นระยะไกลๆ จะสิ้นเปลืองสายสัญญาณมาก ถ้าเป็นการส่งแบบอนุกรมเมื่อต้องการส่งข้อมูลเป็นระยะไกลๆ จะช่วยประหยัดสายสัญญาณเนื่องจากจะใช้สายอย่างน้อยเพียง 2 เส้น คือสายสัญญาณกับสายกราวนด์ แต่การรับส่งข้อมูลจะใช้เวลานานเนื่องจากเป็นการส่งทีละบิต

2.4.1.1 การรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous Input / Output)

การรับส่งข้อมูลแบบนี้ไม่ว่าจะเป็นการส่งแบบอนุกรมหรือขนาน ข้อมูลแต่ละไบต์ที่ถูกส่งออกไปจะมีช่วงเวลาห่างกันแน่นอน เช่น การส่งข้อมูลจาก A ไป B ดังรูปที่ 2.12 Data 1 จะห่างจาก Data 2 เป็นเวลา t และ Data 3 จะห่างจาก Data 2 เป็นเวลา t เช่นกัน ระบบนี้เหมาะกับงานที่ไม่มีความยุ่งยากมาก



รูปที่ 2.12 การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

2.4.1.2 การรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Input / Output)

การรับส่งข้อมูลแบบนี้ ข้อมูลที่ส่งออกไปจะไม่มีเวลาที่แน่นอน ซึ่งขึ้นอยู่กับความพร้อมของผู้ส่งและผู้รับ โดยจะมีสายสัญญาณตรวจสอบความพร้อมของระบบทั้งสองว่าพร้อมที่จะติดต่อกันหรือไม่ โดยสัญญาณที่เพิ่มขึ้นมาจากระบบแบบซิงโครนัส เรียกว่า สายสเตตัส (Status Line)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 รูปแบบการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ต้องการจะส่งข้อมูลแบบอนุกรม ตัวไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลออกไปทางพอร์ตซึ่งเป็นพอร์ตแบบขนานก่อน จากนั้นจะมีอุปกรณ์มาต่อที่พอร์ตเพื่อแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรมอีกทีหนึ่ง (Parallel – to – serial conversion) ตัวแปลงข้อมูลนี้อาจพิจารณาง่ายๆ ว่าเป็น Shift Register เมื่อข้อมูลที่จะส่งอยู่ใน Shift Register แล้วสัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวกระตุ้นให้ส่งข้อมูลบิตต่ำออกไปในเวลาแรก จากนั้นจะส่งบิตต่อไปตามออกมา

สำหรับตัวรับข้อมูลแบบอนุกรม เมื่อตัวรับรับข้อมูลจะเป็นการรับเข้ามาใน Shift Register แล้วส่งข้อมูลให้ไมโครคอมพิวเตอร์แบบขนานอีกทีหนึ่ง (Serial – to - parallel) ระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจะมีตัวแปลง Parallel – to – serial และ Serial – to – parallel อยู่ในชิพไอซี เรียกว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นจะต้องมีการเพิ่มเติมข้อมูลบางอย่างเข้าไปเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำงานได้ถูกต้องมากขึ้น โดยมีการเติมค่าบิตต่างๆ ลงไปตามรูปที่ 2.13

Stop	P	D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0	Start

รูปที่ 2.13 บิตต่างๆ ของข้อมูลที่ส่งแบบอนุกรม

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอนุกรมด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. บิตเริ่มต้น (start bit) มีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
4. บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (stop bit) มีขนาด 1 บิต

เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขา Data จะมีสถานะลอจิก “1” เรียกสถานะนี้ว่า สถานะหยุดรอ (waiting stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา Data มีลอจิก “0” ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่า บิตเริ่มต้น (start bit) จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไปโดยเริ่มจาอบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดหรือบิต LSB ก่อนซึ่งข้อมูลที่ต้องการส่งมีจำนวน 8 บิต จากนั้นตามด้วยบิตพาริตี้ (parity bit) ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือบิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (stop bit) โดยจะเป็นการทำให้ขา Data มีสถานะลอจิก “1” อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต, 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือการรับและส่งข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย แต่จะใช้การกำหนดค่าอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราเร็วนี้ว่า อัตราบอดหรือบอดเรต (baud rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second : bps)

อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสหรืออัตราบอดหรือบอดเรตที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 มีด้วยกันหลายค่าตั้งแต่ 110 ถึง 19,200 บิตต่อวินาที โดยมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ เนื่องจากอัตราบอดคือค่าของจำนวนบิตที่สามารถส่งได้ใน 1 วินาที สมมติว่าข้อมูลอนุกรมมีขนาด 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบบิตพาริตี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิตและบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูล 1 ไบต์จะมีความยาวเท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9,600 บิตต่อวินาทีฎจะสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (odd) ,แบบคู่ (even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ก็ได้ พาริตี้หรือพาริตี้คู่แสดงถึงจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์รวมบิตพาริตี้ว่ามีจำนวนเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ ยกตัวอย่าง ข้อมูลที่จะทำการส่งมีขนาด 8 บิตมีค่าเท่ากับ 99H หรือ 10011001B จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์นี้มีจำนวนลอจิก "1" จำนวน 4 ตัวซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตี้เป็นคู่ ค่าของบิตพาริตี้จะต้องมีลอจิกเป็น "0" แต่ถ้ากำหนดค่าพาริตี้เป็นคี่ ค่าของบิตพาริตี้จะต้องมีลอจิกเป็น "1" เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์รวมทั้งบิตพาริตี้เป็นคี่

บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter : เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลอนุกรม) ซึ่งทางภาครับต้องกำหนดการตรวจสอบพาริตี้ที่ตรงกันเอาไว้ว่าจะตรวจสอบพาริตี้คี่หรือคู่ จากนั้นภาครับของ UART จะทำการตรวจสอบพาริตี้ที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือเป็นคี่โดยการนับจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ด้วย ถ้ากำหนดพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้ทราบ กระบวนการดังกล่าวเป็นวิธีการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่มันสามารถตรวจสอบได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการรับส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตี้เป็น None นั้นทั้งภาครับและส่งจะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้

2.4.3 MCS-51 กับการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

2.4.3.1 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ 1 ชุด (วงจรสื่อสารแบบฟูลดูเพล็กซ์ หมายถึง วงจรสื่อสารที่สามารถทำการรับและส่งข้อมูลในลักษณะ 2 ทิศทางได้ในเวลาเดียวกัน) โดยใช้ขาสัญญาณของพอร์ต 3 คือ ขา P3.0 เป็นขารับข้อมูลเข้าหรือ RXD และขา P3.1 เป็นขาส่งข้อมูลขาออกหรือ TXD โดยวงจรสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แบบแฟลชเป็นแบบอะซิงโครนัส ปกติแล้วพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะใช้ในการติดต่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ โดยใช้มาตรฐาน RS-232 แต่ในปัจจุบันสามารถติดต่อกันในมาตรฐาน RS-422 หรือ RS-485 ได้แล้วโดยใช้ไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณการสื่อสารดังกล่าว

2.4.3.2 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51

ในการทำงานของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 ตัวดังนี้

1. รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรมหรือ SBUF (Serial data buffer register)

มีแอดเดรสอยู่ที่ 99H ในพื้นที่รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษหรือ SFR มีขนาด 8 บิตแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล (transmitter buffer register) และรับข้อมูล (receiver buffer register) เมื่อมีการเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นจะถูกส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลเพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา TXD หรือขา P3.1 ในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเพื่อส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป สำหรับการรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกนั้นจะผ่านมาทางขา RXD หรือ P3.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

2. รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมหรือ SCON (Serial port Control Register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตมีแอดเดรสอยู่ที่ 98H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

SM0-SM1 (Serial port Mode bit 0-1) : ใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ดังมีรายละเอียดดังนี้

SM2 : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการสื่อสารในแบบมัลติโปรเซสเซอร์ (multiprocessor) ในการทำงานของโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ถ้าบิตนี้เป็น "1" บิต RI จะไม่แอกทีฟ ถ้าบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาเป็น "0" (ข้อมูลบิตที่ 9 เก็บไว้ที่บิต RB8) ในการทำงานโหมด 1 ถ้าบิตนี้เซต บิต RI จะไม่แอกทีฟถ้ายังไม่ได้รับบิตหยุด ส่วนในโหมด 0 บิตนี้ไม่มีการใช้งาน

REN (Enable serial reception) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม ทำการเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟท์แวร์ ถ้าต้องการให้มีการรับข้อมูลต้องเซตบิตนี้ให้เป็น "1"

TB8 : ใช้ในการเก็บข้อมูลบิตที่ 9 ที่ต้องการส่งออกไปในการทำงานโหมด 2 และ 3 พอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51เซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟท์แวร์

RB8 : ใช้ในการเก็บข้อมูลบิตที่ 9 ที่เข้ามาในการทำงานโหมด 2 และ 3 พอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แต่ถ้าหากพอร์ตอนุกรมทำงานอยู่ในโหมด 1 และบิต SM2 เป็น "0" ข้อมูลที่บิต RB8 คือข้อมูลของบิตหยุด (stop bit) สำหรับในการทำงานโหมด 0 บิตนี้จะไม่ใช้งาน บิต RB8 นี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟท์แวร์

TI (Transmitter Interrupt flag) : ใช้ในการแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการส่งข้อมูลออกจากพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเซตด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อทำการส่งข้อมูลบิตที่ 8 ไปเรียบร้อยแล้วในการทำงานโหมด 0 ส่วนในการทำงานโหมดอื่นบิตนี้จะเซตเมื่อมีการเริ่มต้นส่งบิตหยุดออกไป การเคลียร์บิตนี้ต้องใช้กระบวนการทางซอฟท์แวร์เท่านั้น

RI (Receive Interrupt flag) : ใช้ในการแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อรับมูลเข้าสู่พอร์ตอนุกรม สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อทำการรับข้อมูลบิตที่ 8 เรียบร้อยแล้วในการทำงานโหมด 0 ส่วนในการทำงาโหมดอื่น บิตนี้จะเซตได้ก็ต่อเมื่อการรับบิตหยุดหรือบิตที่ 9 เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้ว การเคลียร์บิตนี้ต้องใช้กระบวนการทางซอฟท์แวร์เท่านั้น

2.4.3.3 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51

พอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเลือกการทำงานได้ถึง 4 โหมดคือ

1. โหมด 0 เป็นการกำหนดให้พอร์ตอนุกรมทำงานในลักษณะชิฟต์รีจิสเตอร์
2. โหมด 1 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 8 บิตสามารถเลือกอัตราบอดได้
3. โหมด 2 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 9 บิตโดยมีอัตราบอดคงที่
4. โหมด 3 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 9 บิตสามารถเลือกอัตราบอดได้

การเลือกโหมดทำได้ด้วยการกำหนดข้อมูลให้แก่บิต SM0 และ SM1 ในรีจิสเตอร์ SCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในโหมด 0 ของวงจรพอร์ตอนุกรม

ข้อมูลอนุกรมจะผ่านเข้าและออกทางขา RXD ส่วนขา TXD ทำหน้าที่เป็นสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูล ในโหมดนี้มีจำนวนข้อมูล 8 บิตโดยทำการรับและส่งข้อมูลในบิต LSB ก่อน อัตราในการรับส่งข้อมูลหรืออัตราบอดถูกกำหนดไว้คงที่ที่ 1/12ของความถี่สัญญาณนาฬิกา

เริ่มต้นการส่งข้อมูลด้วยการเขียนข้อมูลที่ต้องการส่งมายังรีจิสเตอร์ SBUF สัญญาณเขียนข้อมูล SBUF แอกทีฟเป็น "1" ที่สถานะ 6 เฟส (S6P2) ของแมชชีนไซเคิลส่งมายังวงจรควบคุมการส่ง (TX Control) ทำให้วงจรควบคุมเริ่มต้นส่งข้อมูล สัญญาณ Send จะแอกทีฟเป็น "1" ตลอดการส่งข้อมูล

ข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF จะถูกเลื่อนออกที่ขา P3.0 หรือขา RXD ครั้งละบิตตามจังหวะสัญญาณนาฬิกาที่ส่งออกมาทางขา P3.1 หรือ TXD โดยสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูลจะมีขอบขาลงของสัญญาณที่สถานะ 3 เฟสและมีขอบขาขึ้นของสัญญาณที่สถานะ 6 เฟส 1 ของแต่ละแมชชีนไซเคิลในกระบวนการส่งข้อมูลจนกระทั่งเมื่อส่งข้อมูลครบ 8 บิตแล้ว บิต TI ในรีจิสเตอร์ SCON จะเกิดการเซตเป็นการแจ้งให้ทราบว่าส่งข้อมูลครบแล้วหากเกิดการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการรับข้อมูล สัญญาณ Send จะกลายเป็น "0" จนกว่าจะเริ่มต้นกระบวนการรับข้อมูลใหม่

ในกระบวนการรับข้อมูลเริ่มต้นด้วยการเซต REN ให้เป็น "1" และเคลียร์บิต R1 ในรีจิสเตอร์ SCON ก่อนที่สถานะ 6 เฟส 2 ของแมชชีนไซเคิลถัดไป วงจรควบคุมการรับ (RX Control) จะทำการเขียนข้อมูล 11111110 ไปยังชิฟท์รีจิสเตอร์สำหรับรับข้อมูลและทำการแอกทีฟสัญญาณ Receive ให้เป็น "1" ในสัญญาณนาฬิกาลูกถัดไป

เมื่อสัญญาณ Receive แอกทีฟก็จะเกิดการส่งสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูลขึ้นผ่านทางขา P3.1 หรือ TXD เพื่อทำการกำหนดจังหวะการรับข้อมูลครั้งละบิต โดยสัญญาณนาฬิกานี้จะเกิดในช่วงสถานะ 3 เฟส 1 ถึงสถานะ 6 เฟส 1 ของแต่ละแมชชีนไซเคิล การรับข้อมูลเข้ามาทางขา P3.0 หรือ RXD จะเกิดขึ้นที่สถานะ 5 เฟส 2 ในแมชชีนไซเคิลเดียวกับสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูลจนกระทั่งรับข้อมูลครบทั้ง 8 บิต บิต RI จะได้รับการเซตเพื่อแจ้งการเสร็จสิ้นกระบวนการรับข้อมูล หากเกิดการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการรับข้อมูลสัญญาณ Receive จะกลายเป็น "0" จนกว่าจะเริ่มต้นกระบวนการรับข้อมูลใหม่

การทำงานในโหมดนี้ของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51จะใช้ในการเชื่อมต่อกับไอซีรีจิสเตอร์ภายนอกเพื่อทำการขยายจำนวนพอร์ตอินพุตหรือเอาท์พุต แต่ไม่เป็นที่นิยมใช้งานมากนัก เนื่องจากในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เองมีพอร์ตอยู่ค่อนข้างมากและติดต่อกับพอร์ตเหล่านั้นได้ง่ายและเร็วกว่ามาก

การทำงานในโหมด 1 ของวงจรพอร์ตอนุกรม

ในโหมดนี้ใช้ในการส่งข้อมูลรวม 10 บิตโดยส่งข้อมูลออกทางขา P3.1 หรือ TXD และรับข้อมูลเข้าทางขา P3.0 หรือ RXD ข้อมูลทั้ง 10 บิตประกอบด้วยบิตเริ่มต้น (มีค่าเป็น "0") 1 บิต บิตข้อมูล 8 บิตโดยการรับหรือส่งข้อมูลในบิต LSB ก่อนและบิตหยุดหรือบิตปิดท้าย (มีค่าเป็น "1") ในการรับข้อมูลบิตหยุดจะถูกเก็บไว้ในบิต RB8 ในรีจิสเตอร์ SCON อัตราบอดในโหมดนี้ได้รับการกำหนดโดยอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทม์เมอร์ 1 ใน AT89C51 ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx สามารถเลือกใช้อัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของไทม์เมอร์ 1 หรือไทม์เมอร์ 2 ในการกำหนดอัตราบอดได้

กระบวนการส่งข้อมูลเริ่มต้นด้วยการแอกทีฟสัญญาณเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ส่งมายังวงจรควบคุมการส่ง (TX Control) จากนั้นวงจรควบคุมจะทำการแอกทีฟสัญญาณ Send ที่สถานะ 1 เฟส 1 ของแมชชีนไซเคิลต่อมา โดยสัญญาณ Send จะเป็น "0" ตลอดการส่งข้อมูล เมื่อสัญญาณ Send แอกทีฟจะทำการส่งบิตเริ่มต้นก่อนเป็นบิตแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีคาบเวลาของบิตเริ่มต้นเท่ากับ 1 แมชชีนไซเคิล จากนั้นตามมาด้วยการส่งบิตข้อมูล 8 บิตเรียงลำดับจากบิต LSB โดยข้อมูลที่ทำการส่งถูกเรียกออกมาจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับการส่งข้อมูล ในทุกๆบิตข้อมูลที่ทำการส่งออกไปจะเกิดสัญญาณพัลส์ Shift ขึ้นเพื่อให้เรียกข้อมูลในแต่ละบิตจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ การกำหนดจังหวะการส่งข้อมูลใช้สัญญาณนาฬิกาการส่ง (TX clock) เป็นตัวกำหนด โดยสัญญาณนาฬิกานี้ได้มาจากการหารสัญญาณ TCLK จากไทม์เมอร์ 1 ด้วย 16 หลังจากการส่งบิตข้อมูลก็จะทำการส่งบิตหยุดหรือบิตปิดท้าย 1 บิต ดังนั้นการส่งข้อมูลจะใช้สัญญาณนาฬิกาทั้งหมด 10 ลูก เมื่อทำการส่งข้อมูลครบเรียบร้อยแล้วต้องทำการเคลียร์บิต TI ก่อนเป็นอันดับแรกเพื่อให้การรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมดำเนินต่อไปได้

ด้านการรับข้อมูล จะทำการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจาก “1” เป็น “0” ที่ขา RXD โดยใช้อัตราการสุ่มเท่ากับ 1/16 เท่าของอัตราบอด เมื่อตรวจจับพบไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์ที่ใช้ในการกำหนดอัตราบอดจะรีเซตและทำการเขียนข้อมูล 1FFH ไปยังชิฟท์รีจิสเตอร์ ข้อมูลจะเริ่มเดินทางเข้าสู่พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา RXD ในการตีความว่าบิตที่เข้ามาเป็น “0” หรือ “1” จะต้องใช้ผลการสุ่มค่อนข้างมาก โดยบิตของข้อมูลที่เข้ามาได้รับการแบ่งออกเป็น 16 สถานะ การสุ่มข้อมูลจะทำการสุ่มสถานะที่ 7 , 8 และ 9 หาก 2 ใน 3 ของการสุ่มพบว่าข้อมูลเป็นลอจิกใดจะตีความข้อมูลในบิตนั้นเป็นตามเสียงข้างมาก ยกตัวอย่าง สุ่มพบลอจิก “1” 2 ใน 3 ครั้งจะตีความว่าบิตของข้อมูลที่ได้รับนั้นเป็น “1”

ลำดับของการรับข้อมูลมีลักษณะเดียวกับการส่งข้อมูลคือ เริ่มด้วยบิตเริ่มต้นก่อน ตามด้วยบิตข้อมูลและบิตปิดท้าย ในทุกๆ การรับข้อมูลได้ 1 บิตจะมีพัลส์ Shift เกิดขึ้นเพื่อทำการเลื่อนข้อมูลเข้าสู่รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์การรับข้อมูล การกำหนดจังหวะการรับข้อมูลใช้สัญญาณนาฬิกาการรับข้อมูล (RX clock) หลังจากสัญญาณนาฬิกาลูกสุดท้ายอันหมายถึงสามารถรับข้อมูลได้ครบแล้ว วงจรควบคุมการรับข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ไปยังรีจิสเตอร์ SBUF และบิต RB8 ในรีจิสเตอร์ SCON ด้วย หากการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ หลังจากบริการอินเตอร์รัปต์หรือรับข้อมูลเรียบร้อยแล้วต้องทำการเคลียร์บิต RI ก่อน เพื่อให้การรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมดำเนินต่อไปได้

การทำงานในโหมดนี้ได้รับความนิยมสูงสุด เนื่องจากมีกระบวนการที่ไม่ซับซ้อนและสามารถทำการรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทำงานในโหมด 2 และ 3 ของวงจรพอร์ตอนุกรม

ในทั้งสองโหมดนี้จะใช้รูปแบบข้อมูลรวม 11 บิตประกอบด้วยบิตเริ่มต้นมีค่าเป็น “0” จำนวน 1 บิต, บิตข้อมูล 8 บิต โดยทำการรับและส่งบิต LSB ก่อน, บิตข้อมูลบิตที่ 9 และบิตปิดท้ายมีค่าเป็น “1” จำนวน 1 บิต ในการส่งข้อมูลข้อมูลบิตที่ 9 จะได้รับการเก็บไว้ในบิต TB8 ในรีจิสเตอร์ SCON และในการรับข้อมูล ข้อมูลบิตที่ 9 จะนำไปเก็บไว้ในบิต RB8 ในรีจิสเตอร์ SCON สำหรับอัตราบอดในโหมด 2 จะคงที่โดยเลือกได้ 2 ค่าคือ 1/32 หรือ 1/64 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา สำหรับในโหมด 3 อัตราบอดสามารถปรับได้เหมือนกับโหมด 1

การทำงานโดยรวมจะคล้ายกับการทำงานในโหมด 1 ส่วนที่แตกต่างกันคือจำนวนบิตของข้อมูลที่ในโหมด 2 และ 3 จะมีเพิ่มขึ้นมาอีก 1 บิต โดยส่วนใหญ่จะใช้เป็นบิตตรวจสอบพาริตี้

2.4.3.4 อัตราบอดของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โหมด 0

อัตราบอดของโหมดนี้มีค่าคงที่ โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร

อัตราบอดในโหมด 0 = ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา/12 หน่วยเป็นบิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมด 1 และ 3

เนื่องจากทั้งสองโหมดนี้สามารถเลือกแหล่งกำเนิดอัตราบอดได้ 2 แหล่งคือ จากอัตราโอเวอร์โฟลวของไทม์เมอร์ 1 และ 2 สำหรับอัตราบอดเมื่อใช้การโอเวอร์โฟลวของไทม์เมอร์ 1 จะต้องใช้ค่าของบิต SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON มาพิจารณาประกอบด้วย สามารถคำนวณค่าอัตราบอดได้จาก

อัตราบอด = $(2^{\text{ค่าของบิต SMOD}}/32)$ x อัตราโอเวอร์โฟลวของไทม์เมอร์ 1

ถ้าหากในไทม์เมอร์ 1 ไม่ได้เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ไว้ สามารถคำนวณค่าอัตราบอดได้จาก

อัตราบอด = $(2^{\text{ค่าในรีจิสเตอร์ SMOD}}/32)$ x (ความถี่สัญญาณนาฬิกา/ {12 x [256-(TH1)]})

ในตารางที่ 2.5 แสดงการกำหนดอัตราบอดโดยใช้ไทม์เมอร์ 1

ตารางที่ 2.5 การเลือกอัตราบอดของวงจรพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

อัตราบอด (บิตต่อวินาที : bps)	ความถี่สัญญาณนาฬิกา	SMOD	ไทม์เมอร์ 1		
			C/T	โหมด	ค่ารีโหลด
โหมด 0 : สูงสุด 1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
โหมด 2 : สูงสุด 375K	12 MHz	1	X	X	X
โหมด 1,3 : 62.5K	12 MHz	1	0	2	FFH
19.2K (19,200)	11.0592 MHz	1	0	2	FDH
9.6K (9,600)	11.0592 MHz	0	0	2	FDH
4.8K (4,800)	11.0592 MHz	0	0	2	FAH
2.4K (2,400)	11.0592 MHz	0	0	2	F4H
1.2K (1,200)	11.0592 MHz	0	0	2	E8H
137.5	11.0592 MHz	0	0	2	1DH
110	6 MHz	0	0	2	72H
110	12 MHz	0	0	1	FEEBH

ในกรณีที่ใช้ไทม์เมอร์ 2 ในการกำหนดอัตราบอดโดยกำหนดให้ไทม์เมอร์ 2 ทำงานในโหมดกำหนดอัตราบอด (baud rate generator) สามารถคำนวณค่าอัตราบอดได้จาก

อัตราบอด = อัตราโอเวอร์โฟลวของไทม์เมอร์ 2 /16 หน่วยเป็นบิตต่อวินาที

ถ้าหากกำหนดให้ไทม์เมอร์ 2 ทำงานในโหมดปกติ สามารถคำนวณค่าอัตราบอดได้จาก

อัตราบอด = ความถี่สัญญาณนาฬิกา/ (32 x (65536-(RCAP2H,RCAP2L)))

โดยที่ (RCAP2H,RCAP2L) เป็นค่าของรีจิสเตอร์ RCAP2H และ RCAP2L มีขนาด 16 บิตไม่คิดเครื่องหมาย

โหมด 2

ในโหมดนี้อัตราบอดจะขึ้นอยู่กับค่าของบิต SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON ถ้า SMOD เป็น "0" อัตราบอดจะเท่ากับ 1/64 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา ในกรณีที่ SMOD เป็น "1" อัตราบอดจะเท่ากับ 1/32 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา สามารถแสดงเป็นสูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราบอด = $(2^{\text{ค่าของบิต SMOD}}/64)$ x ความถี่สัญญาณนาฬิกา

2.4.3.5 การกำหนดค่าของไทม์เมอร์เพื่อเลือกอัตราบอด

ในการใช้งานพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สิ่งที่ต้องให้ความสนใจมากที่สุดประการหนึ่ง คือ อัตราการถ่ายทอดข้อมูลหรืออัตราบอด ซึ่งการกำหนดอัตราบอดนั้นจะขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเป็นหลัก สำหรับโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมที่สามารถเลือกอัตราบอดได้อย่างอิสระคือโหมด 1 และ 3 โดยกำหนดได้จากอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลวของไทม์เมอร์ 1 ถ้าหากไทม์เมอร์ 1 มีการเกิดโอเวอร์โฟลวในอัตราที่สูงมากเท่าใด อัตราบอดก็จะมีค่าสูงมากขึ้นตาม นั่นหมายความว่า อัตราในการถ่ายทอดข้อมูลจะสูงมากสามารถถ่ายทอดข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

ในการใช้ไทม์เมอร์ 1 เพื่อกำหนดอัตราบอดในโหมด 1 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมจะต้องกำหนดให้ไทม์เมอร์ 1 ทำงานในโหมด 2 หรือ โหมด 8 บิตแบบตั้งค่าการนับอัตโนมัติและกำหนดค่ารีโหลดให้แก่รีจิสเตอร์ TH1 จึงเป็นตัวแปรหลักที่ใช้ในการกำหนดอัตราบอดให้แก่พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เริ่มต้นด้วยการเคลียร์บิต SMOD ซึ่งเป็นบิต 7 ของรีจิสเตอร์ PCON ให้เป็น “0” ค่าของการรีโหลดให้แก่ TH1 สามารถคำนวณได้จาก

TH1 = 256 – ((ค่าความถี่ของคริสตอล/384)/อัตราบอด)

แต่ถ้าบิต SMOD เกิดการเซตจะเกิดการเอ็นเอเบิลการทวีคูณของอัตราบอด ดังนั้นการกำหนดค่าให้แก่ TH1 จึงต้องคำนวณจาก

TH1 = 256 – ((ค่าความถี่ของคริสตอล/192)/อัตราบอด)

ยกตัวอย่าง ถ้าหากในไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 ใช้คริสตอล 11.0592 MHz ต้องการกำหนดอัตราบอดของพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ไว้ที่ 19,200 บิตต่อวินาที ในกรณีที่ไม่เอ็นเอเบิลการทวีคูณของอัตราบอด ค่ารีโหลดของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเท่ากับ

TH1 = 256 – ((ค่าความถี่ของคริสตอล/384)/อัตราบอด)

= 256 - ((11059200/384)/19200)

= 256 – (28800/19200)

= 256 – 1.5 = 254.5

เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าที่ไม่ใช่จำนวนเต็ม ถ้าหากกำหนดค่าของ TH1 เป็น 254 เมื่อทำการแทนค่าเพื่อคำนวณหาค่าอัตราบอด จะได้อัตราบอดเท่ากับ 14,400 บิตต่อวินาที และถ้าหากกำหนดค่าของ TH1 เป็น 255 อัตราบอดจะมีค่าเป็น 28,800 บิตต่อวินาที ดังนั้นจะเห็นว่าค่าของ TH1 ที่ไม่เป็นจำนวนเต็มจะไม่สามารถทำให้เกิดอัตราบอดตามที่ต้องการได้

ทางแก้ไข คือ ให้ทำการเอ็นเอเบิลลการทวีคูณของอัตราบอด โดยการเซตบิต SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON ให้เป็น “1” จากนั้นแทนค่าลงในสมการหาค่า TH1 เมื่อมีการเซตบิต SMOD ได้ผลดังนี้

TH1 = 256 – ((ค่าความถี่ของคริสตอล/192/อัตราบอด)

= 256 - ((11059200/192)/19200)

= 256 – (57600/19200)

= 256 – 3 = 253

นำค่า TH1 ที่ได้จากการแทนค่าคำนวณหาค่าอัตราบอดจะได้เท่ากับ 19,200 บิตต่อวินาที

สามารถสรุปขั้นตอนในการเลือกอัตราบอดโดยการกำหนดค่าของไทม์เมอร์ 1 ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กำหนดให้พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำงานในโหมด 1 หรือ 3
2. กำหนดให้ไทม์เมอร์ 1 ทำงานในโหมด 2 หรือโหมด 8 บิตตั้งค่าอัตโนมัติ
3. กำหนดข้อมูลให้แก่ TH1 เท่ากับ 253 เพื่อให้สามารถกำหนดอัตราบอดได้ 19,200 บิตต่อวินาทีตามที่ต้องการ
4. ทำการเซตบิต SMOD ซึ่งเป็นบิต 7 ของรีจิสเตอร์ PCON เพื่อเอ็นเอเบิลลการทวีคูณของอัตราบอด

2.4.3.6 การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

การใช้งานวงจรพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มักนิยมใช้ในการติดต่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 เป็นส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีระดับตั้งแต่ ± 3 ถึง ± 12V ในขณะที่ระดับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อยู่ในระดับ TTL ดังนั้นจึงไม่สามารถเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณ

ไอซีที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณนี้ต้องทำการแปลงข้อมูลส่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จากระดับ TTL ไปเป็นระดับของ RS-232 และทำการแปลงข้อมูลรับจากคอมพิวเตอร์จากระดับของ RS-232 เป็นระดับ TTL เพื่อให้สามารถถ่ายทอดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้อย่างสมบูรณ์

2.5 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

2.5.1 ความหมายและความสำคัญ

ฐานข้อมูล (Database) คือ โครงสร้างสารสนเทศซึ่งเป็นแหล่งเก็บข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างฐานข้อมูลเหล่านั้น ในอดีตนั้นการจัดเก็บและค้นหาข้อมูลยังเก็บอยู่ในรูปแบบของไฟล์ (file) ซึ่งก็ใช้งานได้ในระบบขนาดเล็ก มีผู้ใช้งานอยู่เพียงไม่อีกคน แต่ในระบบที่มีขนาดใหญ่ขึ้น มีผู้ใช้มากขึ้นการค้นหาและจัดเก็บข้อมูลจึงต้องการประสิทธิภาพที่สูงขึ้น สาเหตุที่ทำให้มีการนำระบบฐานข้อมูลมาใช้แทนระบบไฟล์แบบเก่า มีดังนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Minimum Redundancy)
   การที่แผนกต่างๆ ต้องการข้อมูลชนิดเดียวกัน แต่ต่างแยกกันเก็บ ทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูล
2. หลีกเลี่ยงการขัดแย้งกันเองของข้อมูล (Data Inconsistency)
   เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่จัดเก็บในหลายๆ ที่ หลายๆไฟล์ (file) จะต้องตามทำการเปลี่ยนแปลงทุกๆ ไฟล์ (file) ที่จัดเก็บ ถ้าทำไม่ครบทุกไฟล์ (file) ก็จะทำให้ข้อมูลมีความผิดพลาดไปจากความจริง และขัดแย้งกัน
3. แก้ปัญหาการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Data Security Problem)
   เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลกระจัดกระจาย ทำให้ยากต่อการรักษาความปลอดภัย เสี่ยงต่อการรั่วไหลและดัดแปลงข้อมูล ผู้ควบคุมดูแลการใช้ฐานข้อมูลสามารถกำหนดสิทธิการใช้ให้แก่ผู้ใช้คนใดๆ ก็ได้ตามความเหมาะสม โดยการกำหนดรหัสลับในการเรียกใช้ข้อมูลในส่วนต่างๆ
4. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ (Data Share)
   การใช้ข้อมูลร่วมกันได้นี้ ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะโปรแกรมที่ใช้ข้อมูลอยู่ในปัจจุบันเท่านั้น แต่รวมไปถึงโปรแกรมประยุกต์ที่จะพัฒนาขึ้นมาใหม่ด้วย ที่สามารถจะใช้ข้อมูลที่มีอยู่ได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มเติมข้อมูลเข้าไปในระบบอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

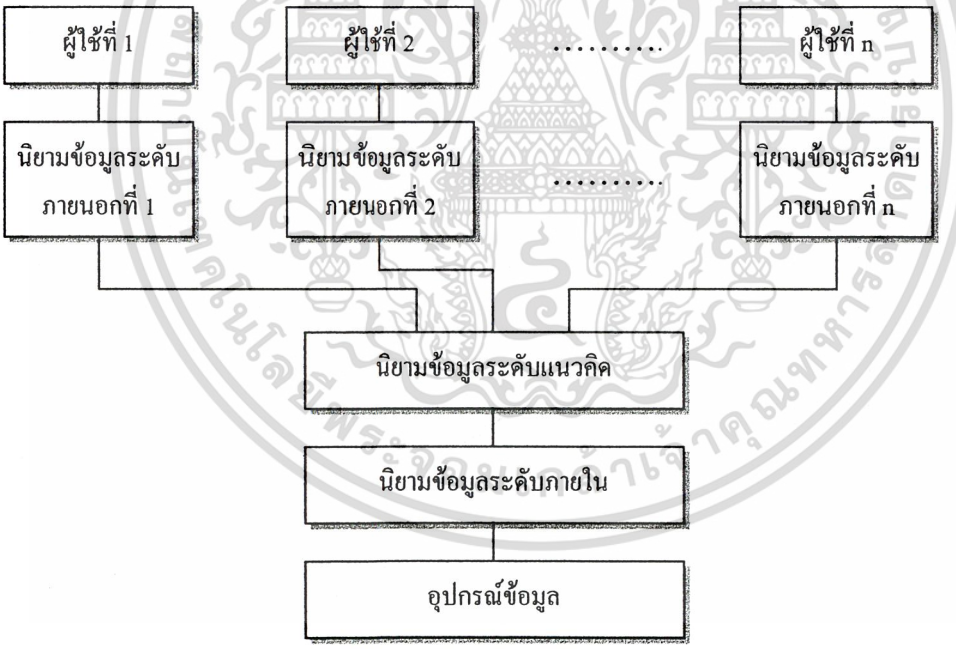
5. มีการควบคุมมาตรฐานร่วมกัน (Standards Control)
   จากการที่นำข้อมูลเก็บรวมกันไว้ในฐานข้อมูล ทำให้ผู้ที่มีหน้าที่ควบคุมดูแลการใช้การฐานข้อมูลสามารถกำหนดมาตรฐานของข้อมูลขึ้นมาได้ และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง
6. ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องของข้อมูลมากที่สุด (Maximum Integrity)
7. ทำให้สามารถควบคุมการใช้งานโดยส่วนกลางได้ (Centralized Control)
8. มีความคล่องตัวและความยืดหยุ่นในการใช้งาน (Data Independent)

2.5.2 สถาปัตยกรรมของระบบฐานข้อมูล (Architecture for a Database)

หรือระดับของข้อมูล ลักษณะสถาปัตยกรรมของฐานข้อมูล ได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานจาก 3 องค์กรหลัก คือ ISO (International Standard Organization) , IFIP (International Federation for Information Processing) และ ANSI (American National Standard Institute) โดยสามารถจัดแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1. นิยามข้อมูลระดับภายนอก (External Schema)
2. นิยามข้อมูลระดับแนวคิด (Conceptual Schema)
3. นิยามข้อมูลระดับภายใน (Internal Schema)

ทั้งสามระดับมีความสัมพันธ์กันดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ของระดับต่างๆ ของฐานข้อมูล

รายละเอียดของส่วนต่างๆ มีดังนี้

1. ผู้ใช้ : ผู้ใช้งานขั้นสุดท้าย , คนเขียนโปรแกรม , โปรแกรมใช้งาน
2. นิยามระดับข้อมูลระดับภายนอก : โครงสร้างข้อมูลที่ผู้ใช้แต่ละคนเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นิยามข้อมูลระดับภายนอก : เป็นส่วนกำหนดลักษณะ , ขนาดโครงสร้างของข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในขอบเขตงาน
4. นิยามข้อมูลระดับภายใน : โครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บในอุปกรณ์เก็บข้อมูล ลักษณะการเก็บข้อมูล
5. ฐานข้อมูลทางกายภาพ : อุปกรณ์เก็บข้อมูล เช่น ฮาร์ดดิสก์ (hard-disk)

หรืออาจมองสถาปัตยกรรมดังกล่าวออกเป็นระดับๆ ได้ดังนี้

1. ระดับกายภาพ หรือระดับภายใน (Physical level , Internal level)
2. ระดับแนวคิด หรือระดับตรรก (Conceptual level , Logical level)
3. ระดับภายนอก หรือระดับผู้ใช้ (External level ,User level)

2.5.3 ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS)

ระบบจัดการฐานข้อมูล คือ ซอฟท์แวร์ (Software) ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล หรือ

ระบบจัดการฐานข้อมูล คือ ซอฟท์แวร์ที่ทำหน้าที่จัดการการเข้าถึง (access) ทุกอย่างสู่ฐานข้อมูล

เนื่องจากการใช้และควบคุมดูแลฐานข้อมูลเป็นเรื่องที่ซับซ้อนยุ่งยาก ระบบจัดการฐานข้อมูลจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการที่จะลดภาระของผู้ใช้ไปอย่างมาก ทำให้การใช้งานระบบฐานข้อมูลมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ระบบจัดการฐานข้อมูลมีหน้าที่ดังนี้

1. ติดต่อกับตัวจัดการระบบไฟล์
   ประสานงานกับตัวจัดการระบบไฟล์ในการจัดเก็บ เรียกใช้ และแก้ไขข้อมูล เพื่อจะได้ทำการกับข้อมูลตามที่ผู้ใช้ต้องการ
2. การควบคุมความคงสภาพ
   ควบคุมค่าของข้อมูลในระบบให้อยู่ในกรอบที่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้
3. การควบคุมระบบความปลอดภัย
   ป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามาเห็นหรือแก้ไขข้อมูลในส่วนที่ต้องการปกป้องเอาไว้
4. การสร้างระบบสำรองและการฟื้นสภาพ
   การจัดทำข้อมูลสำรอง เมื่อใดก็ตามที่มีปัญหาเกิดขึ้นก็จะนำข้อมูลสำรองมาฟื้นสภาพ
5. การควบคุมสภาวะ
   ควบคุมระดับการทำงานให้เป็นไปอย่างถูกต้องในสภาพที่มีผู้ใช้พร้อมๆ กันหลายคน

2.5.4 โมเดลของข้อมูล (Data Model)

โมเดลของข้อมูล คือ ประเภทของระบบการจัดการฐานข้อมูล แบ่งออกโดยจำแนกตามการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้เป็น 3 โมเดล ดังนี้

1. แบบโครงข่าย (Network Model)
   เป็นการแสดงความสัมพันธ์ด้วยลิงก์ลิสต์ (link list) เป็นโครงข่ายโดยมีตัวชี้ (pointer) ชี้ระหว่างข้อมูลเชื่อมกันเป็นชุด มีความสัมพันธ์แบบแมนี่ทูแมนี่ (many to many)
2. แบบแผนภูมิต้นไม้ (Hierarchy Model)
   ทำการแทนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในลักษณะของแผนภูมิต้นไม้ โดยมีความสัมพันธ์ในลักษณะวันทูแมนี่ (one to many)
3. แบบสัมพันธ์ (Relational Model)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

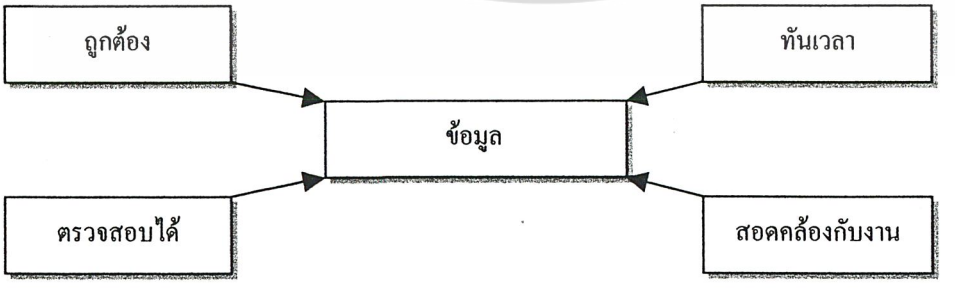
เป็นการเก็บข้อมูลที่มีลักษณะการเก็บในรูปของตาราง 2 มิติธรรมดา คือ มีแถว (row) และคอลัมน์(column)

2.5.5 คุณสมบัติของข้อมูลที่ดี

ข้อมูลเป็นวัตถุดิบสำคัญ ระบบฐานข้อมูลต้องมีข้อมูลที่มีความถูกต้องและมีคุณภาพเพียงพอไว้ในระบบ เพื่อรอการประมวลผล ถ้าข้อมูลที่ถูกป้อนเข้าไปเก็บไว้ในระบบเป็นข้อมูลที่มีคุณภาพต่ำหรือไม่มีคุณสมบัติที่ดี การประมวลผลที่ได้ก็ไม่เกิดประโยชน์ หรืออาจเกิดผลปัญหาในการนำมาใช้ประโยชน์

ข้อมูลที่มีคุณภาพควรมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

1. ถูกต้อง (Accurate)
   ข้อมูลที่ดีจะต้องมีความถูกต้องและปราศจากความคลาดเคลื่อนโดยที่ความต้องจะช่วยส่งเสริมให้สารสนเทศที่ได้มาเกิดความน่าเชื่อถือมากขึ้น แต่ถ้าข้อมูลที่ถูกป้อนเข้าไปในระบบสารสนเทศเกิดความผิดพลาดหรือมีข้อบกพร่อง อาจจะส่งผลให้สารสนเทศที่ได้มีความผิดพลาด หรือไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์
2. ทันเวลา (Timeliness)
   ข้อมูลจะต้องทันต่อเหตุการณ์และไม่ล้าสมัย ความล้าสมัยของข้อมูลทำให้สารสนเทศที่ได้มีประโยชน์ต่อผู้ใช้น้อยลง หรือไม่เป็นประโยชน์ต่อการใช้งานเลย แต่ความทันต่อเวลาจะมีความสำคัญต่อผู้ใช้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประเภทหรือปัญหาขององค์กร
3. สอดคล้องกับงาน (Relevance)
   สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารต้องได้มาจากการประมวลผลของข้อมูลที่สาระตรงกัน หรือสัมพันธ์กัน ข้อมูลที่ไม่มีความสัมพันธ์กับงานถึงแม้จะเป็นข้อมูลที่มีความถูกต้อง เชื่อถือได้ และทันต่อเหตุการณ์ แต่ก็จัดว่าไม่มีคุณภาพ เนื่องจากไม่สามารถนำไปประกอบการตัดสินใจ หรือไม่สอดคล้องกับความต้องการของงาน นองจากนี้ข้อมูลที่มีคุณภาพสูงและมีความสัมพันธ์กับงานชนิดหนึ่ง อาจจะไม่เป็นที่ต้องการของงานชนิดอื่นก็ได้
4. สามารถตรวจสอบได้ (Verifiable)
   ข้อมูลบางประเภทอาจมาจากแหล่งข้อมูลที่ซับซ้อนและหลากหลายทั้งจากภายในและภายนอกองค์กร ซึ่งผู้ใช้ต้องทำการตรวจสอบความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือได้ของสารสนเทศก่อนการนำมาใช้งาน มิเช่นนั้นอาจก่อให้เกิดผลเสียขึ้นกับองค์กรได้



รูปที่ 2.15 คุณสมบัติของข้อมูลที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 ผู้ใช้ (User)

ในระบบฐานข้อมูลได้แบ่งผู้ใช้ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ผู้ใช้งานขั้นสุดท้ายได้แก่ ผู้ที่จะได้รับข่าวสารที่เหมาะสมตามชนิดของงาน และความต้องการของตนจากฐานข้อมูล โดยทั่วไปจะเป็นผู้ที่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์และฐานข้อมูลน้อยมาก
2. คนเขียนโปรแกรมใช้งานฐานข้อมูล (Application Programmer) จะเป็นผู้เขียนโปรแกรมใช้งานขั้นสุดท้าย
3. ผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator) เป็นผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบควบคุมฐานข้อมูลทั้งหมด โดยมีคุณสมบัติหรือหน้าที่ดังนี้
   - เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคระดับสูง และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลเป็น
   - เป็นผู้ออกแบบนิยามข้อมูลระดับแนวความคิดของทั้งระบบงาน
   - เป็นผู้จัดการนิยามข้อมูลระดับภายนอกให้แก่ผู้ใช้ขั้นสุดท้ายแต่ละคนรวมทั้งการให้อำนาจ(Authority) ที่เหมาะสมแก่ผู้ใช้คนสุดท้าย
   - เป็นผู้พิจารณาเลือกวิธีการเข้าถึงข้อมูล (Access method) ที่เหมาะสม รวมทั้งอุปกรณ์ที่จะใช้ในการจัดเก็บข้อมูลด้วย
   - เป็นผู้จัดการปรับปรุงการทำงานของระบบ
   - เป็นผู้กำหนดรูปแบบในการตรวจสอบความถูกต้องแน่นอนของข้อมูล
   - เป็นผู้กำหนดวิธีการ ในการเก็บข้อมูลสำรอง และการนำกลับมาใช้ใหม่
   - เป็นผู้คอยติดต่อผู้ใช้ขั้นสุดท้าย เพื่อให้การทำงานของผู้ใช้ขั้นสุดท้ายทำได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการ

ในการจัดสร้างฐานข้อมูลขึ้นมาใช้งาน สิ่งที่จำเป็นที่คือการรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งานแล้วทำการออกแบบฐานข้อมูล แต่การออกแบบจำเป็นที่จะต้องมีหลักในการออกแบบ ซึ่งหลักในการออกแบบมีอยู่หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นไนแอม (Niam) , นอร์มอลไลซ์ (Normalize) , อีอาร์โมเดล (ER-model) ซึ่งในการทำโครงงานนี้ใช้วิธีการออกแบบที่เรียกว่าไนแอม (Niam)

2.5.7 การออกแบบโดยอาศัยหลักการดาต้าโมเดล (Data Model)

จะมีหลักการทำงาน ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การรวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้
   ขั้นตอนการรวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้นี้ ผู้ออกแบบระบบฐานข้อมูลจะทำการสัมภาษณ์ลักษณะของฐานข้อมูลที่ต้องการจากผู้ที่เกี่ยวข้องและจัดทำรายงานสรุป ลักษณะฐานข้อมูลที่ต้องการ
2. การสร้างแบบจำลองของระบบฐานข้อมูล
   ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองของระบบฐานข้อมูลจะทำการสร้างแบบจำลองของระบบฐานข้อมูลโดยใช้ดาต้าโมเดลระดับสูง ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะอธิบายรายละเอียดต่างๆ ของความต้องการที่ได้จากขั้นตอนแรก การสร้างแบบจำลองจะเป็นประโยชน์ในการที่จะใช้ช่วย อธิบายการจัดเก็บข้อมูลให้แก่ผู้ที่ไม่มีความรู้ทางเทคนิคได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น
3. การจัดสร้างระบบฐานข้อมูล
   ขั้นตอนการจัดสร้างระบบฐานข้อมูล เป็นการจัดสร้างระบบฐานข้อมูลขึ้นมาเพื่อใช้งานจริง โดยจัดสร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านฐานข้อมูลที่มีอยู่โดยทั่วไป โดยผู้ที่ทำการจัดสร้างฐานข้อมูลจะใช้แบบจำลองฐานข้อมูลที่ได้จัดทำไว้เป็นต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การออกแบบในระดับฟิสิกคอล

ขั้นตอนนี้จะมีการทำการกำหนดโครงสร้างภายในของระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลอาจรวมถึงการจัดการไฟล์ที่ใช้ภายในระบบฐานข้อมูล

2.5.8 การออกแบบฐานข้อมูลด้วยวิธีไนแอม (Niam)

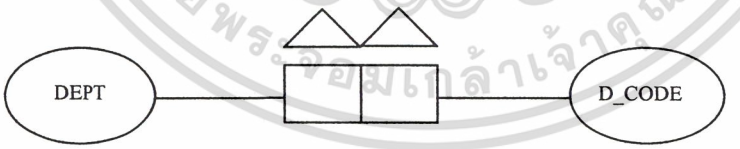
ไนแอม (NIAM : Nijssens 's Information Analysis Methodology) เป็นวิธีการออกแบบ แบบ bottom up ทำให้โมเดลที่ออกแบบไว้ไม่มีความซ้ำซ้อน และเป็นไปตามกฎของ ฐานข้อมูลสัมพันธ์ (Relational database) ไนแอมโมเดลจะมีองค์ประกอบพื้นฐานดังนี้ คือ

1. ชนิดเอนติตี (Entity Type)
2. ชนิดเลเบิล (Lable Type)
3. ชนิดความจริง (Fact Type)
4. ชนิดอ้างอิง (Reference Type)
5. ข้อจำกัดเพื่อความถูกต้องของข้อมูล (Integrity Constrain)

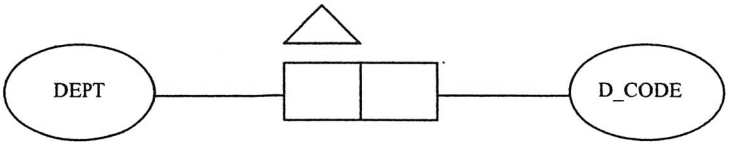
สัญลักษณ์และตัวอย่างการใช้ส่วนประกอบพื้นฐานของแบบจำลองไนแอมแสดงไว้ดังรูป

รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ของชนิดเอนติตี้

รูปที่ 2.17 สัญลักษณ์ของชนิดเลเบิล

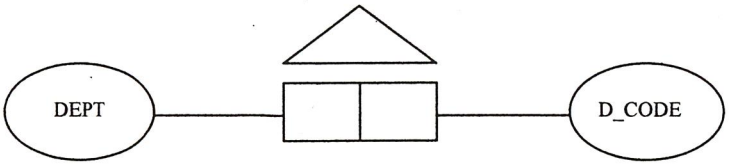


รูปที่ 2.18 ความสัมพันธ์แบบอ้างอิงแบบ one to one

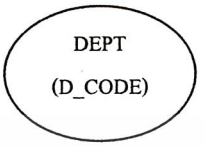


รูปที่ 2.19 ความสัมพันธ์แบบอ้างอิงแบบ many to one

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 ความสัมพันธ์แบบอ้างอิงแบบ many to many



รูปที่ 2.21 ความสัมพันธ์แบบอ้างอิงแบบ one to one อย่างย่อ

ชนิดเอนติตีเป็นเซ็ต (set) ซึ่งมีสมาชิกเป็นตัวอย่างเอนติตี (Entity Instance) ส่วนเครื่องหมายความสัมพันธ์ที่เป็นเชื่องโยงระหว่างชนิดเอนติตี กับชนิดเอนติตี หรือชนิดเลเบิลนั้นเรียกว่า บทบาท (role) โดยสามารถเขียนความหมายของบทบาทนั้นไว้ภายในหรือข้างๆ สัญลักษณ์ ของมัน

2.6 ระบบสารสนเทศ (Information System)

2.6.1 ความหมายและองค์ประกอบของเทคโนโลยีสารสนเทศ

เทคโนโลยีสารสนเทศ หมายถึง เทคโนโลยีที่ประกอบขึ้นด้วยระบบจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล ระบบสื่อสารโทรคมนาคม และอุปกรณ์สนับสนุนการปฏิบัติงานด้านสารสนเทศที่มีการวางแผน จัดการ และใช้งานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีสารสนเทศต้องมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ ต่อไปนี้

1. ระบบประมวลผล

   ความซับซ้อนในการปฏิบัติงาน และความต้องการสารสนเทศที่หลากหลาย ทำให้การจัดการและการประมวลผลข้อมูลด้วยมือไม่สะดวก ล่าช้า และอาจผิดพลาด ปัจจุบันองค์การจึงต้องทำการจัดเก็บและการประมวลผลข้อมูลด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สนับสนุนในการจัดการข้อมูล เพื่อให้การทำงานถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

2. ระบบสื่อสารโทรคมนาคม

   การสื่อสารข้อมูลเป็นเรื่องสำคัญสำหรับการจัดการและประมวลผล ตลอดจนการใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ ระบบสารสนเทศที่ดีต้องประยุกต์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และผู้ใช้ที่อยู่ห่างกันให้สามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การจัดการข้อมูล

   ปกติบุคคลที่ให้ความสนใจกับเทคโนโลยี จะอธิบายความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยให้ความสำคัญกับส่วนประกอบประการแรก แต่ผู้ที่สนใจด้านการจัดการข้อมูล (Data / Information Management) จะให้ความสำคัญกับส่วนประกอบที่สาม ซึ่งมีความเป็นศิลปะในการจัดรูปแบบ และการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.22 องค์ประกอบของเทคโนโลยีสารสนเทศ

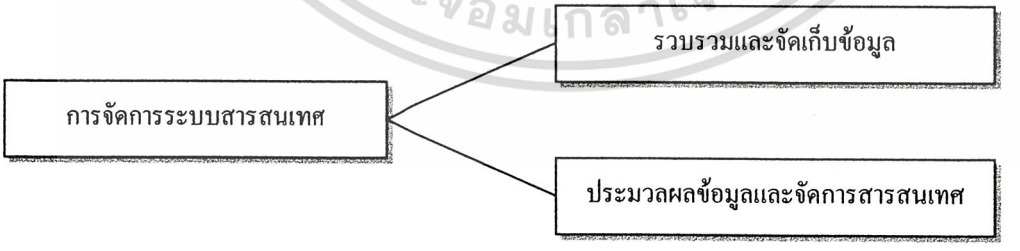
จากองค์ประกอบเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถสรุปว่า เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเทคโนโลยีทุกรูปแบบที่นำมาประยุกต์ในการประมวลผล การจัดเก็บ การสื่อสาร และการส่งผ่านสารสนเทศด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยที่ระบบทางกายภาพประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ติดต่อสื่อสาร และระบบเครือข่าย ขณะที่ระบบนามธรรมเกี่ยวข้องกับการจัดรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ด้านสารสนเทศทั้งภายในและภายนอกระบบให้สามารถดำเนินการร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.2 การจัดการระบบสารสนเทศ (Management Information System : MIS)

การจัดการระบบสารสนเทศแปลมาจากคำว่า Management Information System : MIS ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมีความหมายถึง ระบบที่ทำการตรวจสอบ และจัดเก็บข้อมูลจากสภาพแวดล้อมต่างๆ รวมทั้งการดึงข้อมูลและช่วยลดภาระของบุคคลกรที่เกิดจากการปฏิบัติงานต่างๆ ที่เกิดในองค์กรแล้วทำการกลั่นกรอง และจัดระบบข้อมูลต่างๆ ที่ได้มา อีกทั้งยังทำการเลือกข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นมาทำการประมวลผลเพื่อทำการนำเสนอในรูปแบบของสารสนเทศ ซึ่งสามารถนำไปช่วยในการบริหารงานและตัดสินใจ ต่อทางผู้บริหารระดับต่างๆ ขององค์กรได้

การจัดการระบบสารสนเทศประกอบไปด้วยหน้าที่หลัก 2 ประการต่อไปนี้

1. สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทั้งจากภายในและภายนอกองค์กรมาไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบ
2. สามารถทำการประมวลผลข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ช่วยสนับสนุนการปฏิบัติงานและการบริหารงานของผู้บริหาร



รูปที่ 2.23 หน้าที่หลักของการจัดการระบบสารสนเทศ

ดังนั้นถ้าระบบใดประกอบด้วยหน้าที่หลักสองประการ ตลอดจนสามารถปฏิบัติงานในหน้าที่หลักทั้งสองได้อย่างครบถ้วนและสมบูรณ์ ระบบนั้นก็สามารถถูกจัดเป็นระบบการจัดการระบบสารสนเทศ อย่างไรก็ดีเมื่อกล่าวถึง การจัดการระบบสารสนเทศ คนส่วนใหญ่จะมีความเข้าใจว่า เป็นระบบจัดการข้อมูลที่พัฒนาขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ แท้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จริงแล้วการจัดการระบบสารสนเทศ ไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างขึ้นจากระบบคอมพิวเตอร์ การจัดการระบบสารสนเทศอาจสร้างขึ้นมาจากอุปกรณ์อะไรก็ได้ แต่ต้องสามารถปฏิบัติหน้าที่หลักทั้งสองประการได้อย่างครบถ้วนและสมบูรณ์ แต่เนื่องจากปัจจุบันคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลมากกว่าอุปกรณ์ชนิดอื่นๆ โดยที่คอมพิวเตอร์สามารถทำการบันทึกข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ในปริมาณมากหลายรูปแบบ และอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังสามารถเรียกข้อมูลที่มีอยู่กลับมาทำการประมวณผลได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ และเชื่อถือได้ ดังนั้นเมื่อผู้ใช้เกิดความต้องการที่จะออกแบบและพัฒนา ระบบการจัดการระบบสารสนเทศ นักวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analyst and Designer) จะต้องออกแบบระบบสารสนเทศให้มีคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการจัดการสารสนเทศ ในอนาคตถ้ามีผู้ประดิษฐ์อุปกรณ์ชนิดใหม่ที่สามารถปฏิบัติหน้าที่หลักในการจัดเก็บ จัดระเบียบประมวลผลและนำเสนอข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่เรียกอุปกรณ์ชนิดนั้นว่าคอมพิวเตอร์ และนำอุปกรณ์นั้นมาเป็นอุปกรณ์หลักในการสร้างระบบที่เก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระเบียบ ตลอดจนสามารถเรียกข้อมูลกลับมาประมวลผลเป็นสารสนเทศอย่างถูกต้องและรวดเร็ว ระบบดังกล่าวสามารถนับได้ว่าเป็น การจัดการระบบสารสนเทศ

2.6.3 ส่วนประกอบของการจัดการระบบสารสนเทศ

การจัดการระบบสารสนเทศประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ประการ ต่อไปนี้

1. เครื่องมือในการสร้างการจัดการระบบสารสนเทศ

   หมายถึง ส่วนประกอบหรือโครงสร้างพื้นฐานที่รวมกันเข้าเป็นการจัดการระบบสารสนเทศ และช่วยให้ระบบสารสนเทศสามารถดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถจำแนกเครื่องมือในการสร้างระบบสารสนเทศออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

   1.1 ฐานข้อมูล (Database)

   เป็นหัวใจของการจัดการระบบสารสนเทศ เพราะว่าสารสนเทศที่มีคุณภาพมาจากข้อมูลที่ดี เชื่อถือได้ ทันสมัย และถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าถึงและใช้งานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ดังนั้นฐานข้อมูลจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ช่วยให้ระบบสารสนเทศมีความสมบูรณ์และปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ

   1.2 เครื่องมือ (Tools)

   เป็นเครื่องมือที่ใช้จัดเก็บและประมวลผลข้อมูล ปกติระบบสารสนเทศจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการจัดการข้อมูล ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ ต่อไปนี้

   - อุปกรณ์ (Hardware)

     คือ ตัวเครื่องหรือส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมทั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้การประมวลผลและการจัดการข้อมูลมีความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง

   - ชุดคำสั่ง (Software)

     คือ ชุดคำสั่งที่ทำหน้าที่รวบรวม และจัดการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการบริหารงานหรือการตัดสินใจ

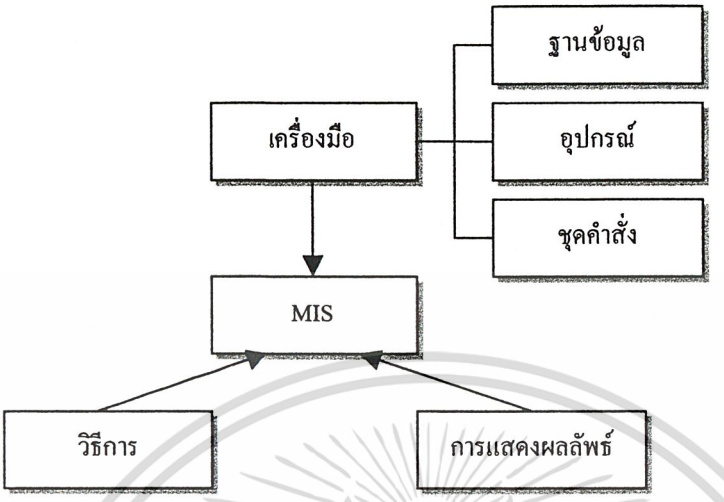
2. วิธีการหรือขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล

   ต้องสามารถสังเคราะห์สารสนเทศที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยจัดลำดับและวิธีการของการประมวลผลข้อมูล เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ต้องการ

3. การแสดงผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบสารสนเทศอยู่ในรูปของรายงานต่างๆ ที่สามารถเรียกมาแสดงได้อย่างรวดเร็วและชัดเจน



รูปที่ 2.24 ส่วนประกอบของการจัดการระบบสารสนเทศ

การศึกษาเรื่องการจัดการระบบสารสนเทศมีพัฒนาการนับตั้งแต่การประดิษฐ์เครื่องคอมพิวเตอร์ แต่มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไปจนกระทั่งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และการติดต่อสื่อสารระบบเครือข่ายถูกพัฒนาและนำมาใช้งานทางธุรกิจ ก่อให้เกิดการกระจายการใช้งานระบบสารสนเทศสู่บุคคลทั่วไปซึ่งทำให้วิวัฒนาการของการใช้งานระบบสารสนเทศเกิดขึ้นแบบก้าวกระโดด ทำให้ผู้ใช้ในระดับบุคคลและองค์กรต่างนำข้อดีของเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้งาน หลายคนที่มีมุมมองในด้านนี้จะชื่นชมกับประสิทธิภาพและศักยภาพระบบสารสนเทศ ตลอดจนมีความเชื่อมั่นว่าระบบสารสนเทศจะช่วยให้สามารถแก้ปัญหาในการดำเนินงานที่เกิดขึ้น ดังนั้นผู้ใช้หรือผู้พัฒนาระบบสารสนเทศจึงต้องเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการระบบสารสนเทศ เพื่อให้การพัฒนาและการใช้งานระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.4 คุณสมบัติของระบบการจัดการระบบสารสนเทศ

ปัจจุบันองค์กรสามารถพัฒนาระบบสารสนเทศด้วยตนเองหรือให้ผู้เชี่ยวชาญจากภายนอกเข้าดำเนินการ โดยการออกแบบและพัฒนาการจัดการระบบสารสนเทศที่สอดคล้องตามหลักวิชาสามารถจะอำนวยประโยชน์ให้กับองค์กรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยที่การพัฒนาระบบสารสนเทศต้องคำนึงถึงคุณสมบัติสำคัญของการจัดการระบบสารสนเทศ ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการจัดการข้อมูล (Data Manipulation)
   ระบบสารสนเทศที่ดีต้องสามารถปรับปรุงแก้ไขและจัดการข้อมูล เพื่อให้เป็นสารสนเทศที่พร้อมสำหรับนำไปใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ปกติข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินธุรกิจจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ข้อมูลที่ถูกป้องเข้าสู่การจัดการระบบสารสนเทศควรที่จะได้รับการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนารูปแบบ เพื่อให้มีความทันสมัยและเหมาะสมกับการใช้งานอยู่เสมอ
2. ความปลอดภัยของข้อมูล (Data Security)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

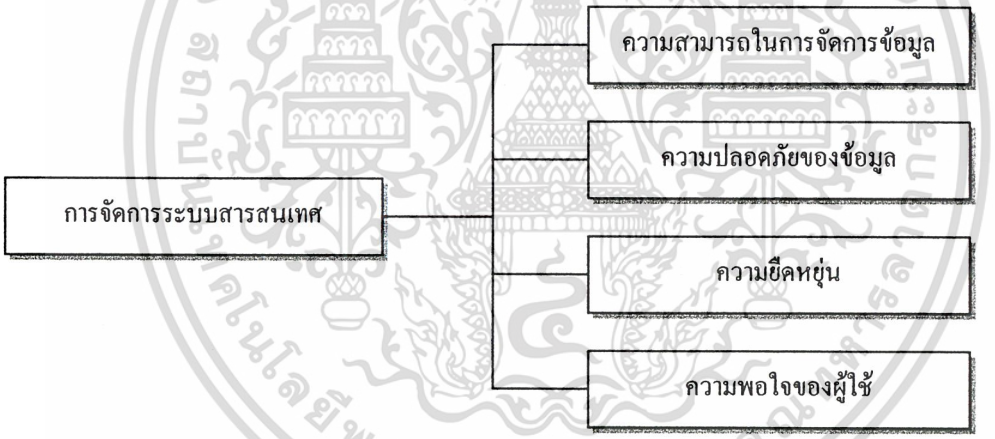
สารสนเทศเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งขององค์การ ถ้าสารสนเทศบางประเภทรั่วไหลออกไปสู่บุคคลภายนอกอาจสร้างความเสียหายได้ ดังนั้นเจ้าของระบบจึงไม่ยอมให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่มีหน้าที่โดยตรงเกี่ยวกับการจัดการข้อมูลเข้าถึงฐานข้อมูลที่สำคัญได้

3. ความยืดหยุ่น (Flexibility)

สภาพแวดล้อมและสถานการณ์เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ระบบสารสนเทศที่ดีต้องมีความสามารถในการปรับตัว เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานหรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่ระบบสารสนเทศที่ถูกสร้างหรือพัฒนาขึ้นต้องสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ที่ใช้งานอยู่เสมอ โดยมีอายุการใช้งาน การบำรุงรักษาและค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม

4. ความพอใจของผู้ใช้ (User Satisfaction)

ปกติระบบสารสนเทศที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยมีความมุงหวังให้ผู้ใช้สามารถนำมาประยุกต์ในงานหรือเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ดังนั้นระบบสารสนเทศที่ดีจะต้องกระตุ้นหรือโน้มน้าวให้ผู้ใช้หันมาใช้ระบบให้มากขึ้น ดังนั้นควรพัฒนาระบบให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ และทำให้ผู้ใช้เกิดความพอใจต่อระบบ เพราะถ้าระบบไม่สามารถให้สิ่งที่ผู้ใช้ต้องการโอกาสที่ระบบจะถูกใช้งานและได้รับความนิยมก็จะน้อยลง ซึ่งส่งผลให้ระบบสารสนเทศไม่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินได้ตามคาดหวัง และเป็นผลให้เกิดการสูญเสียหรือไม่คุ้มค่าในการลงทุน



รูปที่ 2.25 คุณสมบัติของการจัดการระบบสารสนเทศ

2.6.5 ประโยชน์ของระบบการจัดการระบบสารสนเทศ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้รับความสนใจนำมาใช้งานในหลายลักษณะ โดยที่พัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศได้ส่งผลกระทบในวงกว้างไปยังทุกวงการทั้งภาคเอกชนและราชการ เนื่องจากการจัดการระบบสารสนเทศช่วยสร้างประโยชน์ต่อการดำเนินงานขององค์กรได้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงสารสนเทศที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์เนื่องจากข้อมูลถูกจัดเก็บและบริหารอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้บริหารสามารถจะเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็วในรูปแบบที่เหมาะสมและสามารถนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ได้ทันต่อความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ช่วยผู้ใช้ในการกำหนดเป้าหมายกลยุทธ์และการวางแผนปฏิบัติการ โดยผู้บริหารจะสามารถนำข้อมูลที่ได้จากระบบสารสนเทศมาช่วยในการวางแผนและกำหนดเป้าหมายในการดำเนิน เนื่องจากสารสนเทศถูกเก็บรวบรวมและจัดการอย่างเป็นระบบ ทำให้มีประวัติของข้อมูลอย่างต่อเนื่อง สามารถที่จะบ่งชี้แนวโน้มของการดำเนินงานว่าน่าจะเป็นไปในลักษณะใด
3. ช่วยผู้ใช้ในการตรวจสอบผลการดำเนินงาน เมื่อแผนงานถูกนำไปปฏิบัติในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ผู้ควบคุมจะต้องตรวจสอบผลการดำเนินงาน โดยนำข้อมูลบางส่วนประมวลผลเพื่อประกอบการประเมิน สารสนเทศที่ได้จะแสดงให้เห็นผลการดำเนินงานว่าสอดคล้องกับเป้าหมายที่ต้องการเพียงไร
4. ช่วยผู้ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผู้บริหารสามารถใช้ระบบสารสนเทศประกอบการศึกษาและการค้นหาสาเหตุ หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการดำเนินงาน ถ้าการดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนที่วางเอาไว้ โดยอาจจะเรียกข้อมูลเพิ่มเติมออกมาจากระบบ เพื่อให้ทราบว่าความผิดพลาดในการปฏิบัติงานเกิดขึ้นจากสาเหตุใด หรือจัดรูปแบบสารสนเทศในการวิเคราะห์ปัญหาใหม่
5. ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อหาวิธีควบคุม ปรับปรุงและแก้ไขปัญหา สารสนเทศที่ได้จากการประมวลผลจะช่วยให้ผู้บริหารวิเคราะห์ว่าการดำเนินงานในแต่ละทางเลือกจะช่วยแก้ไข หรือควบคุมปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร
6. ช่วยลดค่าใช้จ่าย ระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพช่วยลดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการทำงานลง เนื่องจากระบบสารสนเทศสามารถรับภาระงานที่ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ตลอดจนช่วยขั้นตอนในการทำงาน ส่งผลให้ธุรกิจสามารถลดจำนวนคนและระยะเวลาในการประสานงานให้น้อยลง โดยผลงานที่ออกมาอาจเท่าหรือดีกว่าเดิม ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ

ดังนั้นจึงกล่าวว่า เทคโนโลยีสารสนเทศมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยที่ระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพจะจัดระบบสารสนเทศในองค์กรให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งจะทำให้การปฏิบัติงานและการแก้ปัญหาสะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานขององค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ / การดำเนินงาน

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

การวางแผนการดำเนินงานของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การศึกษาและเก็บข้อมูลระบบคิวที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

ในปัจจุบันพบว่ามีการใช้ระบบคิวแบบอัตโนมัตินี้อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานราชการหรือศูนย์บริการของบริษัทต่าง ๆ ระบบที่ใช้อยู่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือ ส่วนของการกดรับบัตรคิวของผู้ใช้บริการ การเรียกรับบริการ และส่วนจอแสดงหมายเลขคิวและช่องรับบริการ จากการเก็บข้อมูลพบส่วนบริการที่ใช้ระบบคิวแบบอัตโนมัติ ดังนี้

1. ศูนย์บริการโทรศัพท์ DTAC AIS และ ORANGE
2. ธนาคาร
3. โรงพยาบาล
4. MK Restaurant
5. สำนักงานเขตของกรุงเทพมหานคร
6. อื่นๆ

2. ศึกษาการเขียนโปรแกรมและการเชื่อมต่อฐานข้อมูล

1. การเขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic 6
2. ฐานข้อมูล Microsoft Access 2000

3. ศึกษาอุปกรณ์และวงจรอิเลคทรอนิกส์

1. การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม
2. ไอซีดิจิตอลสำหรับบันทึกเสียง และวิธีการบันทึกเสียง
3. การสร้างบอร์ดแสดงผลด้วย LED ลักษณะเป็นตัวเลข 7 – segment

4. ศึกษาการส่งผ่านข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ และวงจรอิเลคทรอนิกส์

1. ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ LAN
2. ระบบการส่งผ่านข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์
3. ระบบการตอบสนองของไมโครคอนโทรลเลอร์

5. ออกแบบโครงสร้างโปรแกรม เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์และทดสอบ

1. ออกแบบฟอร์ม และเขียนคำสั่งโปรแกรม
2. ออกแบบฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูล
3. ทดสอบโปรแกรมเบื้องต้น
4. ทดสอบการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล
5. ทดสอบโปรแกรมโดยรวมร่วมกับฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ออกแบบโครงสร้างวงจรอิเลคทรอนิกส์ และโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

1. ออกแบบตัวเลขซึ่งประกอบด้วย LED เรียงต่อกัน
2. ออกแบบวงจรควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51
3. ออกแบบวงจรควบคุมเสียงและการบันทึก
4. จัดซื้ออุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์
5. ต่อวงจรอิเลคทรอนิกส์ตามที่ออกแบบไว้
6. ทดสอบวงจรร่วมกับโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

7. การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และวงจรอิเลคทรอนิกส์ และทดสอบ

1. เชื่อมต่อสายส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และวงจรควบคุม
2. ทดสอบการส่งผ่านข้อมูล
3. ทดสอบระบบ LAN ของคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง

8. การปรับปรุงแก้ไขครั้งสุดท้าย

1. ทดสอบการใช้งานจริง
2. จำลองสถานการณ์เพื่อทำการทดสอบ
3. แก้ไขปรับปรุงข้อผิดพลาด

9. สรุปผลโครงงานและจัดทำปริญญานิพนธ์

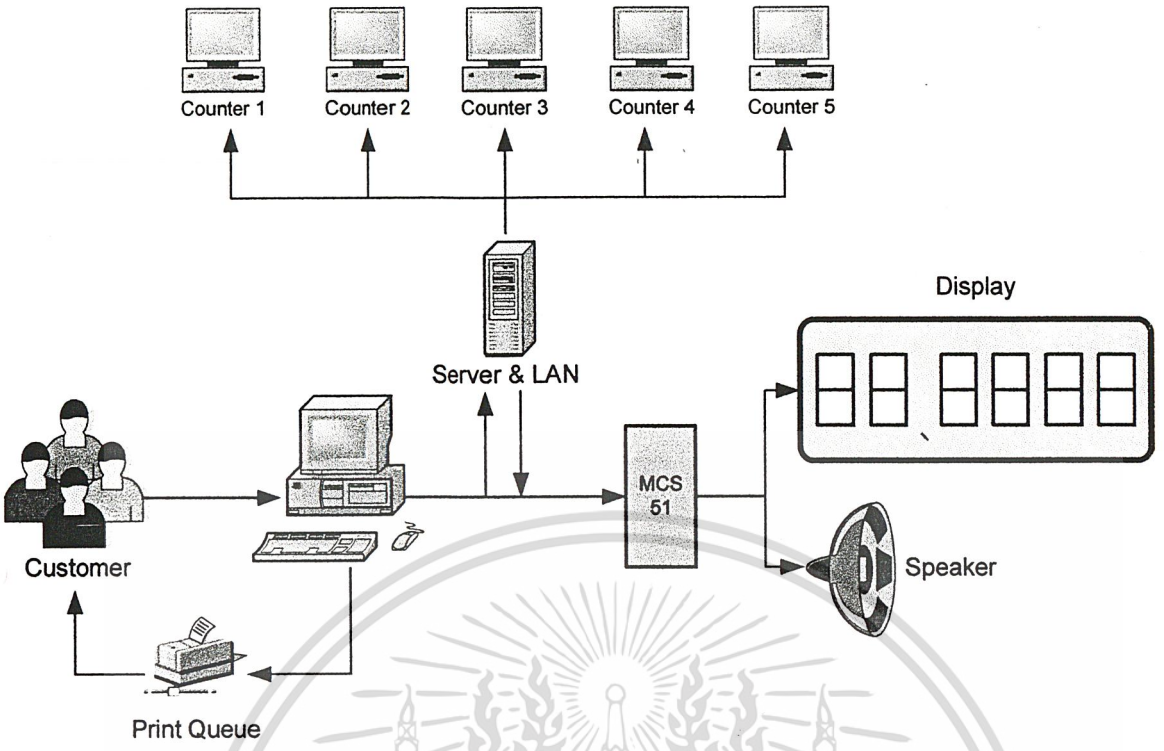
3.2 หลักการทำงานและการออกแบบ

3.2.1 ขอบเขตการทำงาน และองค์ประกอบโดยรวมของระบบ

1. ขอบเขตการทำงาน

โครงงานนี้เป็นการศึกษาระบบคิวแบบอัตโนมัติ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการบริการ ซึ่งจะให้ความสะดวกรวดเร็วกับทั้งผู้ให้บริการ และผู้รับบริการ โดยได้สร้างโปรแกรมและส่วนประกอบของระบบคิวแบบอัตโนมัติขึ้นที่สามารถใช้งานได้จริงในศูนย์ให้การบริการทั่วไป การทำงานของระบบจะเริ่มจากการที่ผู้ใช้บริการเข้ามากดรับบัตรคิว ซึ่งใช้การรับอินพุทผ่านทางคอมพิวเตอร์ให้บริการ คอมพิวเตอร์จะสั่งพิมพ์บัตรคิว ผู้ใช้บริการรับบัตรคิว รอจนกระทั่งมีการเรียกคิว และมีการแสดงหมายเลขและช่องรับบริการคิวบนบอร์ด LED ผู้ใช้บริการก็จะเข้าไปรับบริการ ระบบการเรียกคิวและการควบคุมการสดงหมายเลขจะใช้การควบคุมผ่านทางคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบคิว

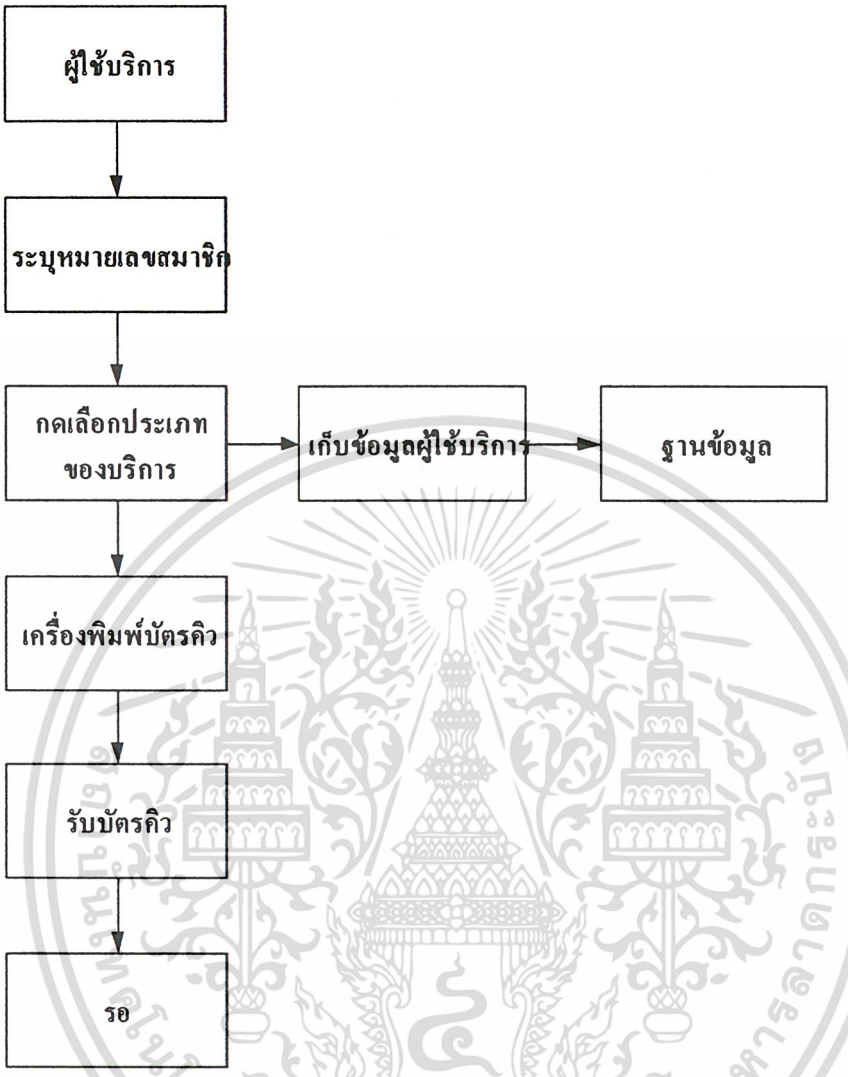
2. องค์ประกอบโดยรวมของระบบ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่
   1) โปรแกรมคอมพิวเตอร์
   2) วงจรอิเลคทรอนิกส์
   3) เครือข่ายระบบคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

3.2.2 การออกแบบส่วนโปรแกรม

โปรแกรมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์จำใช้การเขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic 6 และฐานข้อมูล Microsoft Access 2000 ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

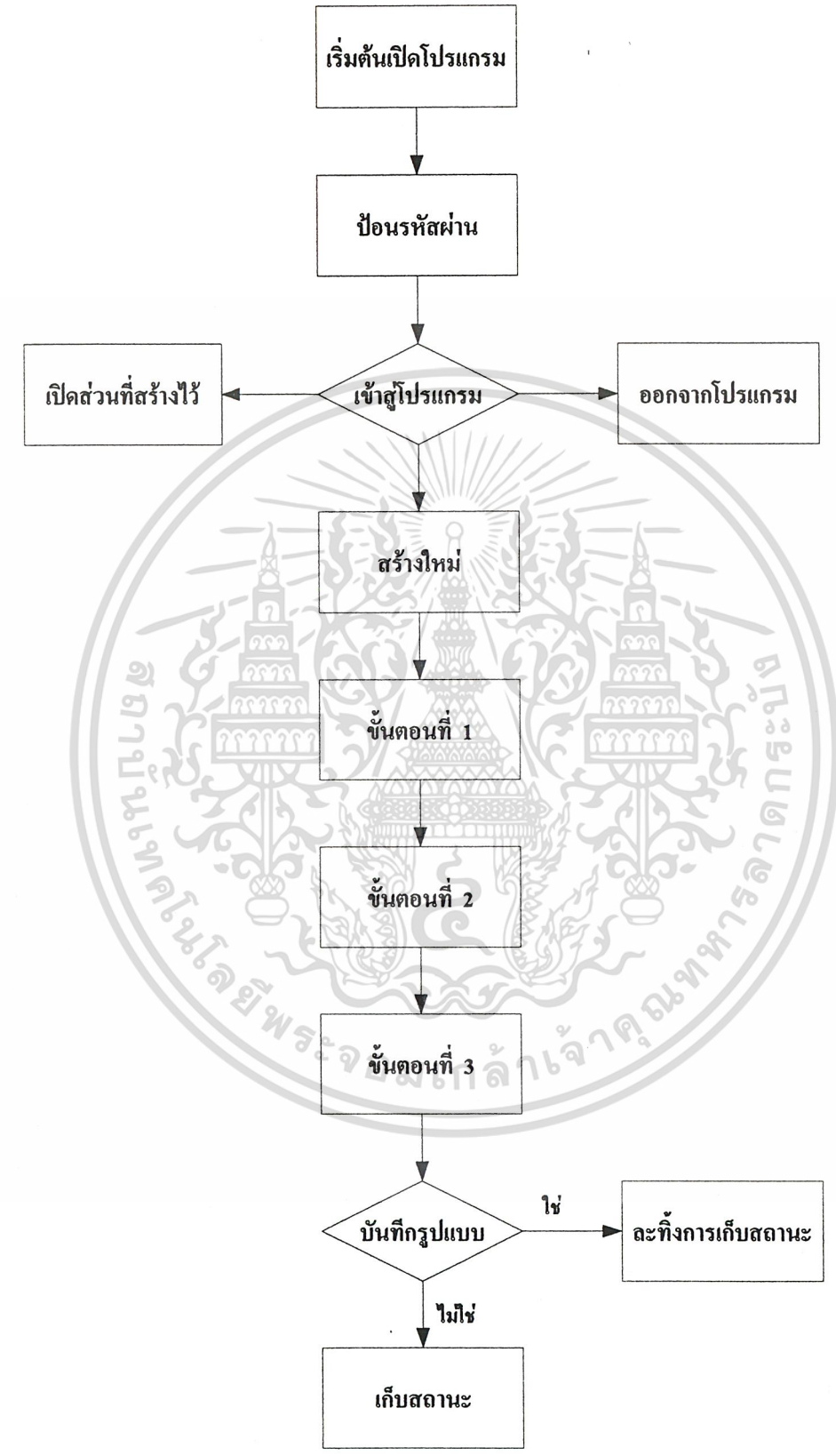
1. ส่วนผู้ใช้บริการกดเลือกประเภทของบริการ และรับบัตรคิว แสดงดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงการทำงานส่วนผู้ใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

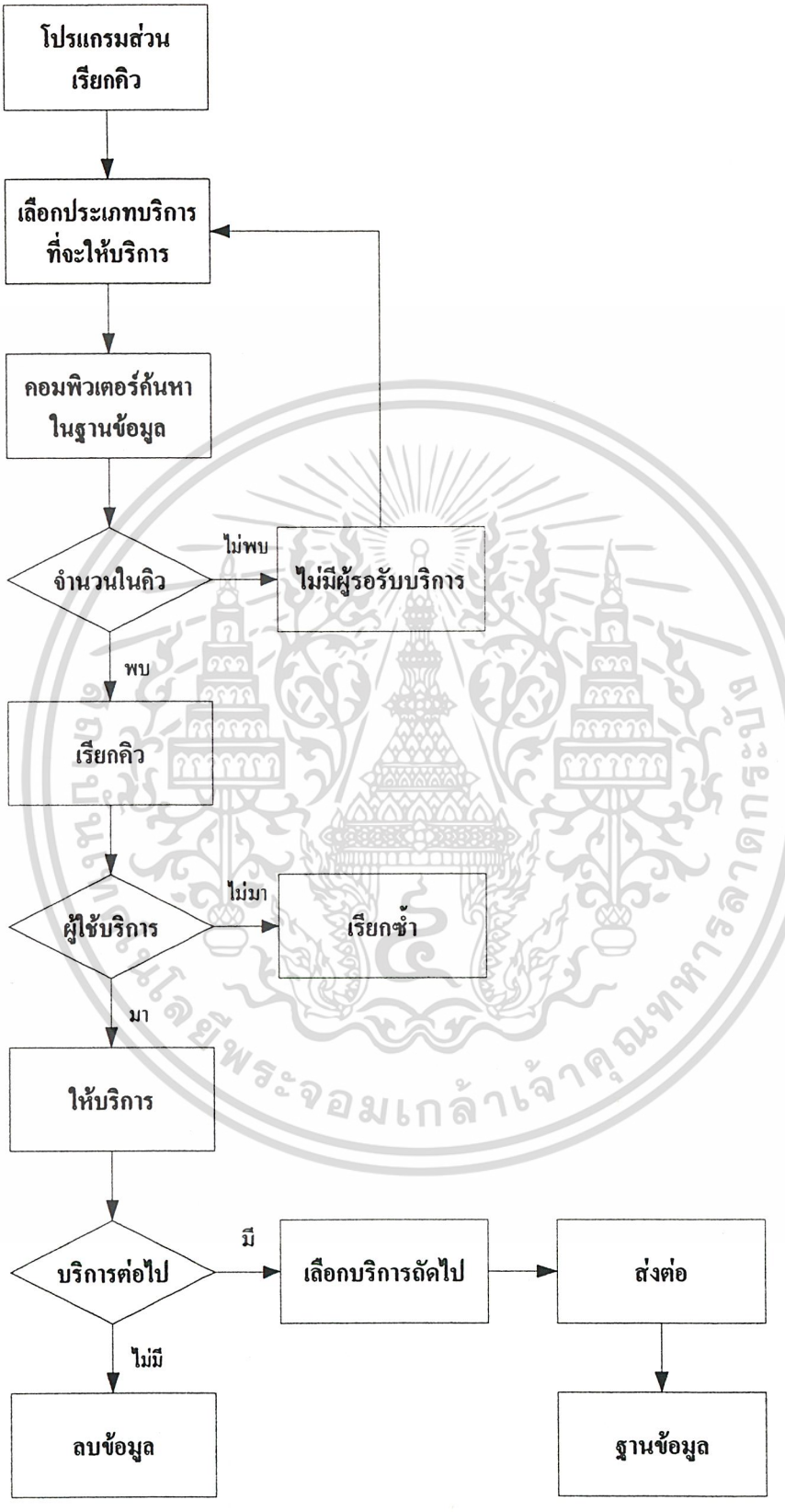
2. ส่วนของผู้กำหนดรูปแบบของบริการ และระบุข้อมูลต่าง ๆ แสดงดังรูป 3.3



รูปที่ 3.3 แผนภาพแสดงการทำงานส่วนการกำหนดรูปแบบบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนของการเรียกคิวและแสดงสถานะภายในระบบ แสดงดังรูป 3.4



รูปที่ 3.4 แผนภาพการทำงานส่วนการเรียกคิวและแสดงสถานะ

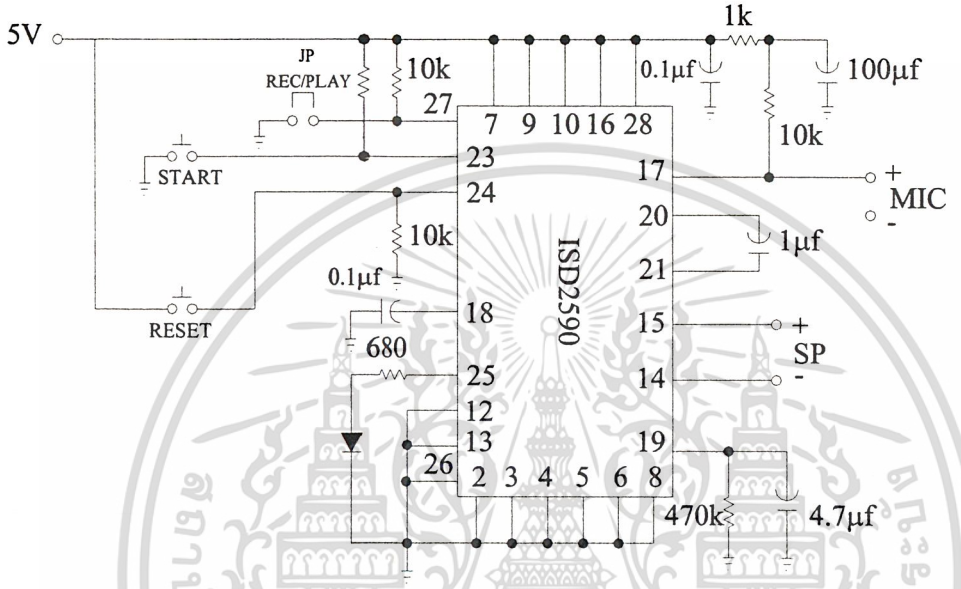
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบส่วนอิเลคทรอนิกส์

3.2.3.1 ระบบบันทึกเสียงและเรียกคิว

ระบบการบันทึกเสียงใช้การบันทึกเสียงบนไอซีบันทึกเสียงระบบดิจิตอล โดยใช้ไอซีตระกูล ISD25xx เบอร์ 2590 ซึ่งสามารถอัดเสียงและเล่นเสียงได้นาน 90 วินาที และเล่นเสียงใช้การเลื่อนการชี้ตำแหน่งบนไอซี โดยอาศัยสัญญาณควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

วงจรบันทึกเสียงและเล่นเสียง แสดงดังรูปที่ 3.5

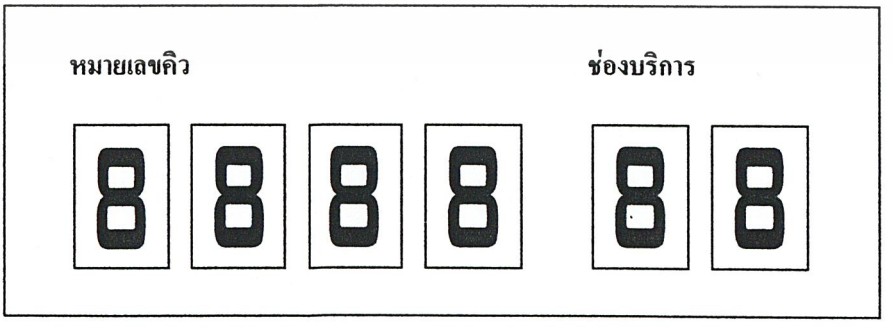


รูปที่ 3.5 วงจรบันทึกเสียงและเล่นเสียง

3.2.3.2 บอร์ดแสดงผล LED

บอร์ดแสดงผลประกอบด้วย ตัวเลขแบบ 7 segment จำนวน 6 ตัว แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) ส่วนแสดงคิวที่เรียก ใช้ 4 ตัวเลข
2) ส่วนแสดงเคาน์เตอร์บริการ ใช้ 2 ตัวเลข

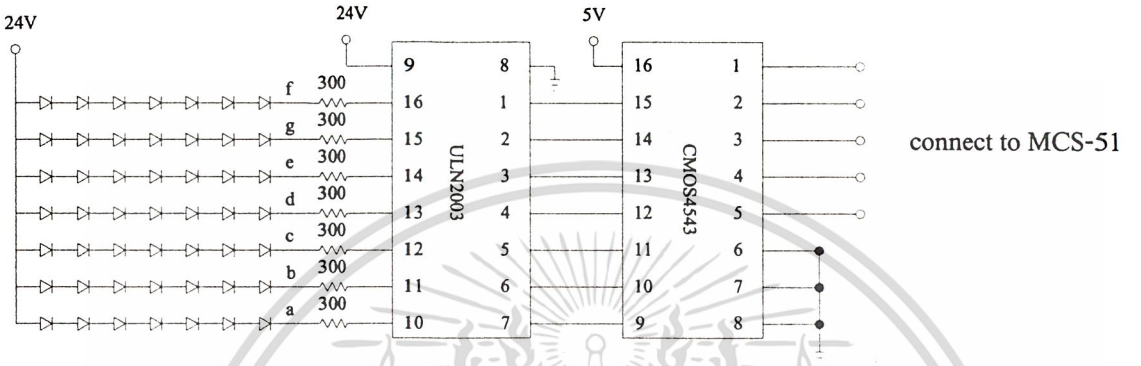


รูปที่ 3.6 บอร์ด LED แสดงหมายเลขคิวและช่องบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อวงจรบอร์ด LED จะใช้การต่อแบบอนุกรมกันซึ่งอาจจะไม่ให้ผลที่ดีนักเมื่อเกิดความผิดพลาดในการใช้งาน เช่น หลอด LED หลอดใดหลอดหนึ่งขาด จะให้ทำให้หลอด LED ในส่วนของตัวเลขส่วนนั้นๆ ดับทั้งหมด แต่การต่อวงจรแบบอนุกรมก็เอื้อให้การต่อวงจรง่ายขึ้น ไม่ซับซ้อนและใช้อุปกรณ์ต่างๆ น้อยกว่า บอร์ด LED ที่จัดทำขึ้นนั้นเป็นบอร์ด Common anode และใช้ไอซี CMOS4543 แปลงเลขฐานสองที่ได้จากการประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เป็นเลขฐานสิบแสดงออกทางบอร์ด

วงจรบอร์ด LED แบบอนุกรมสำหรับแสดงตัวเลข 1 หลัก แสดงดังรูปที่ 3.7



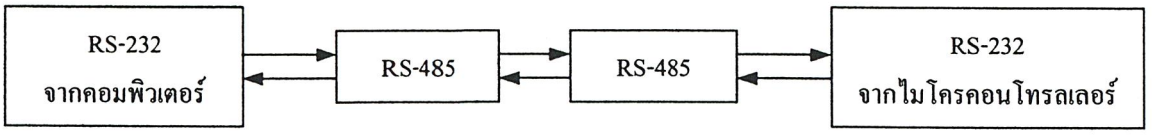
รูปที่ 3.7 วงจรบอร์ด LED แบบอนุกรมสำหรับแสดงตัวเลข 1 หลัก

3.2.3.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของไอซีอัดเสียงและบอร์ดแสดงผล LED โดยการแสดงผลต่างๆ จะรับค่าที่จะแสดงจากคอมพิวเตอร์ประมวลผลผ่านทางพอร์ทอนุกรม RS-232 ของคอมพิวเตอร์และใช้ไอซีเบอร์ DS275 ในการแปลงข้อมูลจากคอมพิวเตอร์จากระดับของ RS-232 ไปเป็นระดับ TTL ในการเขียนคำสั่งต่างๆให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์จะใช้การเขียนด้วยภาษาแอสเซมบลี

3.2.3.4 วงจรสำหรับเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์

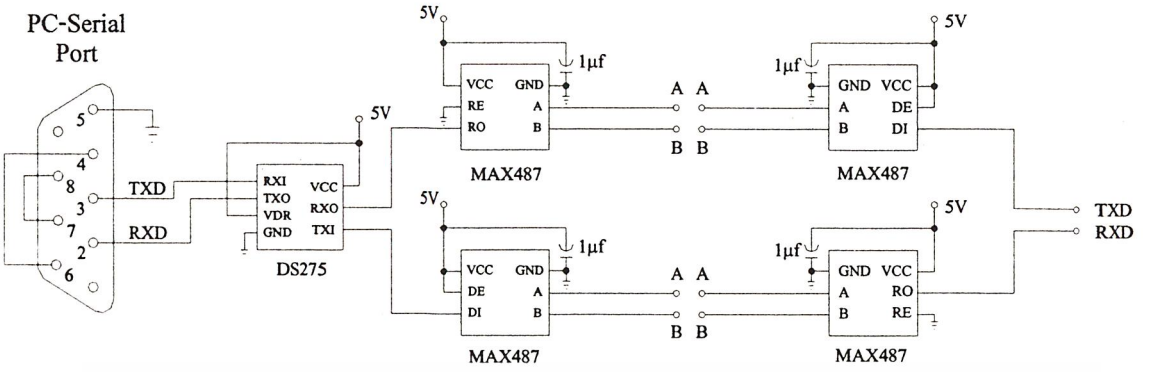
เนื่องจากข้อจำกัดด้านระยะทางในการติดต่อของ RS-232 ที่ให้ผลในการติดต่อระยะไกลได้ไม่ดีเท่า RS-485 ซึ่งสามารถติดต่อกันได้ไกลถึง 1.2 กิโลเมตร ทำให้ RS-485 ถูกนำมาใช้ในโครงงานนี้ในส่วนของการเรียกคิวจากช่องบริการผ่านทางบอร์ด LED และการเรียกด้วยเสียง แต่คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ผ่านทางพอร์ทอนุกรม RS-232 เท่านั้น จึงต้องมีการแปลงสัญญาณจาก RS-232 จากคอมพิวเตอร์เป็น RS-485 และแปลงสัญญาณกลับเป็น RS-232 อีกครั้งก่อนที่สัญญาณจะเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.8 การติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์

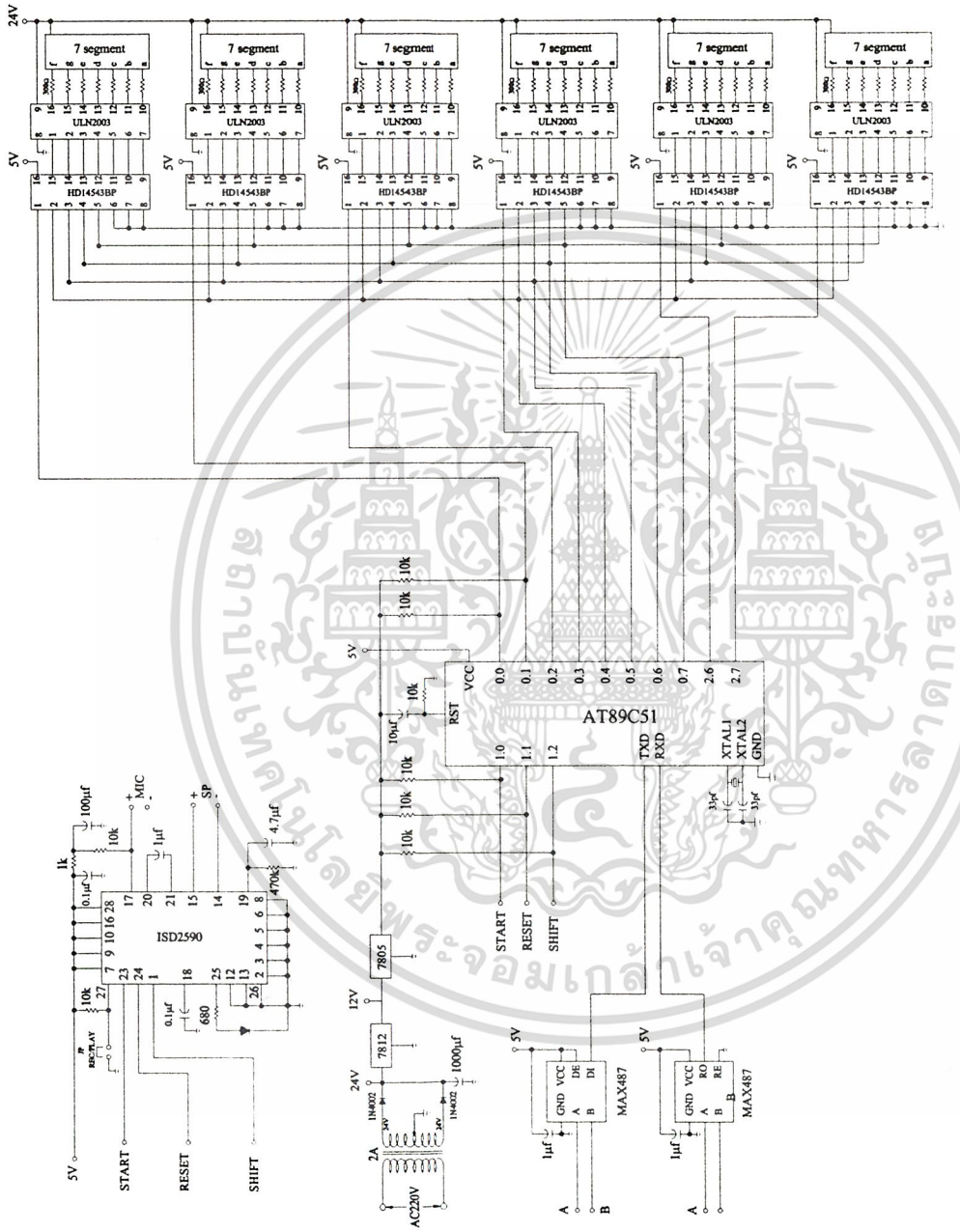
ในการแปลงสัญญาณดังกล่าวจะใช้ไอซีเบอร์ DS275 ในการแปลงสัญญาณเป็น RS-232 และใช้ไอซีเบอร์ MAX487 ในการแปลงสัญญาณเป็น RS-485 ซึ่งวงจรดังกล่าวแสดงได้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรสำหรับติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ภาพรวมวงจรทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 รายละเอียดการทำงาน

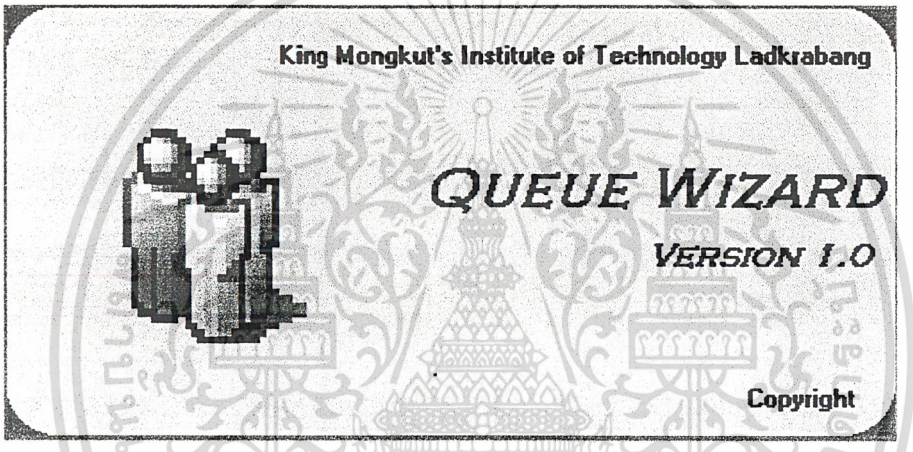
การทำงานของระบบคิวแบบอัตโนมัตินี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และวงจรอิเลคทรอนิกส์แสดงผลและเรียกคิว ซึ่งเมื่อผู้ใช้บริการมากดเลือกประเภทบริการ เครื่องพิมพ์จะพิมพ์บัตรคิวออกมา ผู้ใช้บริการเก็บบัตรไว้ รอจนกระทั่งมีการประกาศเรียกและการแสดงหมายเลขลำดับที่จะรับบริการ

3.3.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดระบบคิว

โปรแกรมจัดระบบคิวบนคอมพิวเตอร์เป็นส่วนควบคุมการทำงานของทั้งระบบเริ่มตั้งแต่ การรับข้อมูลจากผู้ใช้บริการ เก็บข้อมูลผู้ใช้บริการลงฐานข้อมูล การเรียกหมายเลขคิว การให้บริการ และการส่งต่อไปยังบริการอื่น ซึ่งมีโปรแกรมอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนของเซิร์ฟเวอร์ และช่องบริการ

โปรแกรมส่วนของเซิร์ฟเวอร์

1) หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม บอกชื่อโปรแกรม Queue Wizard และเวอร์ชั่นของโปรแกรม



รูปที่ 3.11 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม

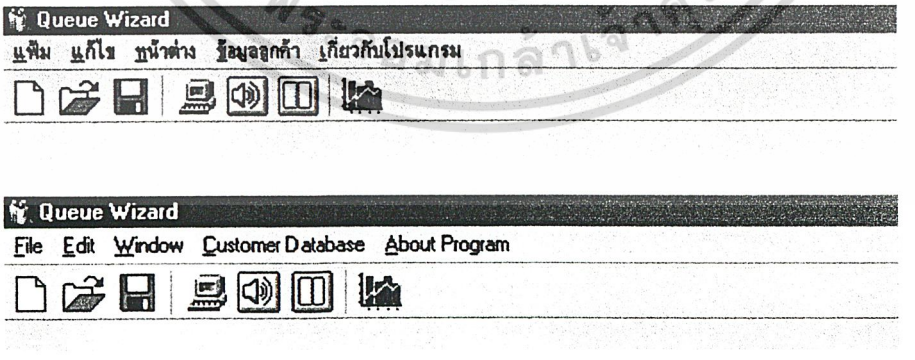
2) เมนูบาร์ของโปรแกรมมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

ตารางที่ 3.1 การทำงานของเมนูหลักและเมนูย่อย

เมนูหลัก		เมนูย่อย	
ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
แฟ้ม	File	สร้าง	New
		เปิด	Open
		บันทึก	Save
		ปิด	Close
		ตรวจสอบหมายเลข IP	Check IP Address

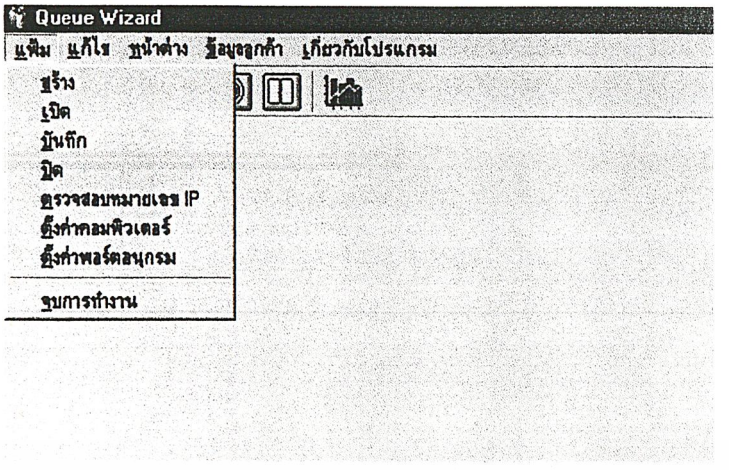
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		ตั้งค่าคอมพิวเตอร์	Computer Setup
		ตั้งค่าพอร์ตอนุกรม	Serial Port Setup
		จบการทำงาน	Exit
แก้ไข	Edit	เพิ่มผู้ใช้	Add New User
		เปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน	Change Password
		เปลี่ยนแปลงรายชื่อบริการ	Change Service Name
		เปลี่ยนเป็นเมนูภาษาอังกฤษ	Change to Thai Menu
หน้าต่าง	Window	ส่วนลูกค้า	Customer Screen
		ส่วนเรียกคิว	Call Next Queue
		สถานะปัจจุบัน	Current Status
		จำนวนผู้ใช้บริการ	Number of Customers
		ผู้ใช้บริการในคิว	Customer in Waiting Line
		หมายเลขคิวปัจจุบัน	Current Queue Number
ข้อมูลลูกค้า	Customer Database	ตั้งค่าการเชื่อมต่อฐานข้อมูล	Change Database Path
		เพิ่มข้อมูล	Add New Customer
		ลบข้อมูล	Delete Customer Data
		ค้นหาข้อมูล	Search Customer Data
เกี่ยวกับโปรแกรม	About Program	ผู้เขียน	Author
		วิธีใช้	Help

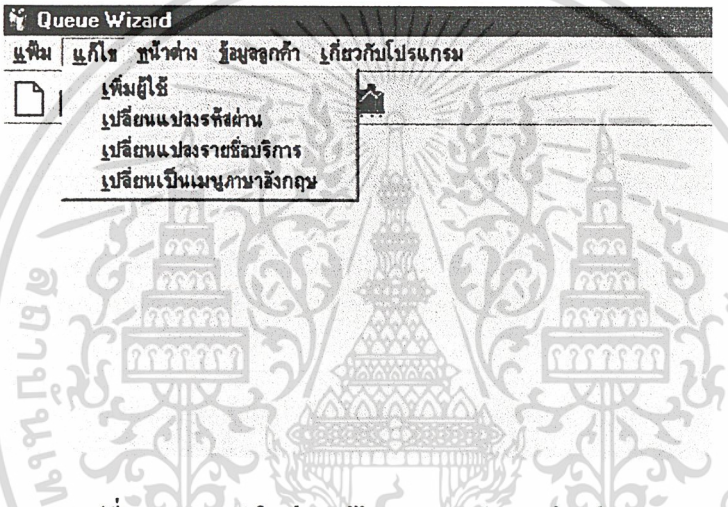


รูปที่ 3.12 เมนูบาร์แบบภาษาไทยและอังกฤษ

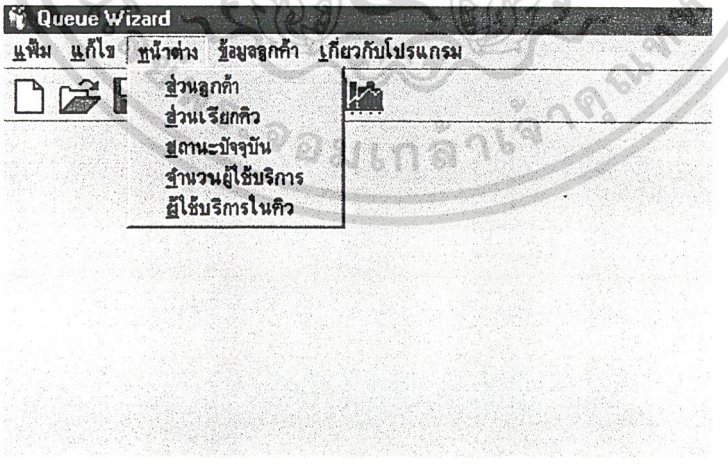
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 เมนูหลักในส่วนแฟ้มแยกออกเป็นเมนูย่อยต่างๆ

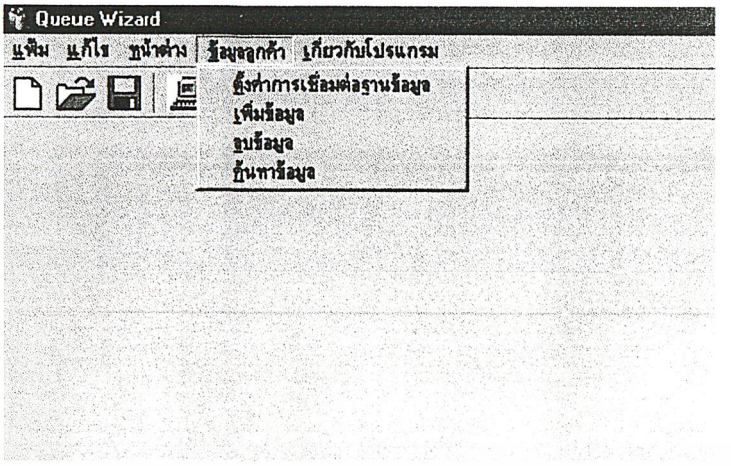


รูปที่ 3.14 เมนูหลักในส่วนแก้ไขแยกออกเป็นเมนูย่อยต่างๆ



รูปที่ 3.15 เมนูหลักในส่วนหน้าต่างแยกออกเป็นเมนูย่อยต่างๆ

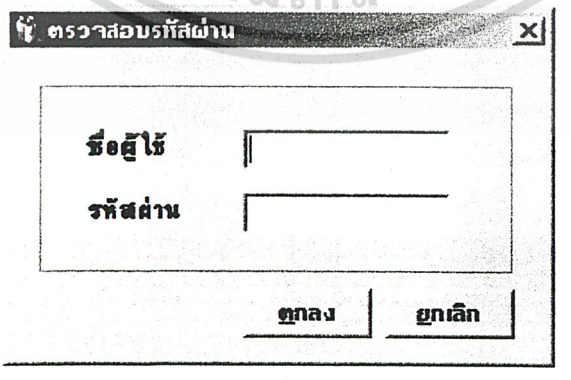
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 เมนูหลักในส่วนข้อมูลลูกค้าแยกออกเป็นเมนูย่อยต่างๆ

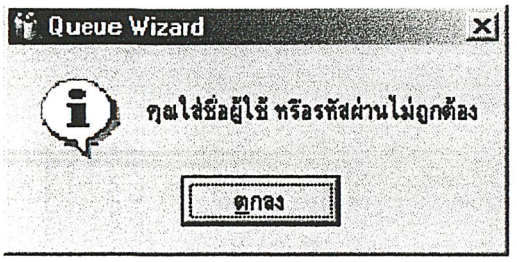
รูปที่ 3.17 เมนูหลักในส่วนเกี่ยวกับโปรแกรมแยกออกเป็นเมนูย่อยต่างๆ

3) การตรวจสอบชื่อผู้ใช้ (User Name) และรหัสผ่าน (Password) ถ้ามีการกรอกข้อมูลไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะแสดงกล่องข้อความเตือน



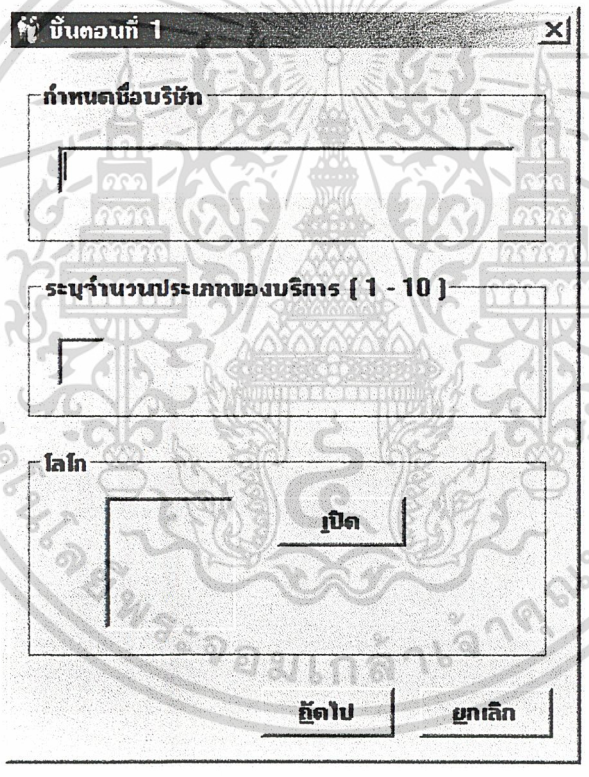
รูปที่ 3.18 หน้าต่างสำหรับตรวจสอบผู้ใช้และรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 กล่องข้อความเตือนเมื่อชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง

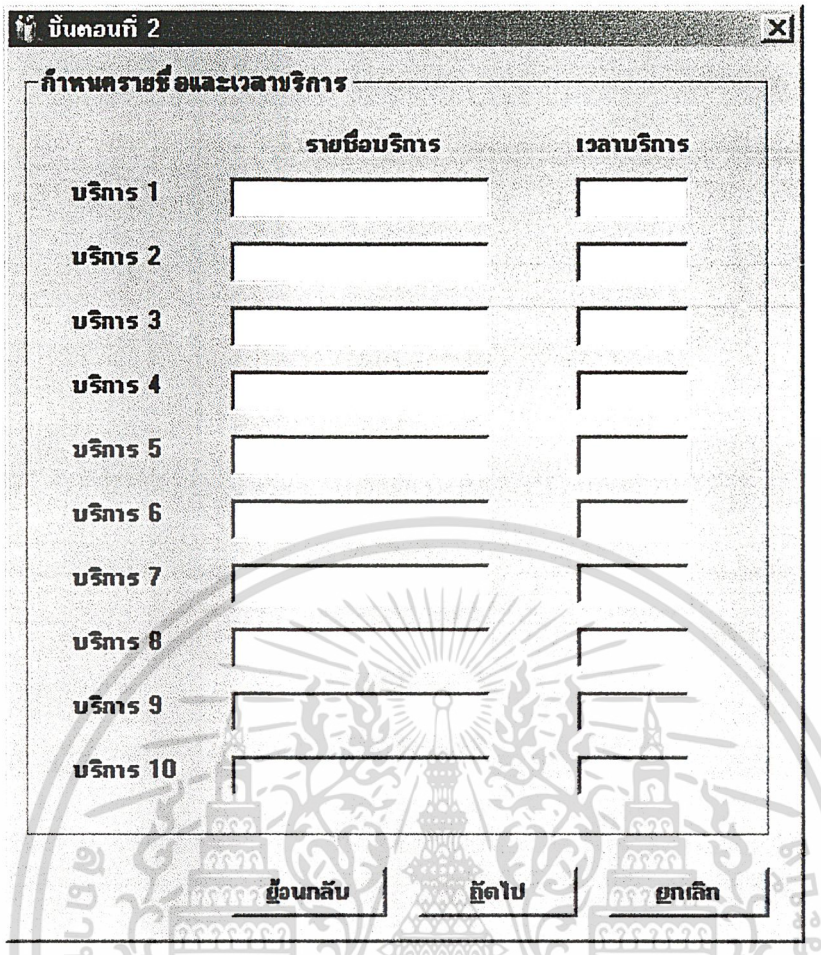
4) เริ่มต้นสร้างรูปแบบบริการ ขั้นตอนที่ 1 กรอกรายละเอียดชื่อบริษัท จำนวนประเภทของการให้บริการตั้งแต่ 1 ถึง 10 บริการ และโลโกของบริษัท (ชื่อบริษัทและโลโกจะปรากฏในส่วนของหน้าจอสำหรับกดเลือกประเภทบริการของลูกค้า) ซึ่งเมื่อกดปุ่มเปิดจะมีหน้าต่างของที่เก็บไฟล์ขึ้นมาให้เลือกที่อยู่ของรูปภาพหรือโลโก



รูปที่ 3.20 หน้าต่างสำหรับสร้างรูปแบบบริการในขั้นตอนที่ 1

5) ขั้นตอนที่ 2 การกรอกรายชื่อของบริการและเวลาของแต่ละบริการ โดยจำนวนของช่องว่างที่มีจะเท่ากับจำนวนของบริการที่ระบุไว้จากขั้นตอนที่ 1

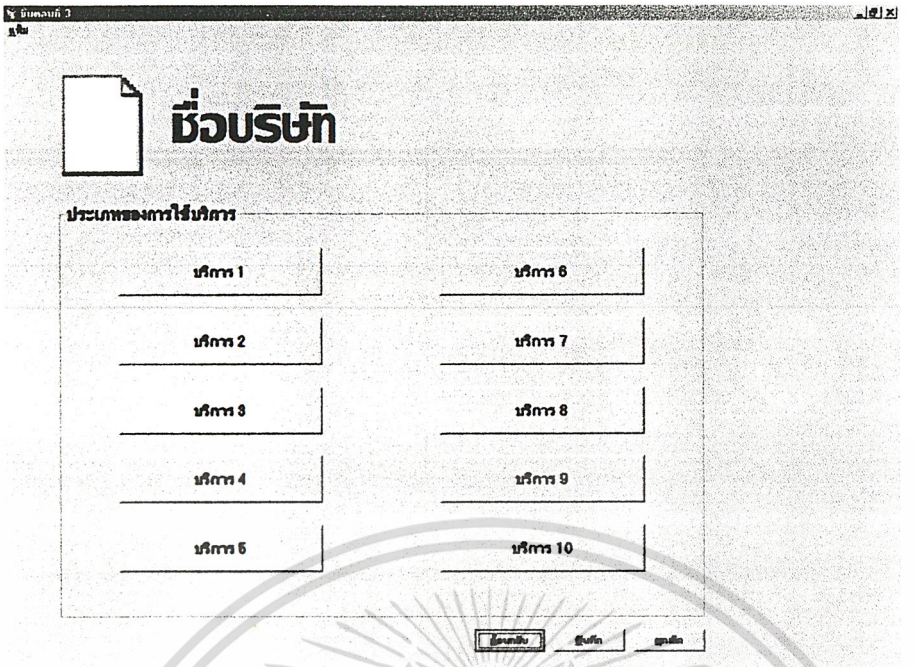
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



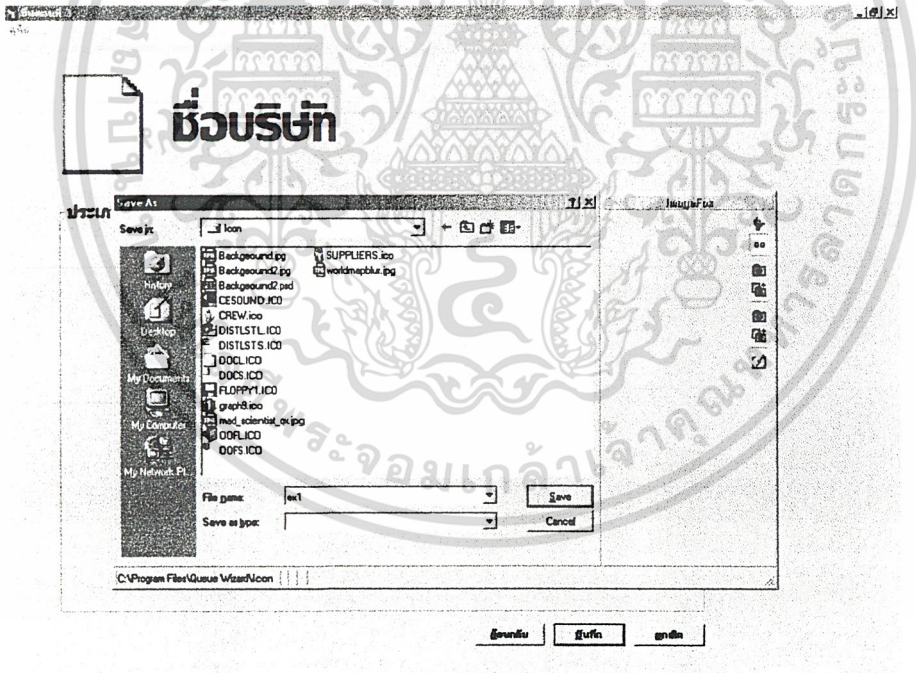
รูปที่ 3.21 หน้าต่างสำหรับสร้างรูปแบบบริการในขั้นตอนที่ 2

6) ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบรายชื่อบริการบนปุ่มกด และทำการบันทึก จำนวนของปุ่มกดจะมีจำนวนเท่ากับจำนวนบริการที่ระบุไว้ตั้งแต่ 1 ถึง 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



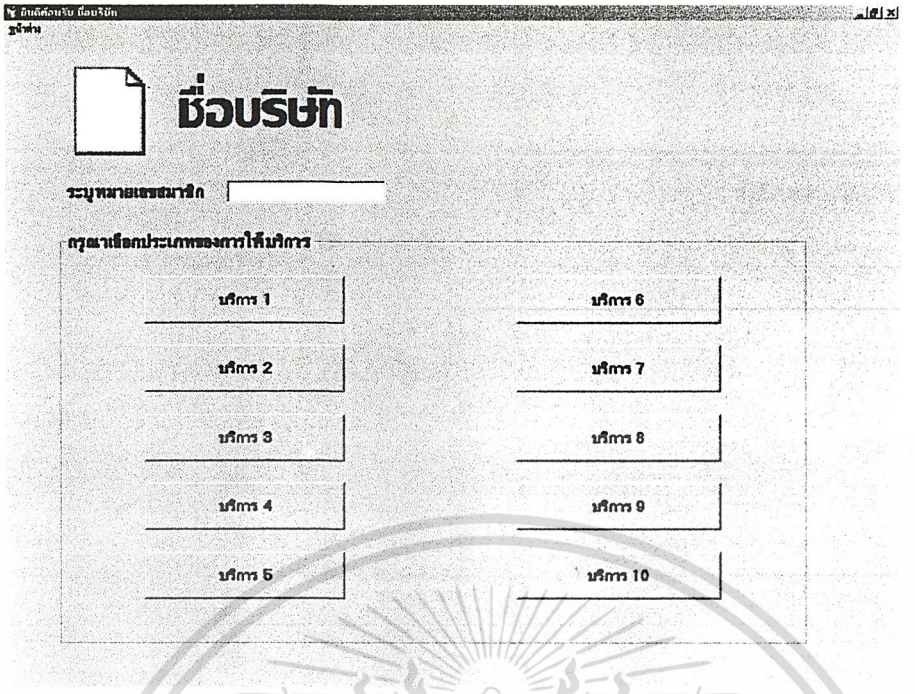
รูปที่ 3.22 หน้าต่างสำหรับสร้างรูปแบบบริการในขั้นตอนที่ 3



รูปที่ 3.23 หน้าต่างสำหรับบันทึกรูปแบบบริการที่ได้สร้างขึ้น

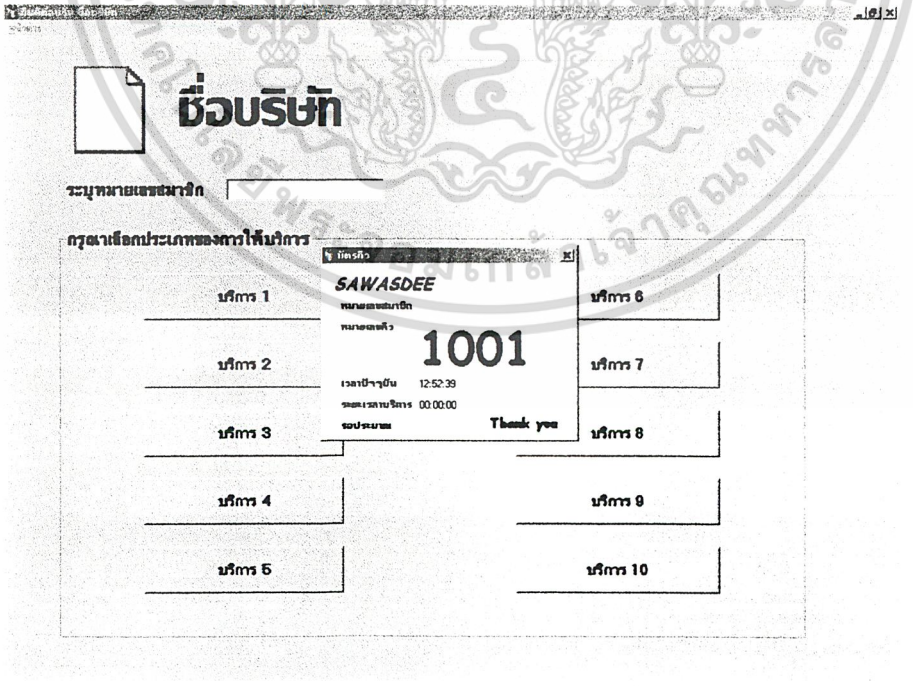
7) รูปแบบหน้าจอสำหรับกดเลือกบริการของลูกค้าที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย โลโก ชื่อบริษัท พื้นที่สำหรับกรอกหมายเลขสมาชิก และปุ่มกดตามจำนวนของบริการที่ระบุไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 หน้าจอสำหรับกดเลือกบริการของลูกค้าที่สร้างขึ้น

8) รูปแบบของบัตรคิวที่ลูกค้าจะได้รับภายหลังจากการกดเลือกประเภทที่จะเข้ารับบริการ โดยบนบัตรคิวจะพบตัวเลข 4 ตัว ตัวแรกหมายถึงบริการประเภทที่ 1 (ปุ่มกดที่ 1) ซึ่งลูกค้าสามารถตรวจสอบความถูกต้องของการกดได้ ตัวเลข 3 ตัวหลังบอกถึงหมายเลขลำดับของลูกค้า (หมายเลข 001 หมายถึง ลำดับที่ 1)

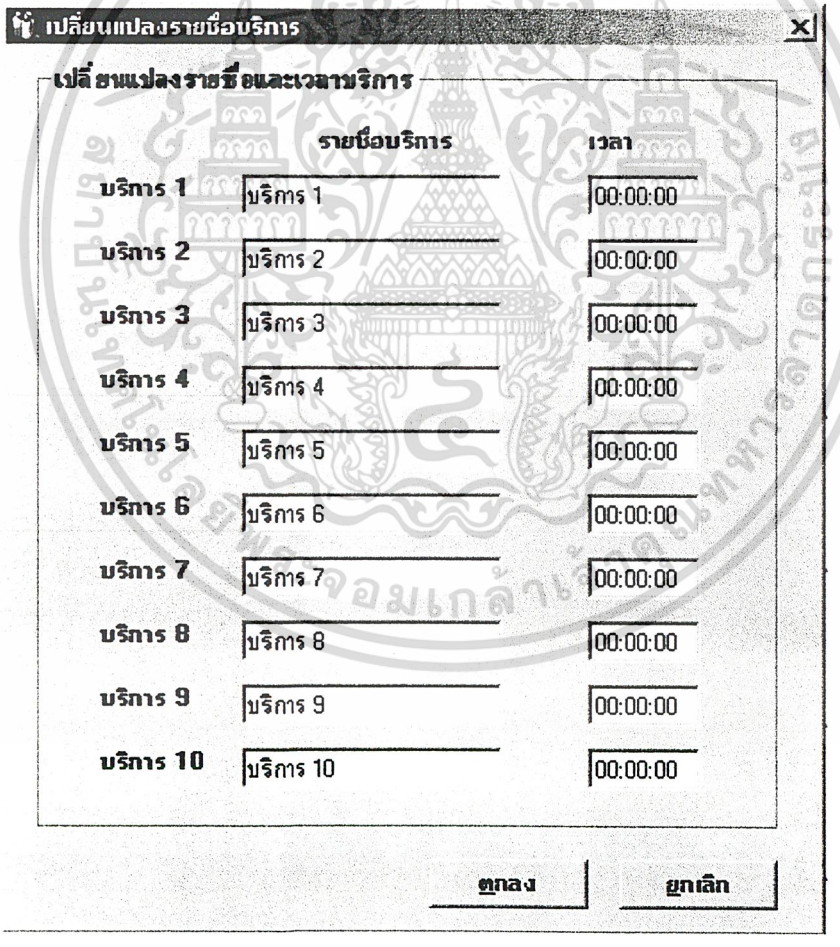


รูปที่ 3.25 รูปแบบของบัตรคิวที่ลูกค้าจะได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.25 บัตรคิวซึ่งแสดงหมายเลขคิว

9) หน้าต่างสำหรับการแก้ไขรายชื่อและเวลาการให้บริการ



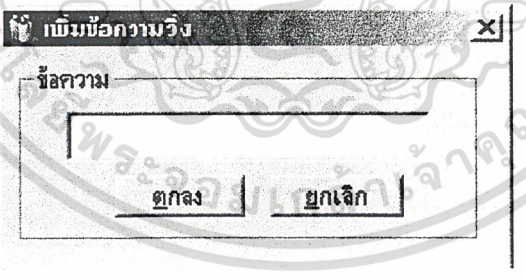
รูปที่ 3.26 หน้าต่างสำหรับการแก้ไขรายชื่อบริการและเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) หน้าต่างแสดงจำนวนผู้รอใช้บริการในระบบ

รูปที่ 3.27 หน้าต่างแสดงจำนวนผู้รอใช้บริการในระบบ

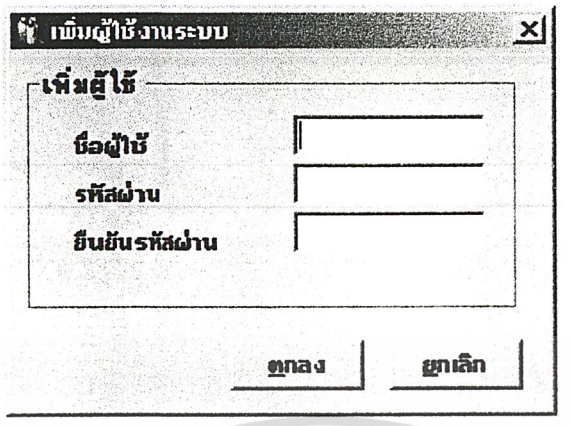
11) การเพิ่มข้อความวิ่งบนหน้าจอลูกค้า



รูปที่ 3.28 หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อความวิ่งบนหน้าจอลูกค้า

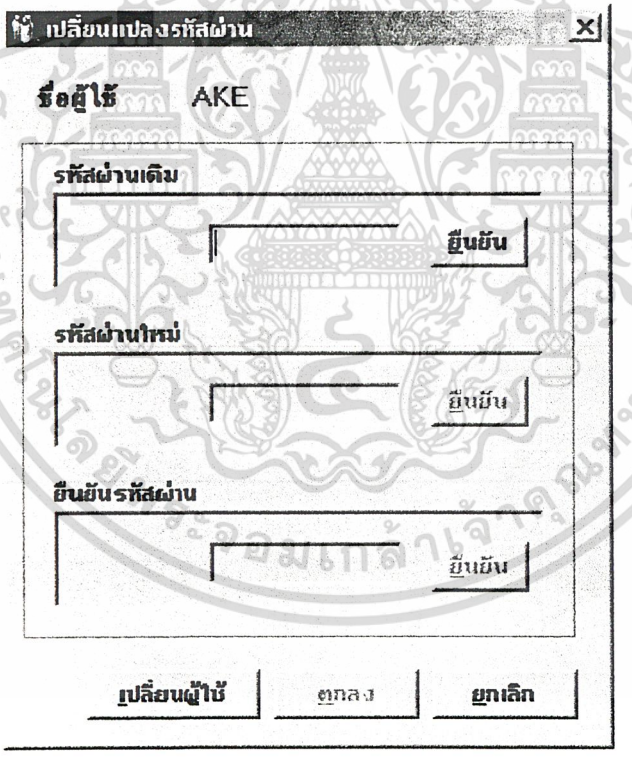
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) การเพิ่มผู้ใช้ระบบ โดยกรอกชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน และยืนยันรหัสผ่าน



รูปที่ 3.29 หน้าต่างสำหรับเพิ่มผู้ใช้งานระบบ

13) หน้าต่างการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน

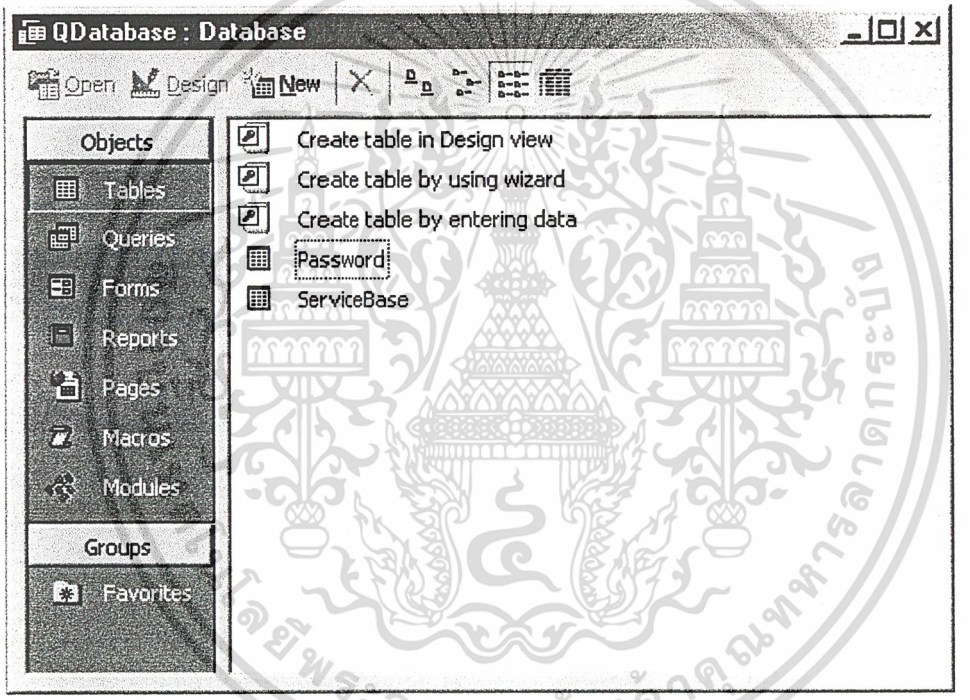


รูปที่ 3.30 หน้าต่างสำหรับเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

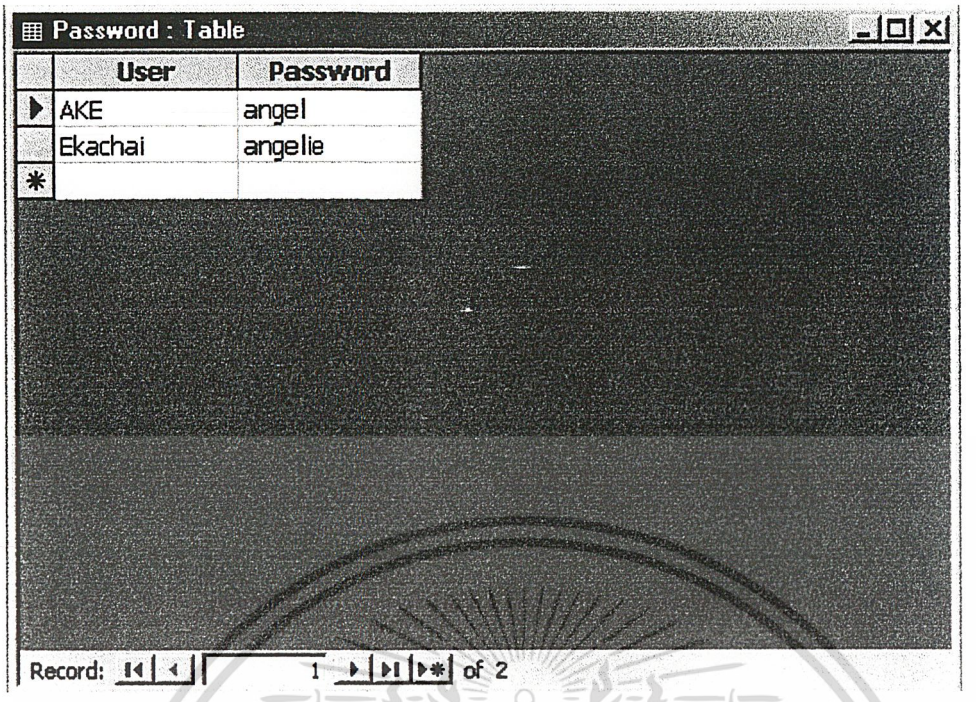
รูปที่ 3.31 หน้าต่างสำหรับเปลี่ยนแปลงชื่อผู้ใช้

14) ฐานข้อมูลใน Microsoft Access 2000 ประกอบด้วยส่วนของข้อมูลรหัสผ่าน และข้อมูลของผู้ใช้บริการในระบบคิว

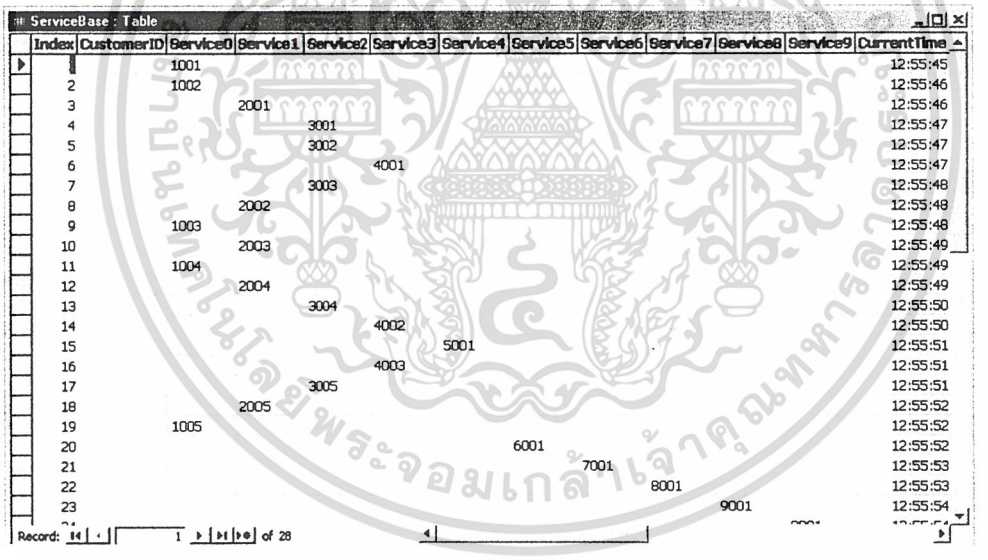


รูปที่ 3.32 หน้าจอแสดงฐานข้อมูลใน Microsoft Access 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



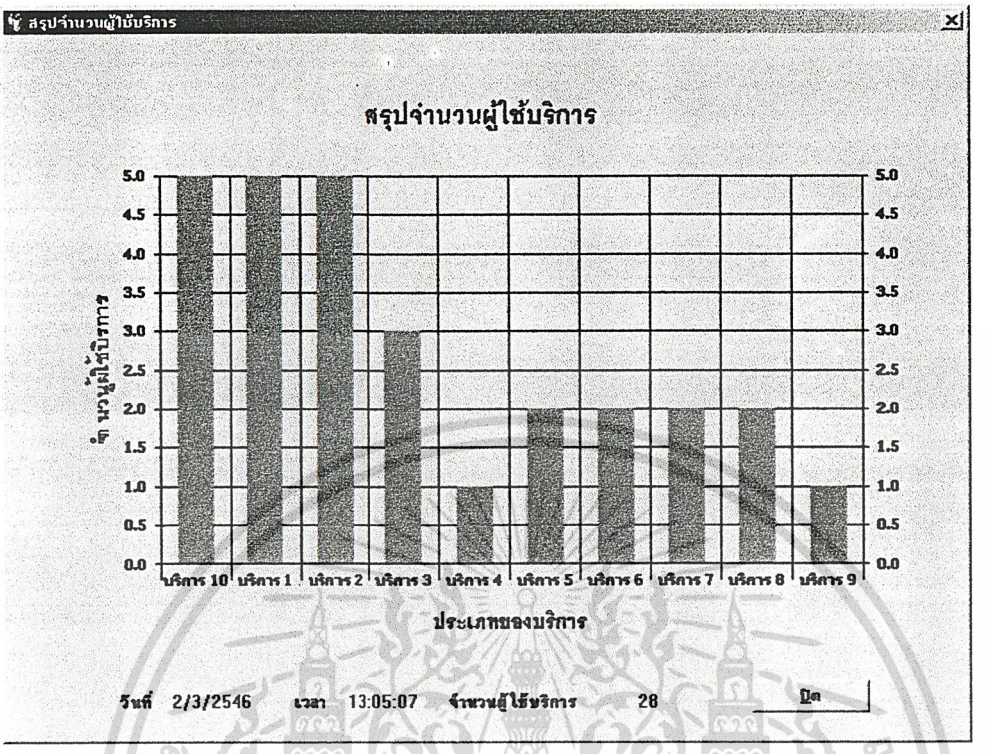
รูปที่ 3.33 หน้าจอแสดงฐานข้อมูลในส่วนของข้อมูลรหัสผ่าน



รูปที่ 3.34 หน้าจอแสดงฐานข้อมูลในส่วนของข้อมูลผู้ใช้บริการในระบบคิว

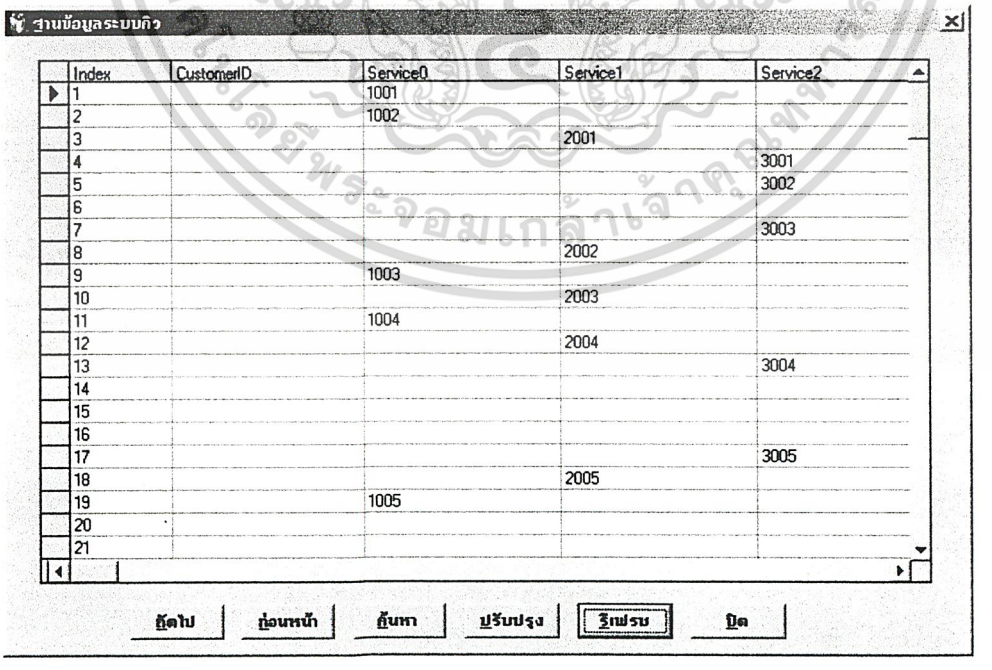
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15) กราฟแสดงจำนวนผู้ใช้บริการในระบบ



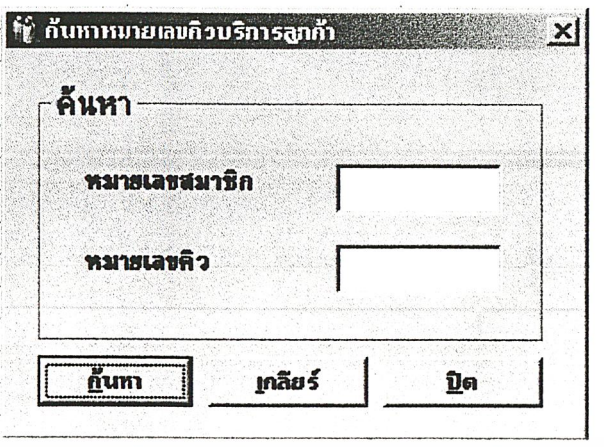
รูปที่ 3.35 กราฟแสดงจำนวนผู้ใช้บริการในระบบ

16) หน้าต่างแสดงฐานข้อมูลบนโปรแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

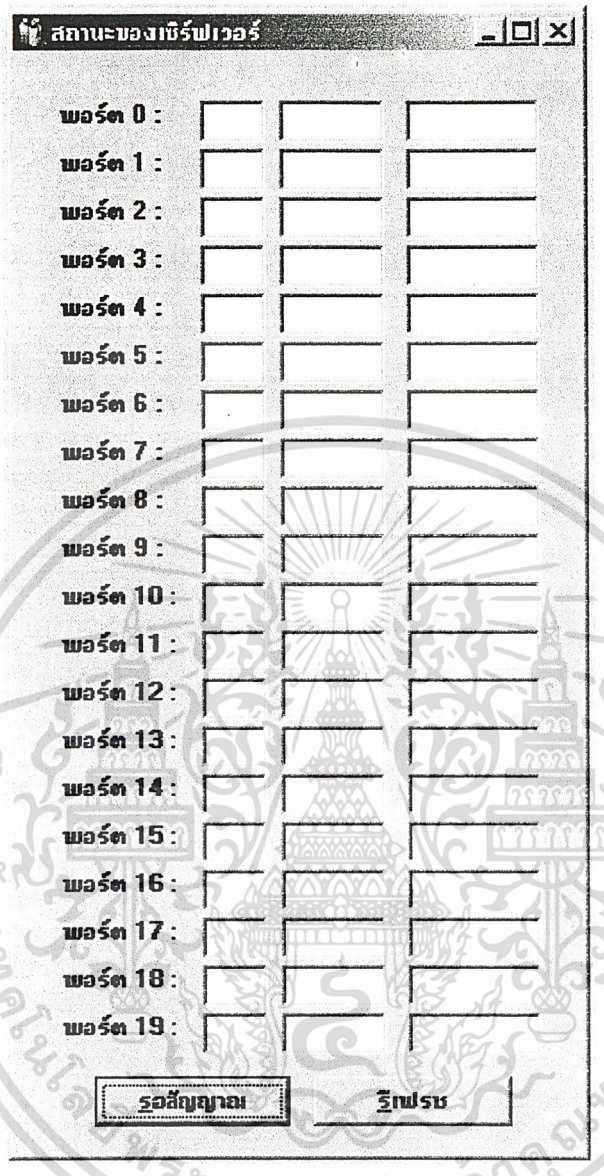
รูปที่ 3.36 หน้าต่างแสดงฐานข้อมูลบนโปรแกรม



รูปที่ 3.37 หน้าต่างแสดงการค้นหาหมายเลขคิวของลูกค้า

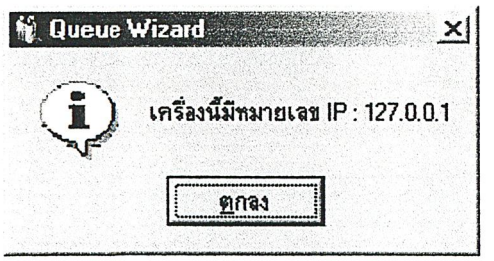
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17) หน้าต่างการตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (LAN) ของเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 3.38 หน้าต่างการตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (LAN) ของเซิร์ฟเวอร์

18) กล่องข้อความแสดงหมายเลขตำแหน่งที่อยู่ (IP Address) ของคอมพิวเตอร์

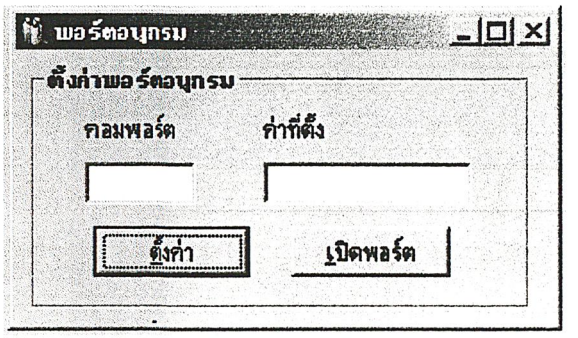


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

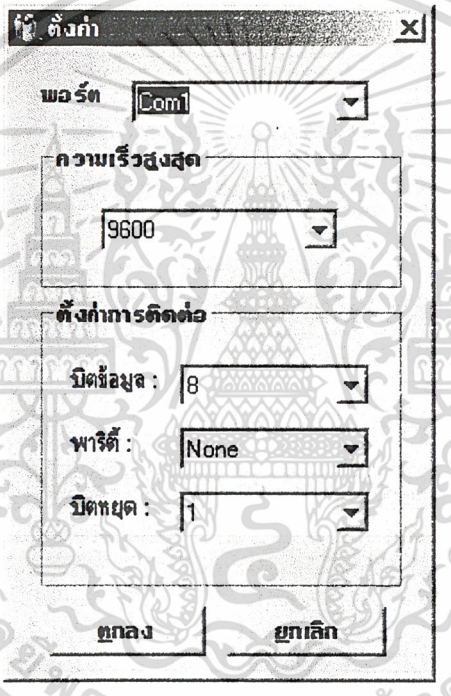
รูปที่ 3.39 กล่องข้อความแสดงหมายเลขตำแหน่งที่อยู่ (IP Address) ของคอมพิวเตอร์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19) หน้าต่างการตั้งค่าพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ของคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.40 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าพอร์ตอนุกรมและเปิดพอร์ต



รูปที่ 3.41 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าต่างๆ พอร์ตอนุกรม

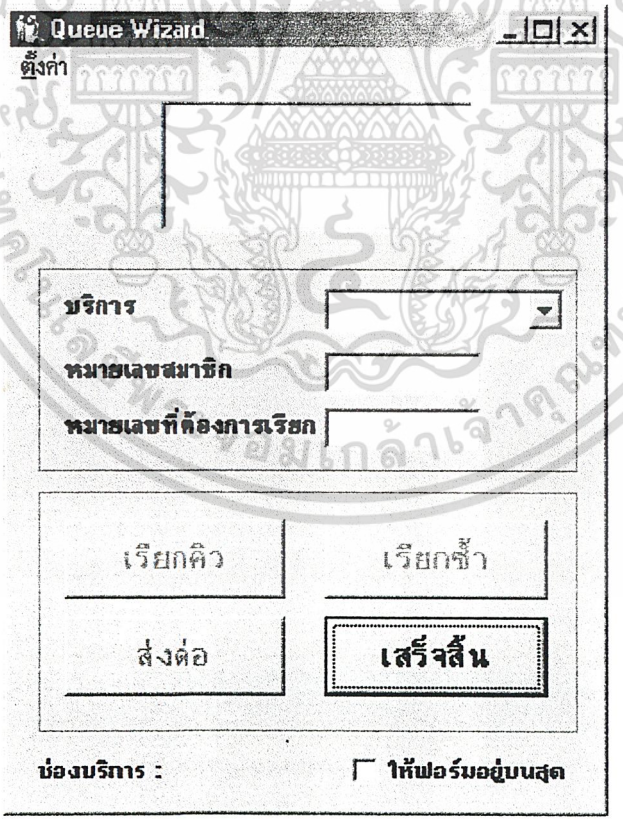
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20) หน้าต่างข้อมูลเกี่ยวกับผู้เขียน

รูปที่ 3.42 หน้าต่างแสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้เขียน

โปรแกรมส่วนของช่องบริการ (Client)

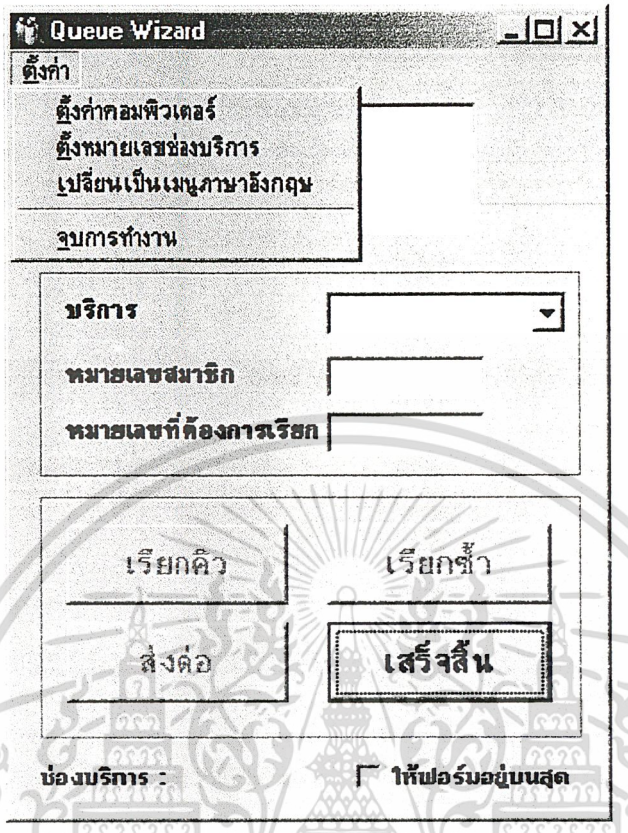
1) หน้าจอโปรแกรมเริ่มต้น



รูปที่ 3.43 หน้าจอโปรแกรมเริ่มต้นของช่องบริการ (Client)

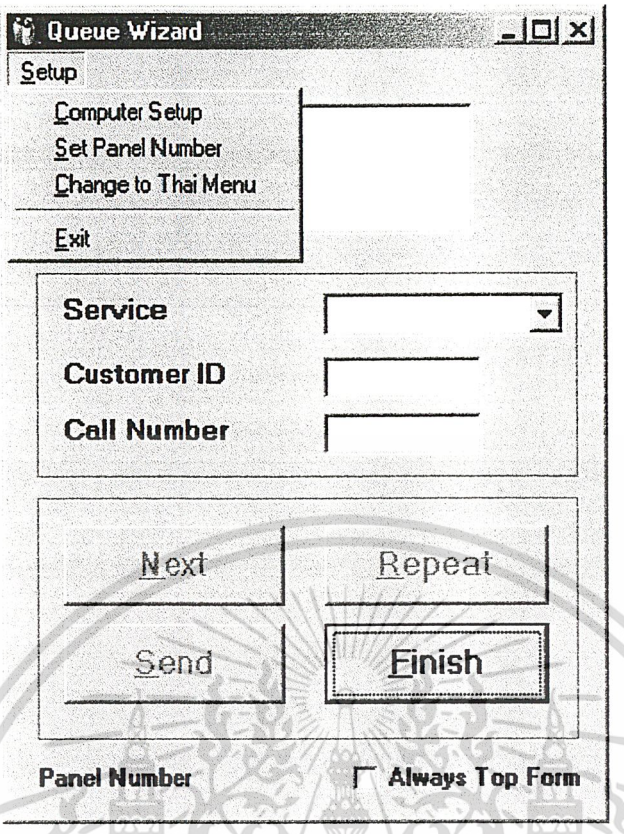
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน้าต่างโปรแกรมภาษาไทยและภาษาอังกฤษ



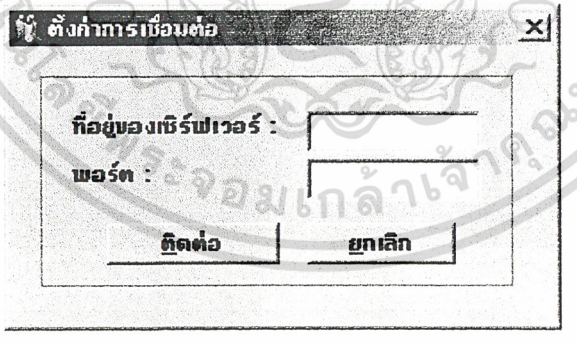
รูปที่ 3.44 หน้าต่างโปรแกรมภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.45 หน้าต่างโปรแกรมภาษาอังกฤษ

3) การตั้งค่าการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ โดยระบุหมายเลขตำแหน่งที่อยู่ของเซิร์ฟเวอร์ (IP Address) และหมายเลขพอร์ต และเมื่อติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ได้แล้วจะแสดงกล่องข้อความแสดงสถานะ

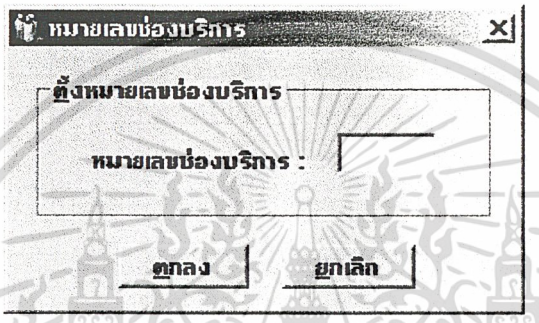


รูปที่ 3.46 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.47 กล่องข้อความแสดงสถานะการเชื่อมต่อ

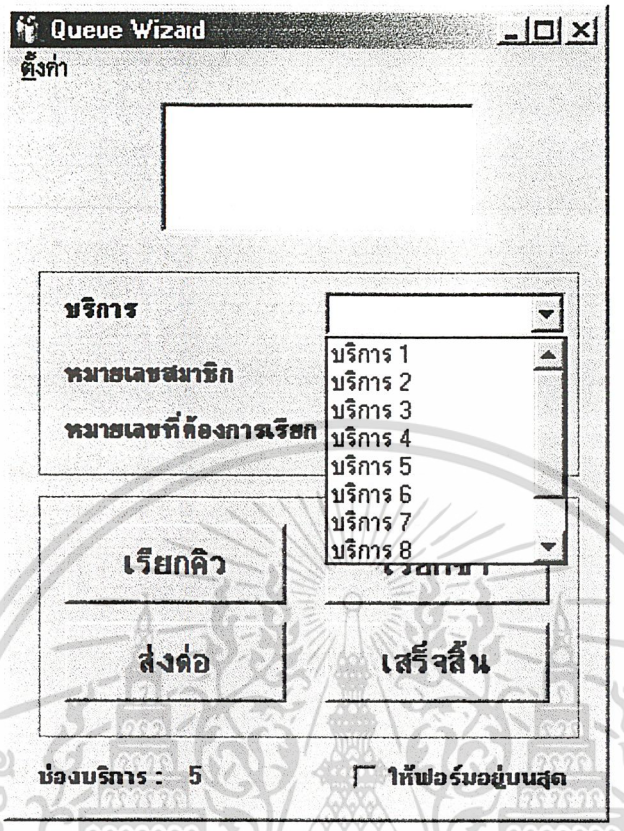
4) การตั้งค่าหมายเลขของช่องบริการ



รูปที่ 3.48 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าหมายเลขของช่องบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

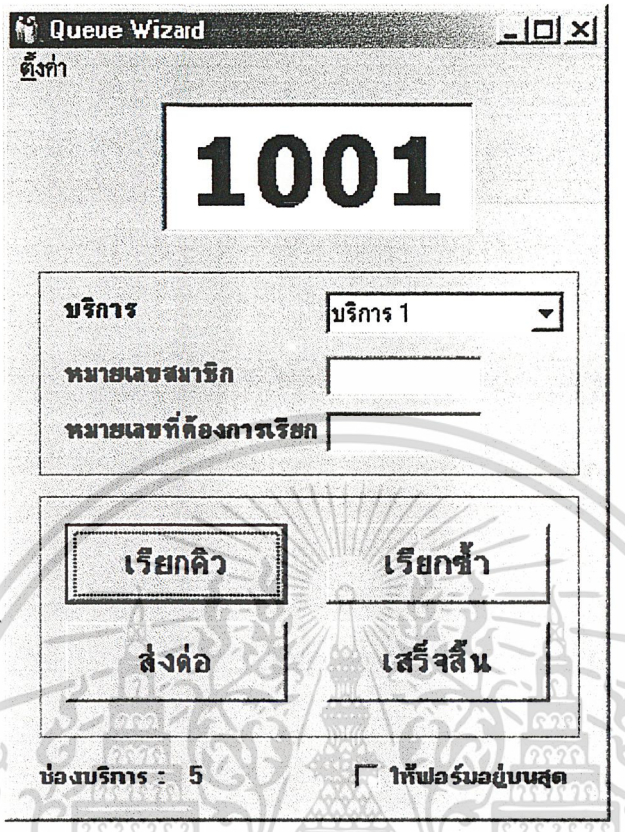
5) เมื่อติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แล้วจะสามารถเลือกรายชื่อบริการที่สามารถให้บริการได้



รูปที่ 3.49 หน้าต่างสำหรับเลือกรายชื่อบริการที่สามารถให้บริการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) เมื่อกดปุ่มเรียกคิวจะมีหมายเลขคิวแสดงบนหน้าจอ และหมายเลขสมาชิก (ถ้ามีข้อมูล)



รูปที่ 3.50 หน้าต่างแสดงหมายเลขคิวเมื่อกดปุ่มเรียกคิว

7) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงประเภทของการให้บริการจะต้องใส่รหัสผ่านทุกครั้ง

รูปที่ 3.51 หน้าต่างแสดงการใส่รหัสผ่านเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงประเภทของการให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

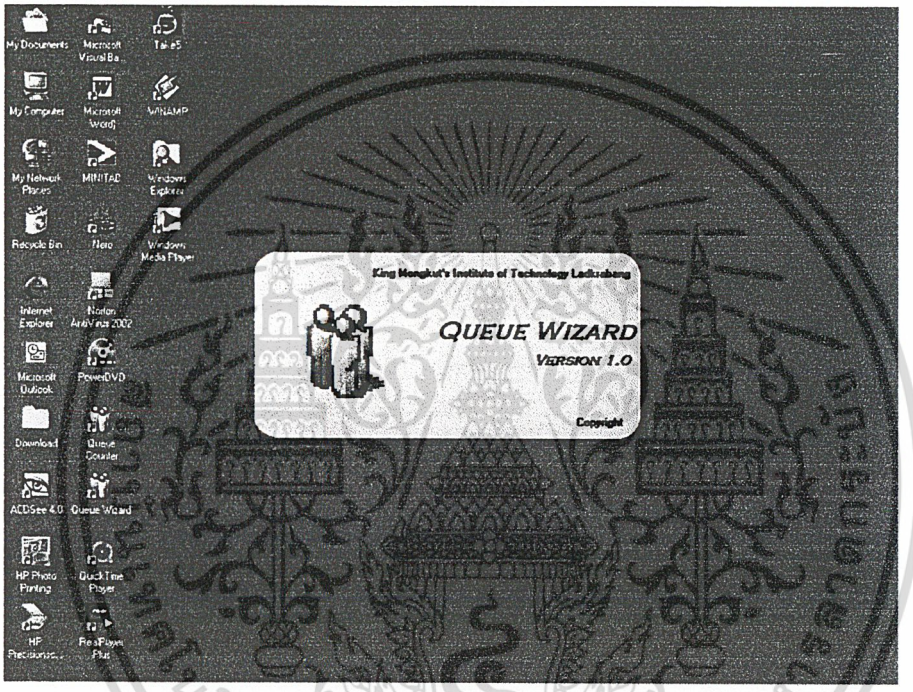
บทที่ 4

การทดลองและทดสอบการใช้งาน

4.1 การทดสอบโปรแกรมส่วนเซิร์ฟเวอร์

การสร้างโปรแกรมส่วนเซิร์ฟเวอร์เป็นการสร้างรูปแบบเฉพาะของโปรแกรมเพื่อใช้งานในหน่วยงานนั้นๆ ทำโดยขั้นตอนดังนี้

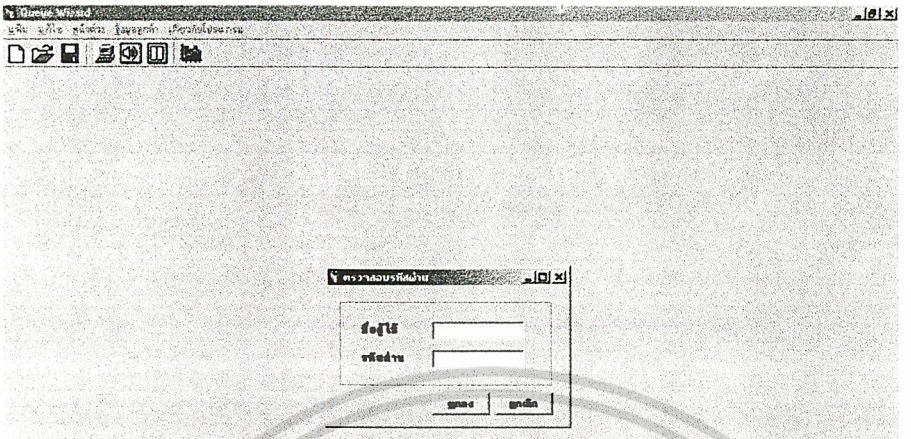
1) เริ่มต้นเปิดโปรแกรม Start → Programs → Queue Wizard



รูปที่ 4.1 หน้าจอแสดงการเข้าสู่โปรแกรม Queue Wizard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ใส่ชื่อผู้ใช้ (User Name) และรหัสผ่าน (Password)



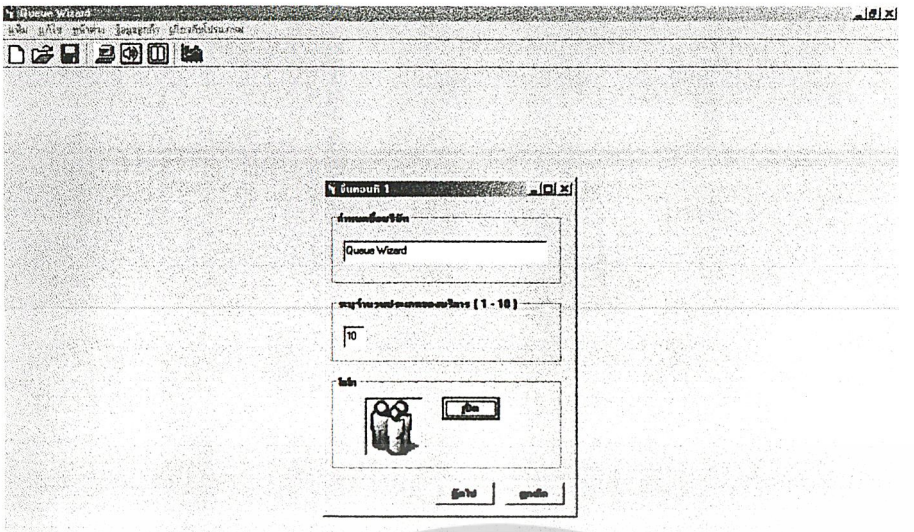
รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงการใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อใช้งานโปรแกรม

3) เริ่มต้นสร้างรูปแบบบริการ ขั้นตอนที่ 1 กรอกรายละเอียดชื่อบริษัท จำนวนประเภทของการให้บริการ 10 บริการ และโลโกของบริษัท จากนั้นกดปุ่ม ถัดไป

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่กำหนดในการทดลอง

กำหนดชื่อบริษัท	Queue Wizard
จำนวนประเภทของบริการ	10
โลโก	C:\Program Files\Queue Wizard\Icon\ SUPPLIERS.ico

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



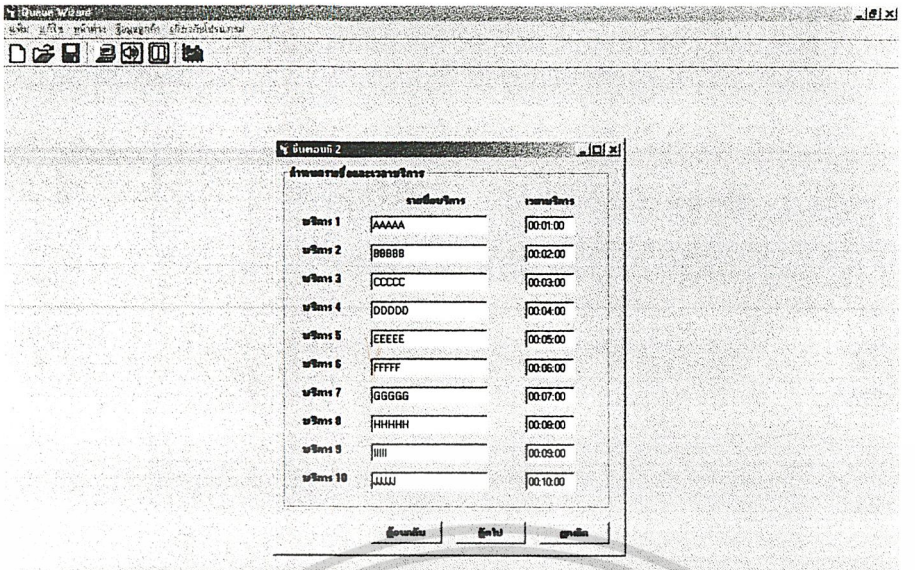
รูปที่ 4.3 หน้าจอแสดงการกรอกข้อมูลต่างๆ ตามที่กำหนดในตาราง

4) ขั้นตอนที่ 2 กรอกรายชื่อของบริการและเวลาของแต่ละบริการ ตามตาราง และกดปุ่ม ถัดไป

ตารางที่ 4.2 รายชื่อของบริการและเวลาของแต่ละบริการที่ใช้ในการทดลอง

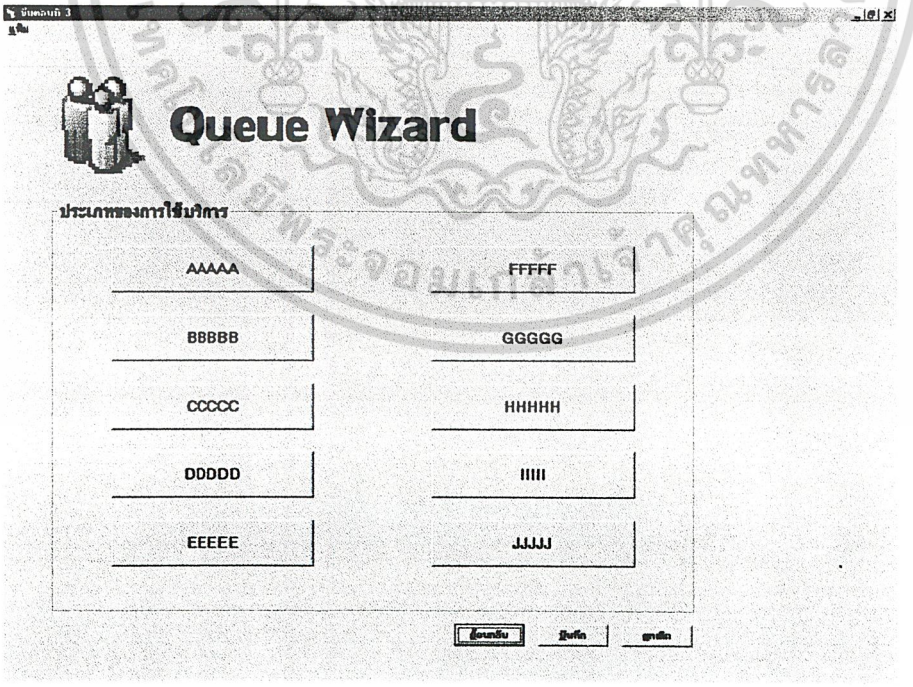
บริการ	รายชื่อบริการ	เวลาบริการ
1	AAAAA	00:01:00
2	BBBBB	00:02:00
3	CCCCC	00:03:00
4	DDDDD	00:04:00
5	EEEEE	00:05:00
6	FFFFF	00:06:00
7	GGGGG	00:07:00
8	HHHHH	00:08:00
9	IIIII	00:09:00
10	JJJJJ	00:10:00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



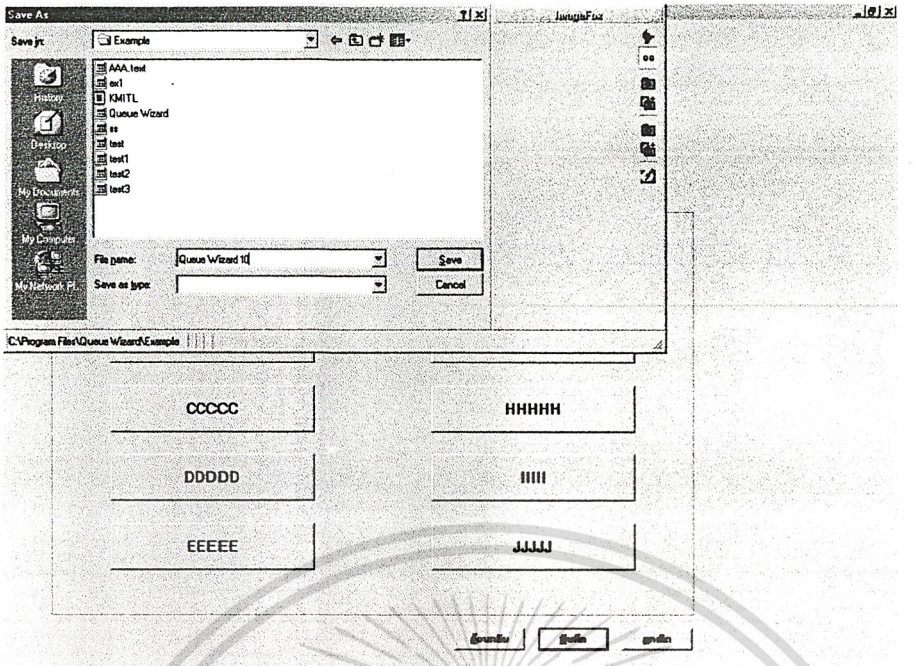
รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงการกรอกรายชื่อของบริการและเวลาของแต่ละบริการตามตาราง

5) ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบรายชื่อบริการบนปุ่มกด และทำการบันทึก โดยกดปุ่ม บันทึก หรือเลือกที่เมนู แฟ้ม → บันทึก → ระบุชื่อไฟล์ → บันทึก หลังจากบันทึก โปรแกรมจะเข้าสู่หน้าจอสำหรับให้ผู้ใช้บริการเข้ามากดเลือกบริการ



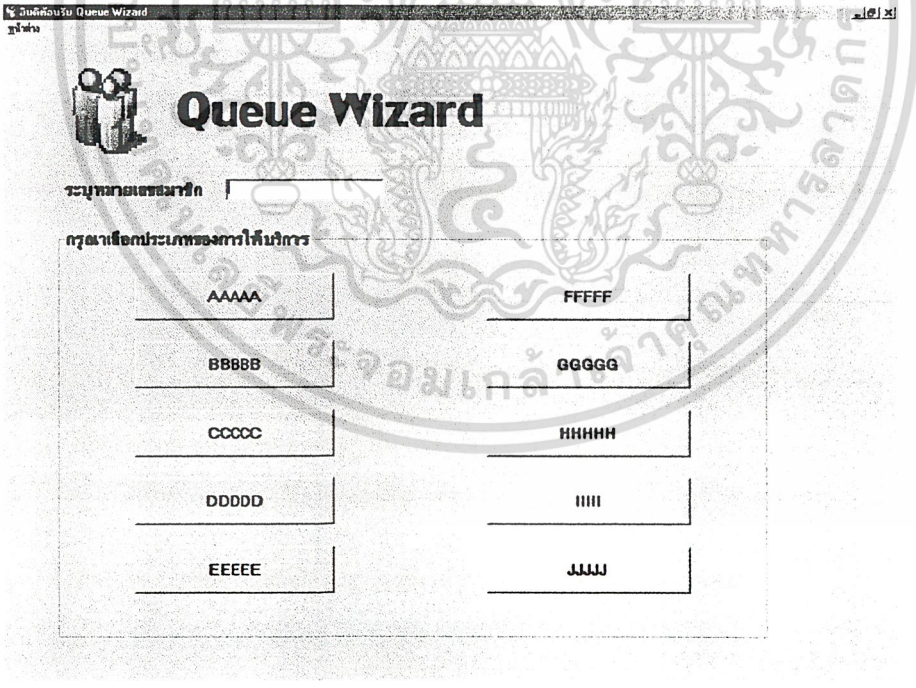
รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงรูปแบบของบริการที่สร้างขึ้นก่อนทำการบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 หน้าต่างสำหรับบันทึกรูปแบบบริการที่สร้างขึ้น

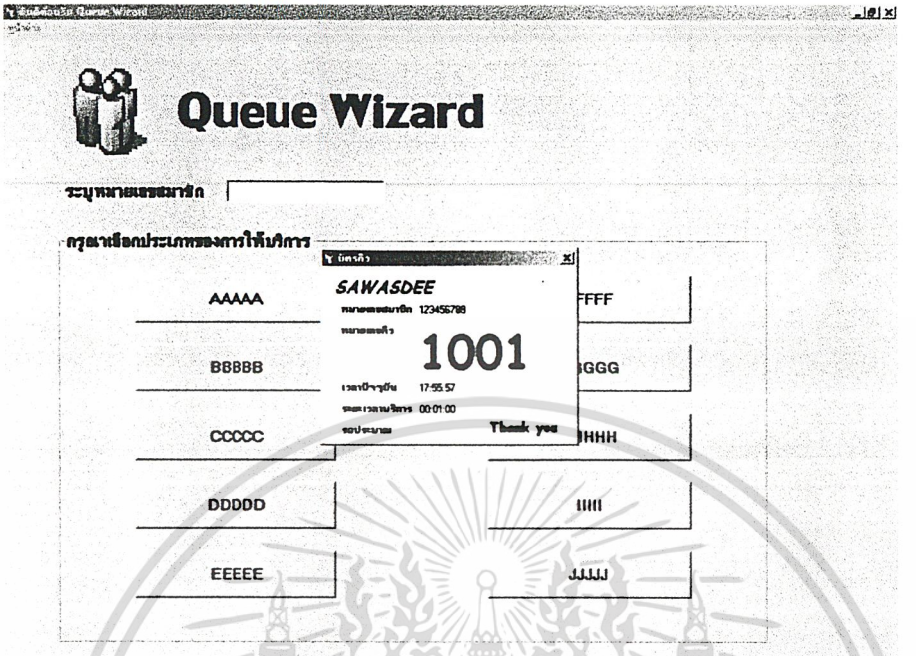
6) รูปแบบหน้าจอสำหรับกดเลือกบริการของลูกค้าที่สร้างขึ้น



รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงรูปแบบหน้าจอสำหรับกดเลือกบริการของลูกค้าที่สร้างขึ้น

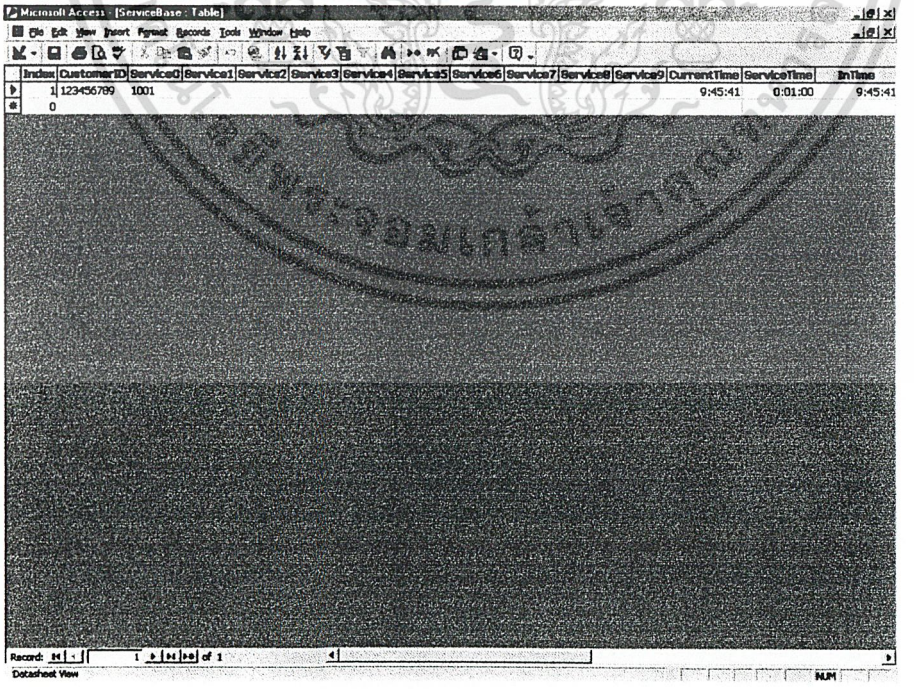
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) กดเลือกประเภทที่จะเข้ารับบริการ โดยระบุหมายเลขสมาชิก 123456789 และกดที่ปุ่มบริการ AAAAA หมายเลขที่ได้รับคือ 1001



รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงบัตรคิวที่จะได้รับหลังจากกดเลือกประเภทที่จะเข้ารับบริการ

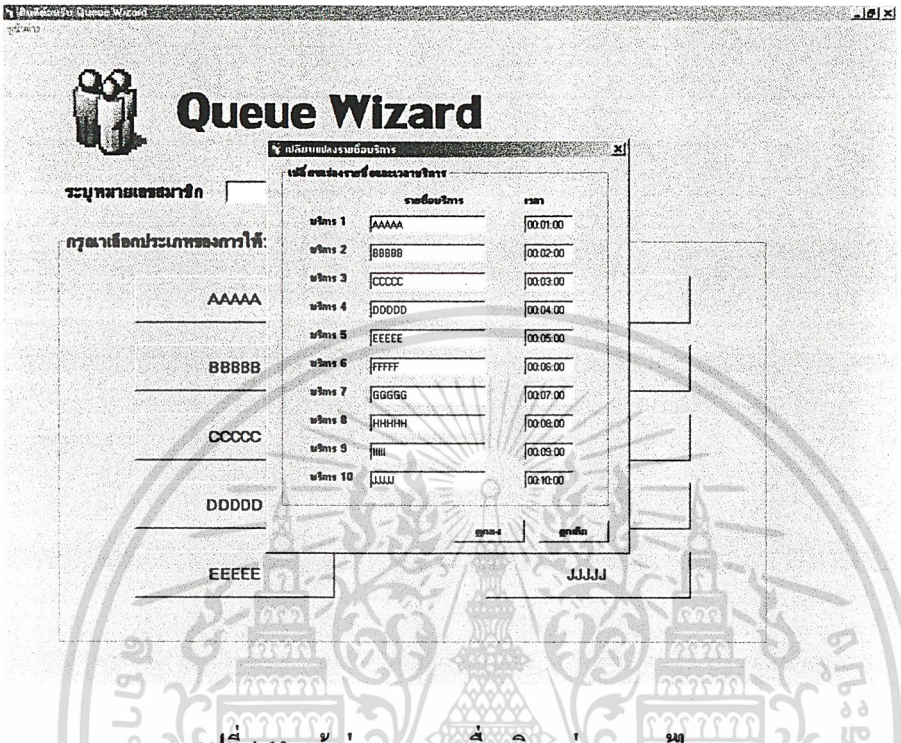
8) ตรวจสอบข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้คือ ลำดับที่ 1 (Index 1) หมายเลขสมาชิก (Customer ID) 123456789 หมายเลขคิว 1001



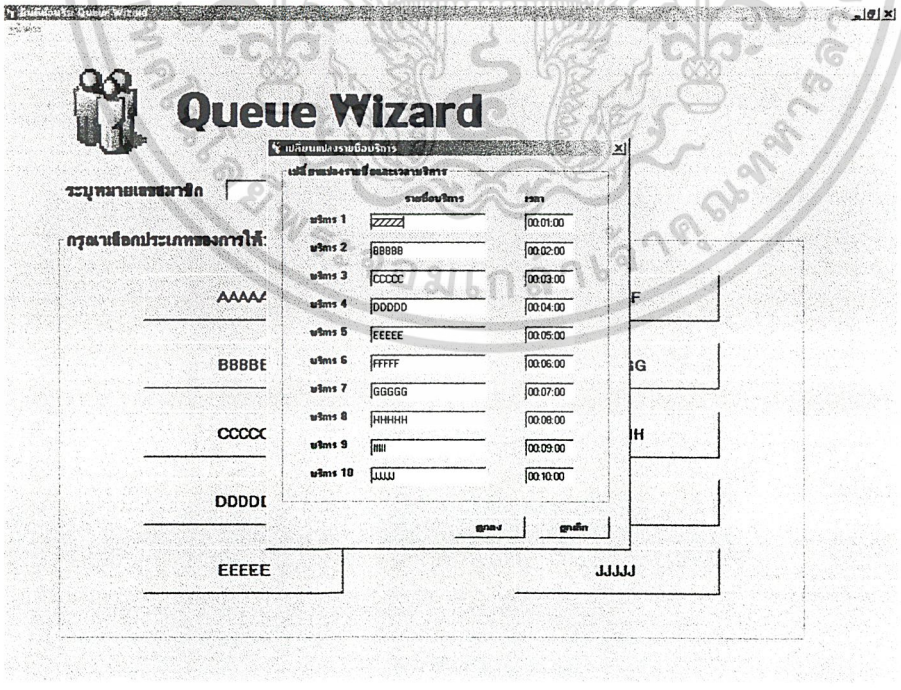
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงข้อมูลที่ถูกค้ากดเลือกเข้ามาจะถูกเก็บในฐานข้อมูล

9) ทดลองแก้ไขรายชื่อบริการโดยเลือกที่เมนู หน้าต่าง → แก้ไข จากนั้นเปลี่ยนรายชื่อบริการบนปุ่ม AAAAA เป็น ZZZZZ กดปุ่มตกลง จะพบว่า รายชื่อบริการบนปุ่มที่ 1 ถูกเปลี่ยนจาก AAAAA เป็น ZZZZZ

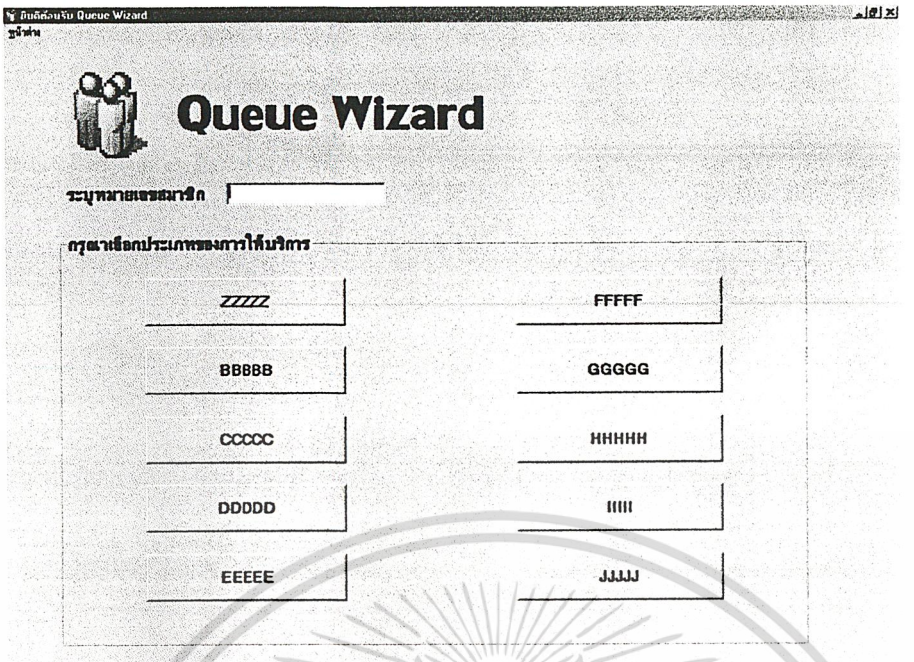


รูปที่ 4.10 หน้าต่างแสดงรายชื่อบริการก่อนการแก้ไข



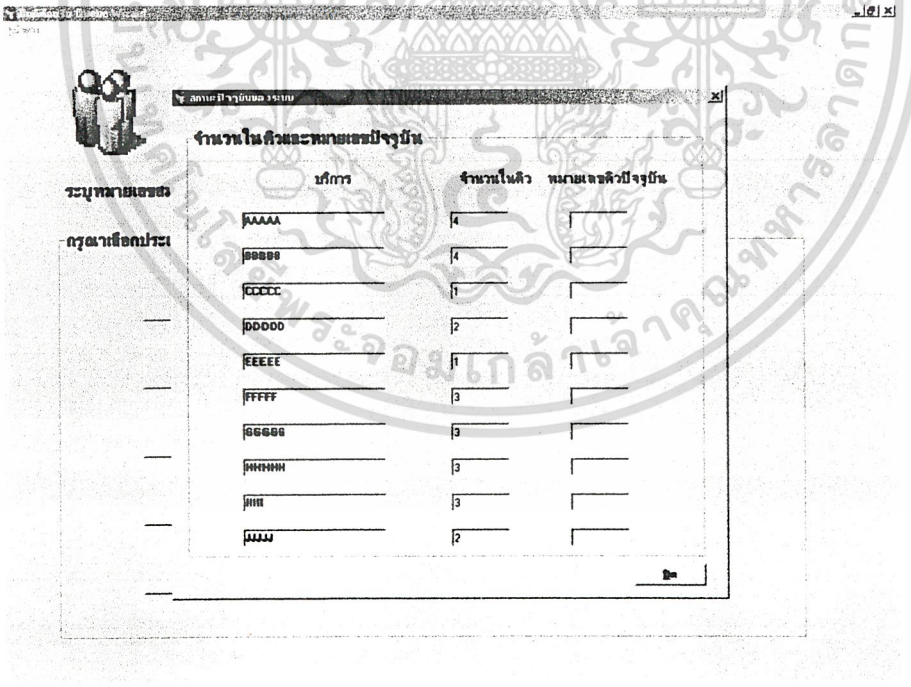
รูปที่ 4.11 หน้าต่างแสดงรายชื่อบริการหลังการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงรายชื่อบริการที่แก้ไขแล้วจาก AAAAA เป็น ZZZZZ

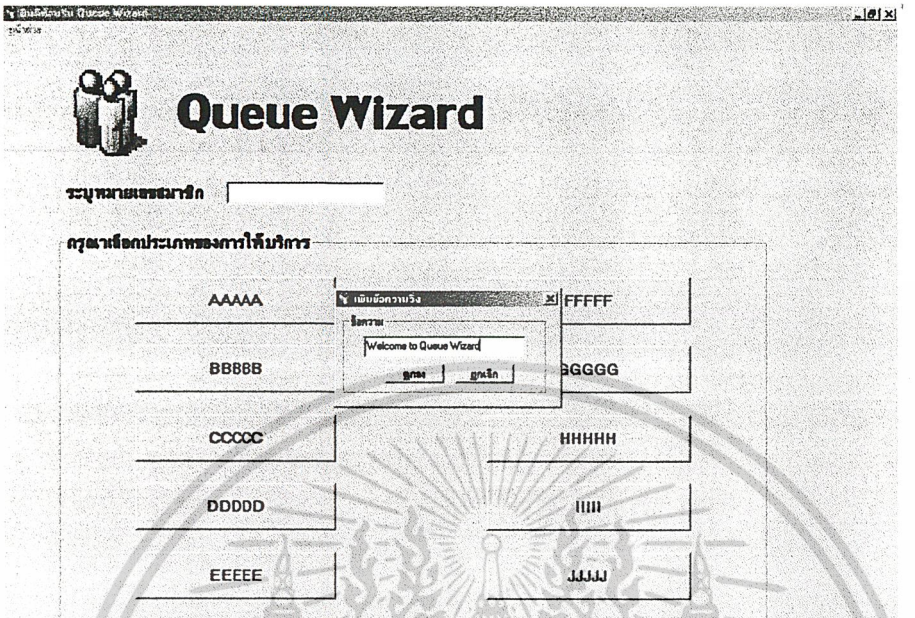
10) ตรวจสอบจำนวนผู้รอใช้บริการในระบบโดยเลือกดูจากเมนู หน้าต่าง → สถานะปัจจุบัน



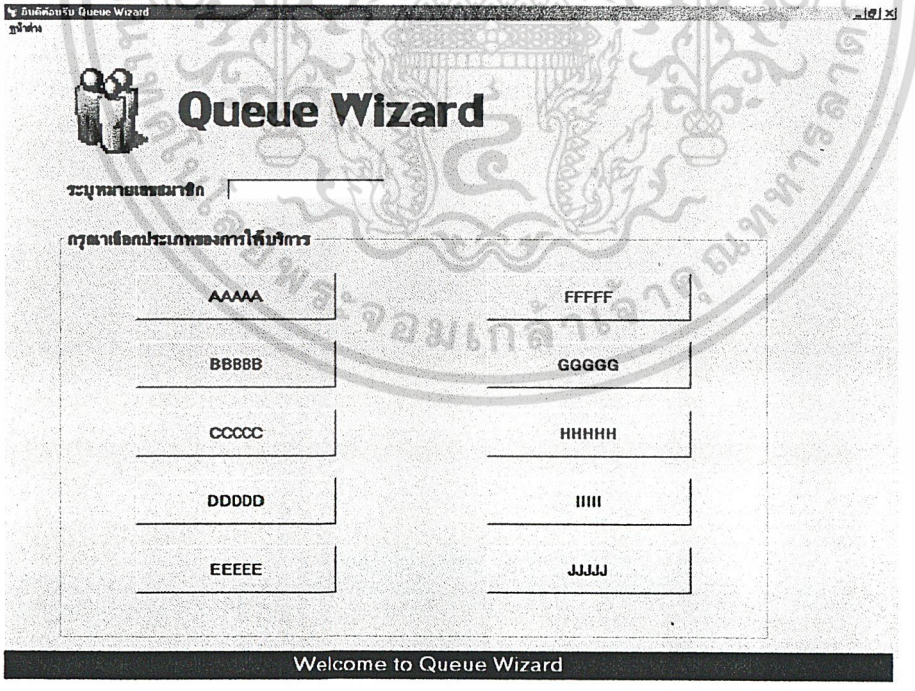
รูปที่ 4.13 หน้าต่างแสดงสถานะปัจจุบันบอกจำนวนผู้รอคิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) การเพิ่มข้อความวิ่งบนหน้าจอลูกค้าโดยเลือกเมนู หน้าต่าง → เพิ่มข้อความวิ่ง → พิมพ์ข้อความ Welcome to Queue Wizard → กดปุ่มตกลง



รูปที่ 4.14 หน้าต่างสำหรับกรอกข้อความวิ่ง



รูปที่ 4.15 หน้าจอแสดงข้อความวิ่ง

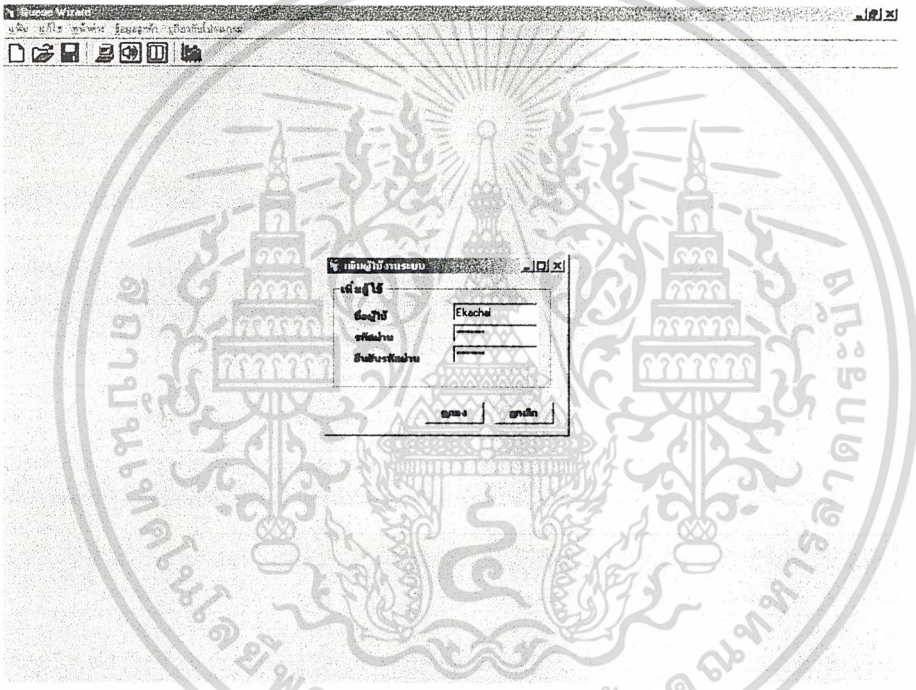
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) การเพิ่มผู้ใช้ระบบ โดยกลับมาที่หน้าจอหลัก เลือกเมนู แก้ไข → เพิ่มผู้ใช้ → กรอกชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน และยืนยันรหัสผ่าน → กดปุ่มตกลง

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ใช้ในการทดลอง

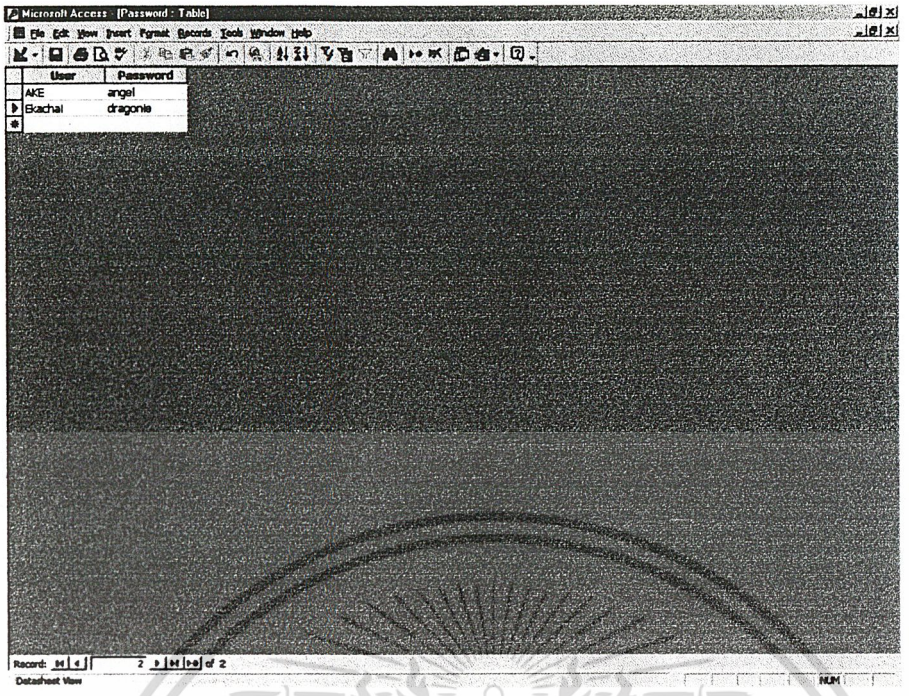
ชื่อผู้ใช้	Ekachai
รหัสผ่าน	dragonie
ยืนยันรหัสผ่าน	dragonie

ข้อมูลจะถูกเก็บในฐานข้อมูลในส่วนของตารางรหัสผ่าน



รูปที่ 4.16 หน้าต่างสำหรับกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเพิ่มผู้ใช้ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงชื่อผู้ใช้ระบบและรหัสผ่านที่ปรากฏในฐานข้อมูล

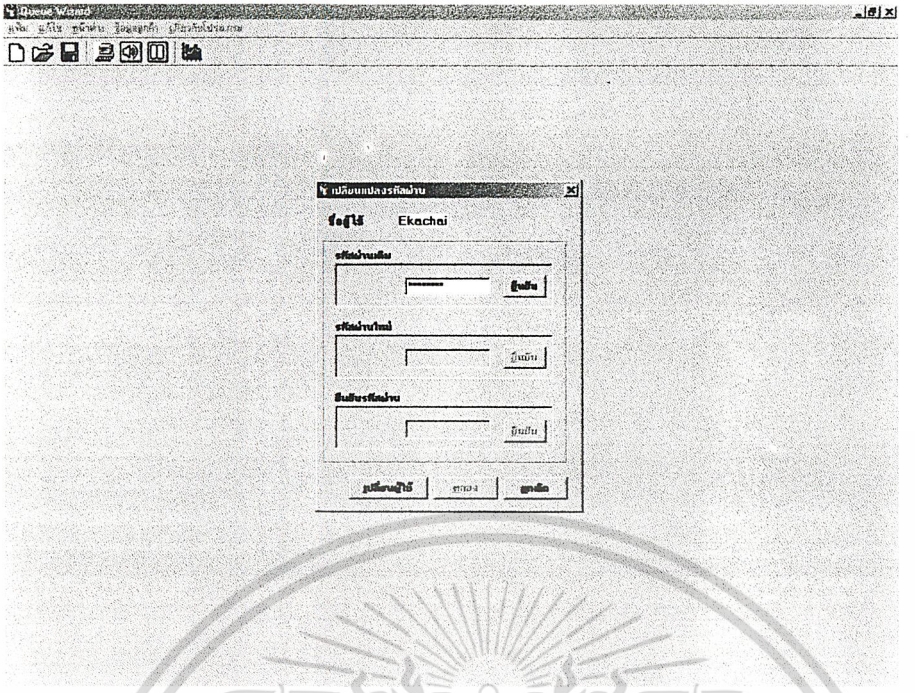
13) การเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน เลือกเมนู แก้ไข → เปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน → พิมพ์รหัสผ่านเดิม → กดปุ่มยืนยัน → พิมพ์รหัสผ่านใหม่ → กดปุ่มยืนยัน → พิมพ์รหัสผ่านใหม่อีกครั้งเพื่อยืนยัน → กดปุ่มยืนยัน → กดปุ่มตกลง

ตารางที่ 4.4 รหัสผ่านใหม่ที่ใช้ในการทดลอง

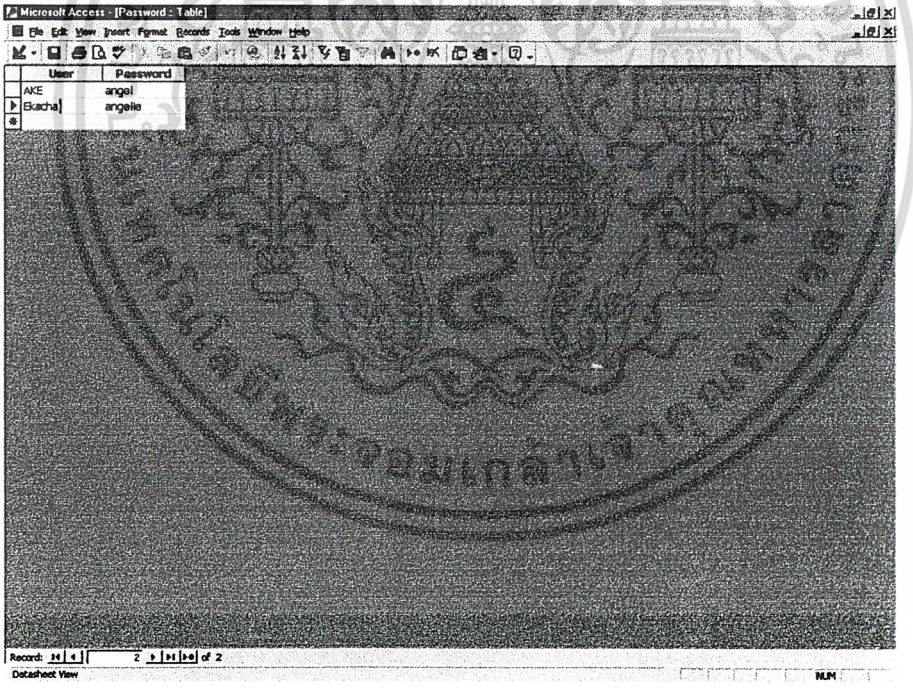
ชื่อผู้ใช้	Ekachai
รหัสผ่านเดิม	dragonie
รหัสผ่านใหม่	angelie
ยืนยันรหัสผ่าน	angelie

ข้อมูลในฐานข้อมูลจะถูกเปลี่ยนแปลงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



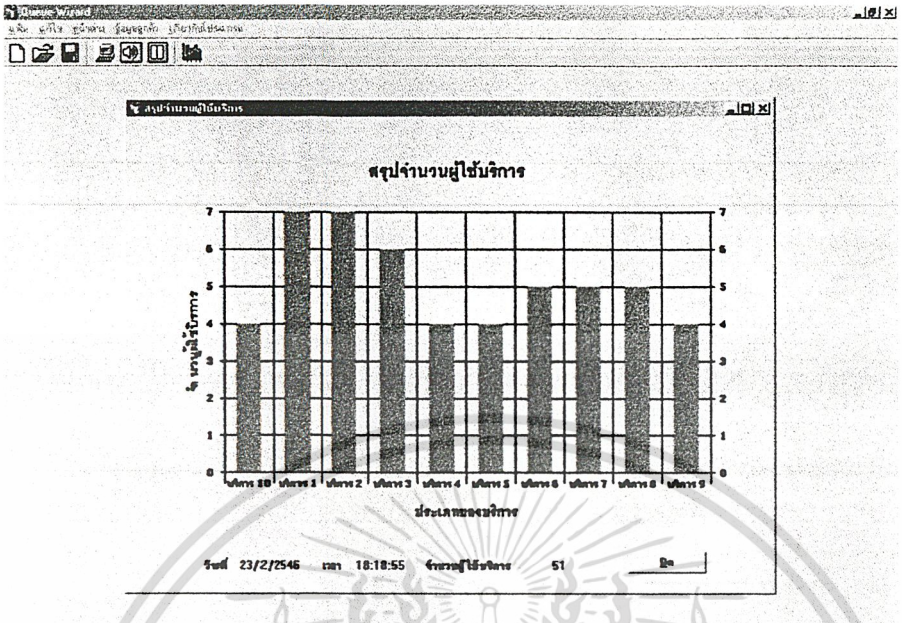
รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน



รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านในฐานข้อมูล

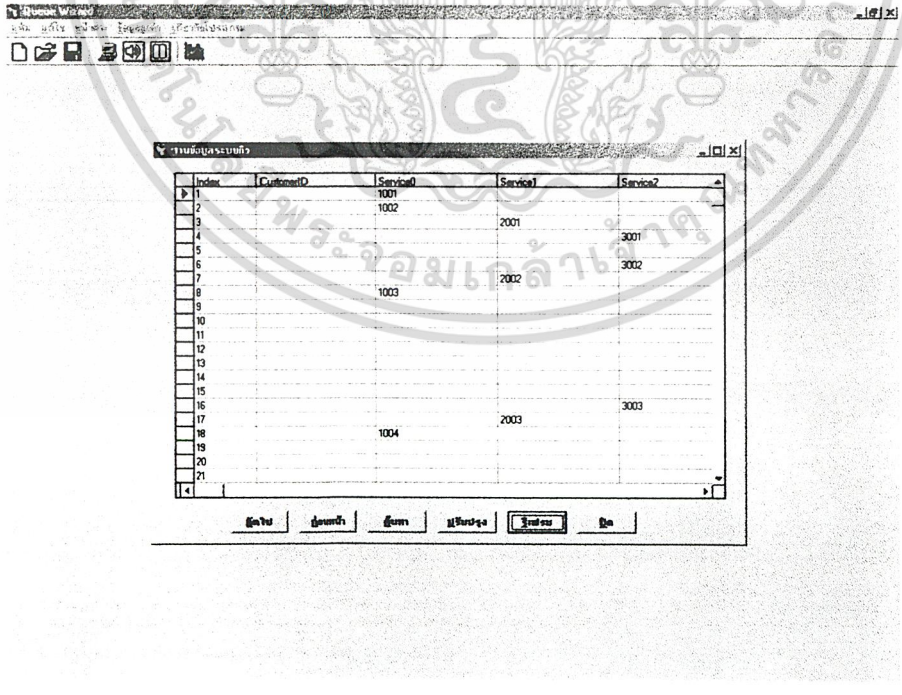
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14) การดูจำนวนผู้ใช้บริการในระบบ เลือกเมนูหน้าต่าง → จำนวนผู้ใช้บริการ



รูปที่ 4.20 หน้าต่างแสดงกราฟจำนวนผู้ใช้บริการ

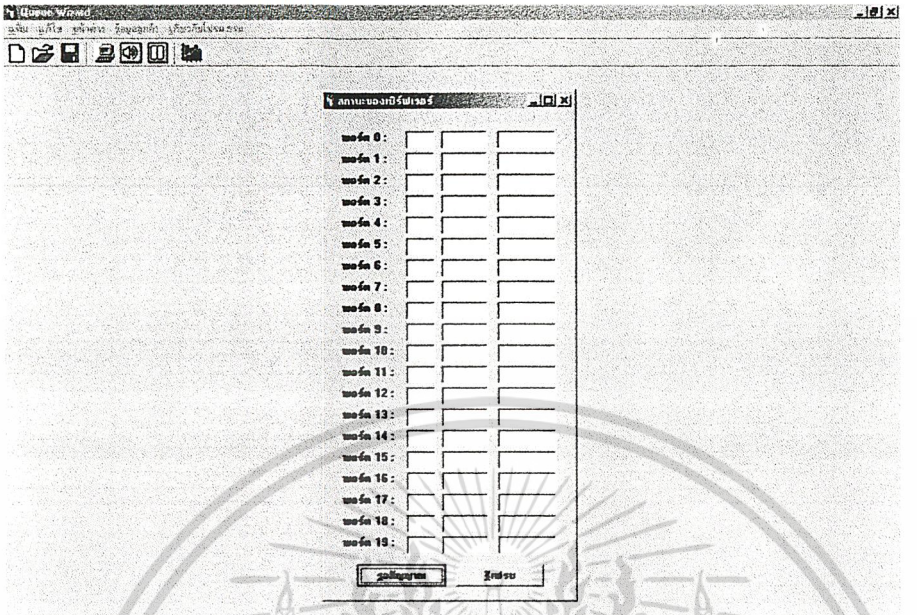
15) การแสดงฐานข้อมูลบนโปรแกรม เลือกเมนู หน้าต่าง → ผู้ใช้บริการในคิว



รูปที่ 4.21 หน้าจอแสดงผู้ใช้บริการในฐานข้อมูล

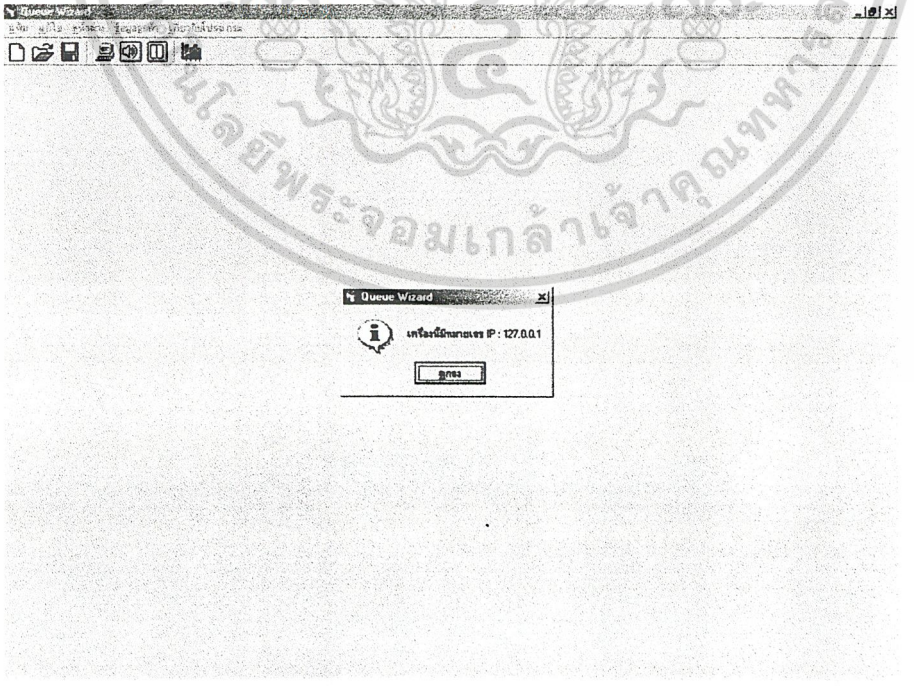
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16) ตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (LAN) ของเซิร์ฟเวอร์ เลือกเมนูแฟ้ม → ตั้งค่าคอมพิวเตอร์ → กดปุ่มรอสัญญาณ



รูปที่ 4.22 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (LAN) ของเซิร์ฟเวอร์

17) การตรวจสอบหมายเลขที่อยู่ (IP Address) ของคอมพิวเตอร์ เลือกเมนู แฟ้ม → ตรวจสอบหมายเลข IP



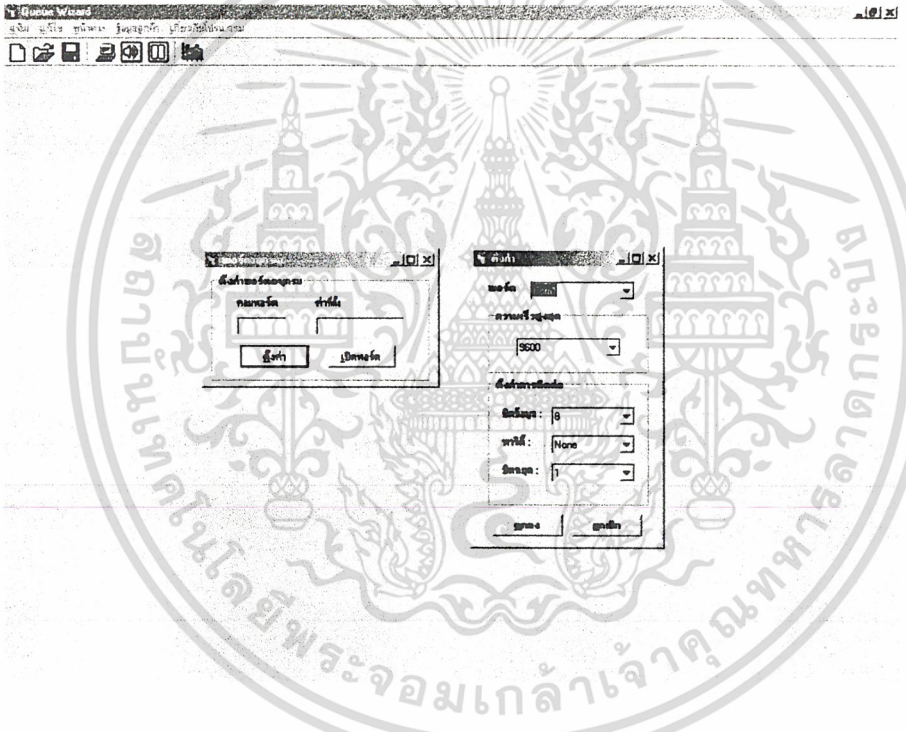
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.23 หน้าต่างแสดงการตรวจสอบหมายเลขที่อยู่ (IP Address) ของคอมพิวเตอร์

18) การตั้งค่าพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ของคอมพิวเตอร์ และเปิดพอร์ต สำหรับส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เลือกเมนู แฟ้ม → ตั้งค่าพอร์ตอนุกรม → กดปุ่มตั้งค่า → ตั้งค่าการส่งข้อมูล → กดปุ่มตกลง → กดปุ่มเปิดพอร์ต

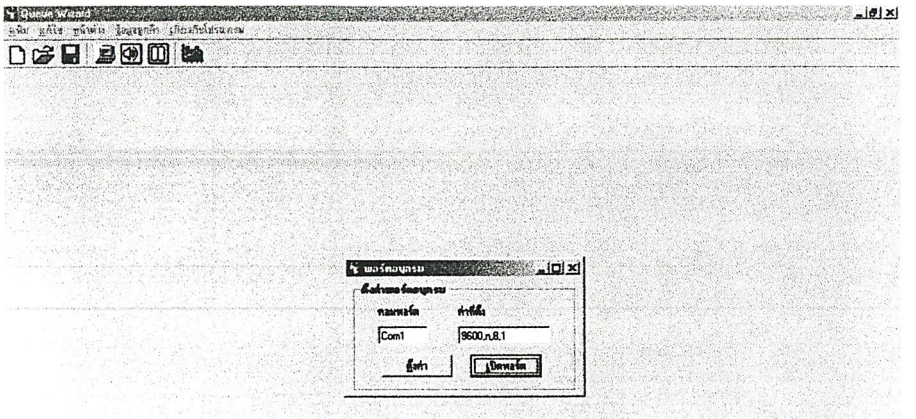
ตารางที่ 4.5 ค่าของพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

พอร์ต	Com1
ความเร็วสูงสุด	9600
บิตข้อมูล	8
พาริตี้	None
บิตหยุด	1



รูปที่ 4.24 หน้าต่างแสดงการกรอกข้อมูลเพื่อตั้งค่าพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



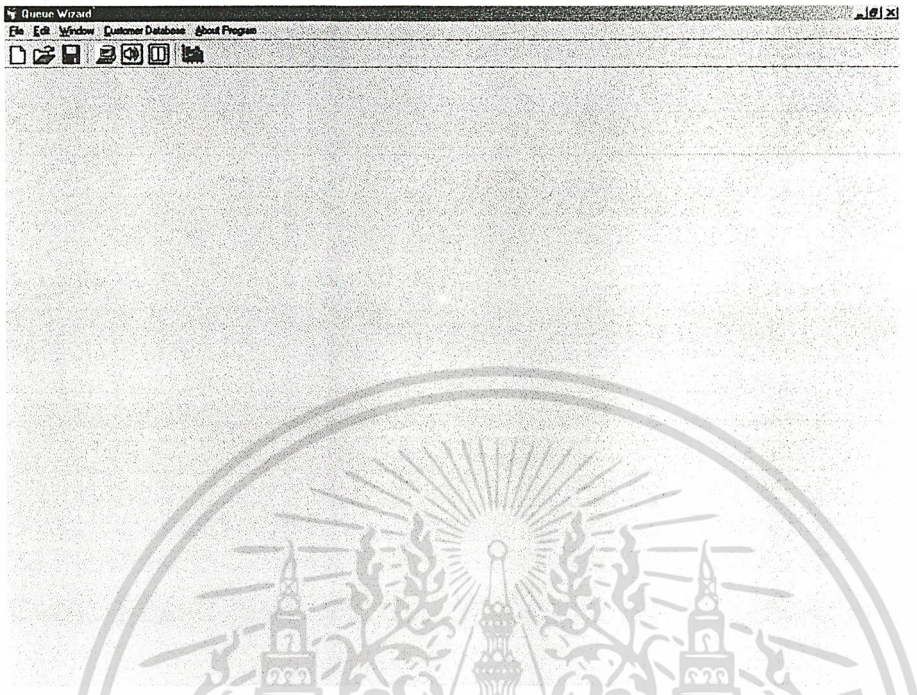
รูปที่ 4.25 หน้าต่างแสดงการเปิดพอร์ตภายหลังจากการตั้งค่าพอร์ตอนุกรม

19) เมื่อมีการติดต่อจากช่องบริการโปรแกรมจะส่งข้อมูลออกไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ทางพอร์ตอนุกรมด้วย และสามารถดูหมายเลขที่ส่งออกได้โดยเลือก เมนูหน้าต่าง → หมายเลขคิวปัจจุบัน

รูปที่ 4.26 หน้าจอแสดงช่องบริการและหมายเลขคิวที่เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20) การเปลี่ยนรูปแบบภาษาของโปรแกรมจากภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ เลือกเมนู แก้ไข → เปลี่ยนเป็นเมนูภาษาอังกฤษ



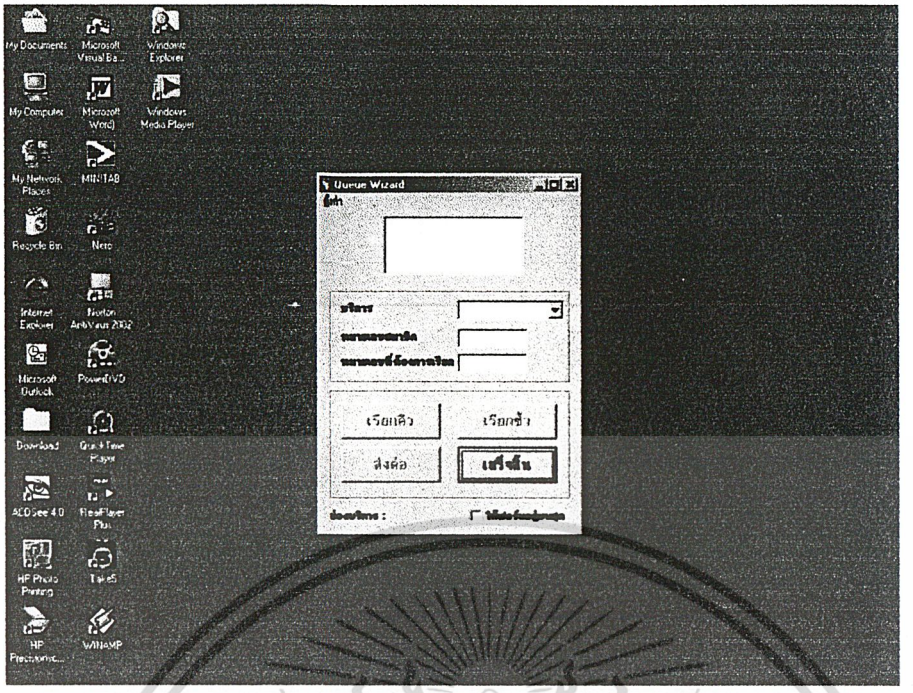
รูปที่ 4.27 รูปแบบของโปรแกรมในเมนูภาษาอังกฤษภายหลังการเปลี่ยนแปลง

4.2 การทดสอบโปรแกรมส่วนของช่องบริการ (Client)

รูปแบบการใช้งานของโปรแกรมส่วนของช่องบริการ (Client) มีขั้นตอนดังนี้

1) เริ่มต้น โปรแกรม Start → Programs → Queue Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



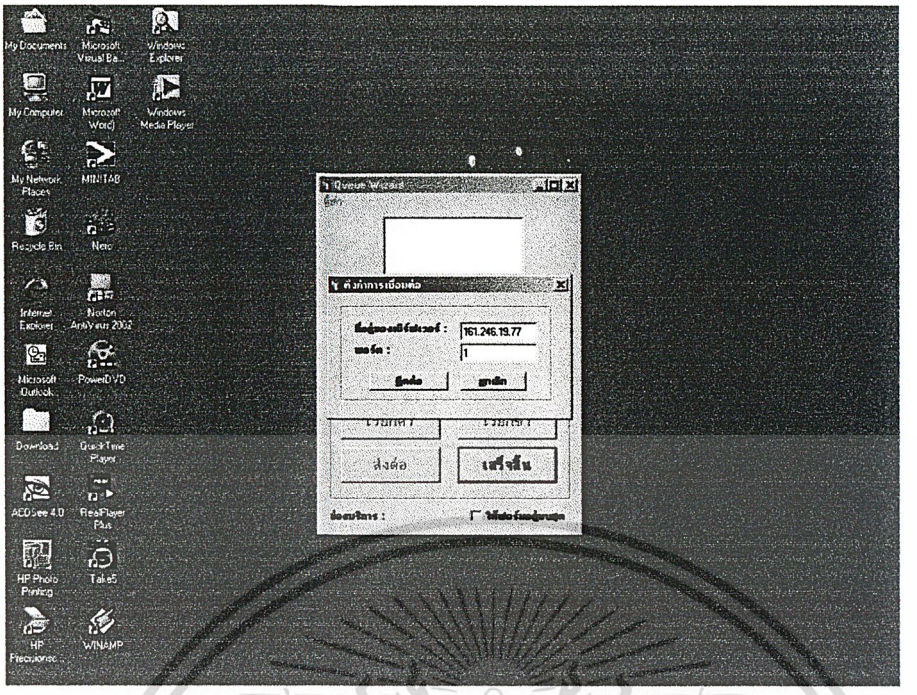
รูปที่ 4.28 หน้าต่างโปรแกรมส่วนของการเรียกคิว

2) การตั้งค่าการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ เลือกเมนู ตั้งค่า → ตั้งค่าคอมพิวเตอร์ → ระบุหมายเลขตำแหน่งที่อยู่ของเซิร์ฟเวอร์ (IP Address) และหมายเลขพอร์ต → กดปุ่มติดต่อ และเมื่อติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ได้แล้วจะแสดงกล่องข้อความแสดงสถานะ

ตารางที่ 4.6 หมายเลขตำแหน่งที่อยู่ของเซิร์ฟเวอร์และหมายเลขพอร์ตที่ใช้ในการทดสอบ

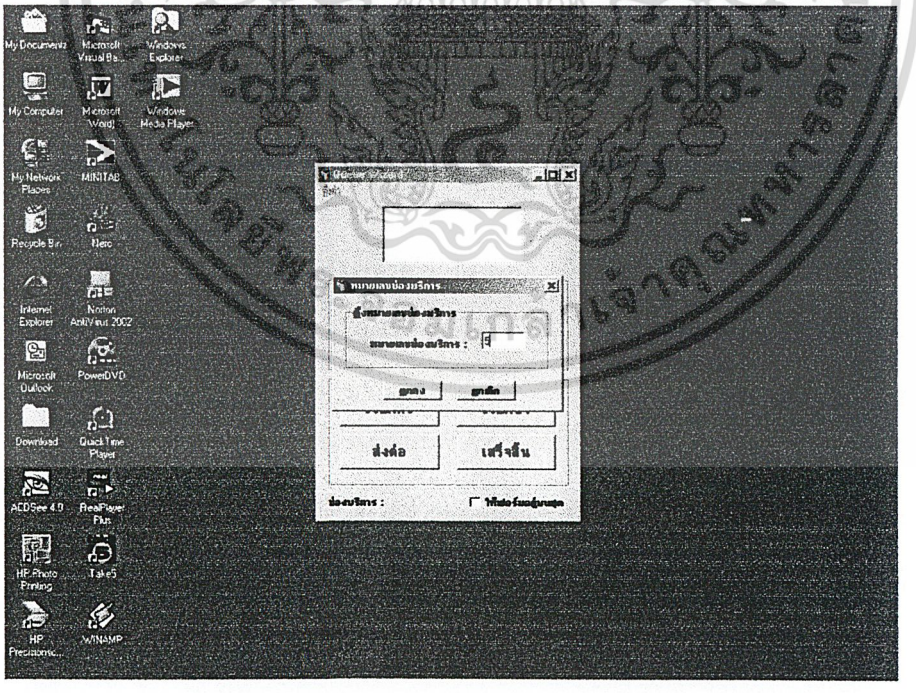
ที่อยู่ของเซิร์ฟเวอร์	161.246.19.77
พอร์ต	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 หน้าต่างแสดงการกรอกข้อมูลเพื่อตั้งค่าการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์

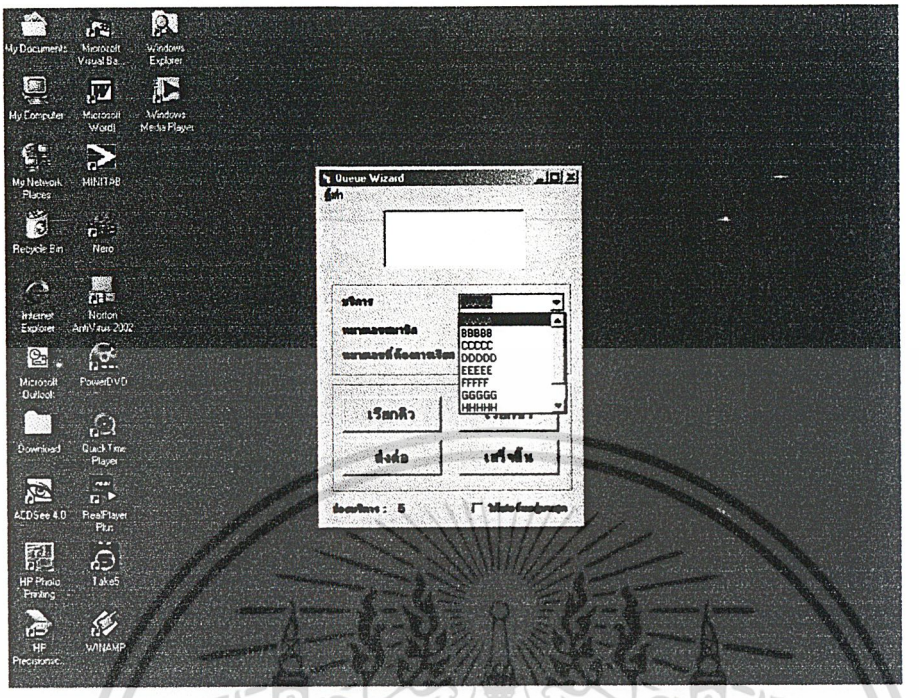
3) การตั้งค่าหมายเลขของช่องบริการ เลือกเมนูตั้งค่า → ตั้งหมายเลขช่องบริการ → พิมพ์หมายเลขช่องบริการ → กดปุ่มตกลง



รูปที่ 4.30 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าหมายเลขช่องบริการ

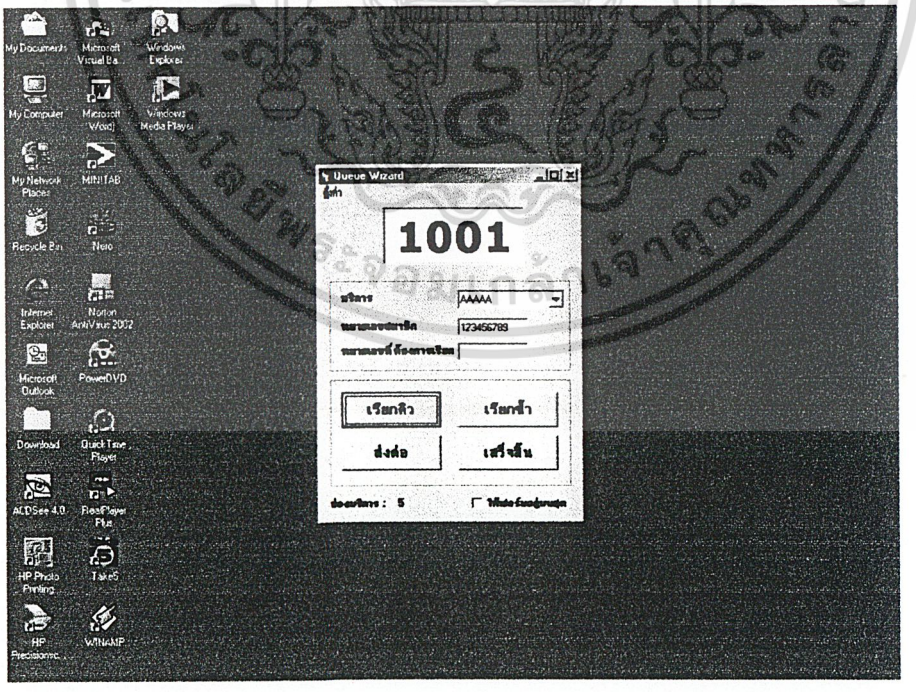
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เลือกบริการที่จะให้บริการ



รูปที่ 4.31 หน้าต่างแสดงการเลือกประเภทของการให้บริการ

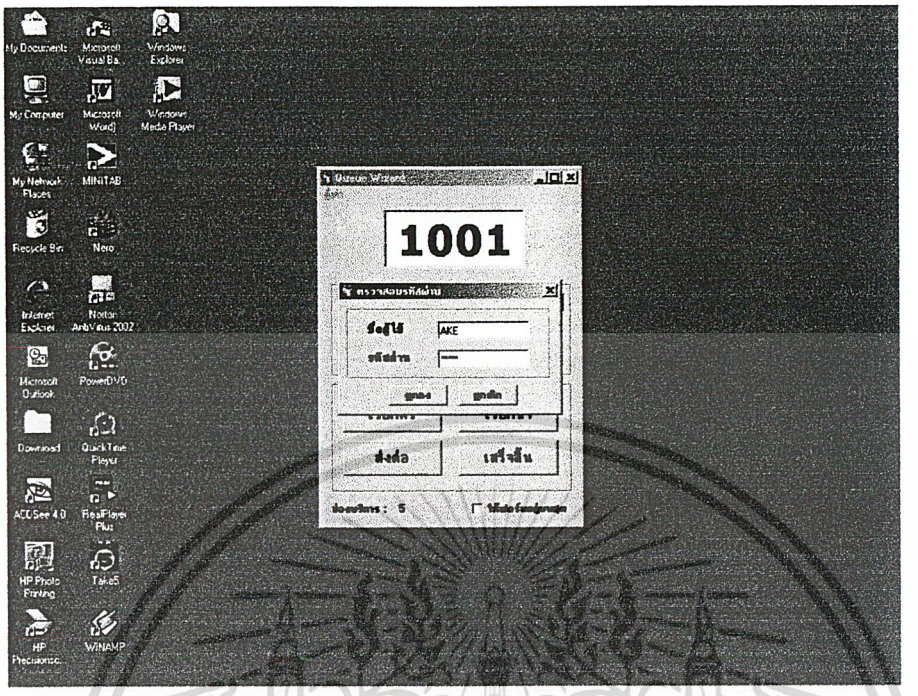
5) เมื่อกดปุ่มเรียกคิวจะมีหมายเลขคิว 1001 แสดงบนหน้าจอ และหมายเลขสมาชิก 123456789



รูปที่ 4.32 หน้าต่างแสดงหมายเลขคิวและหมายเลขสมาชิกภายหลังการกดเรียกคิว

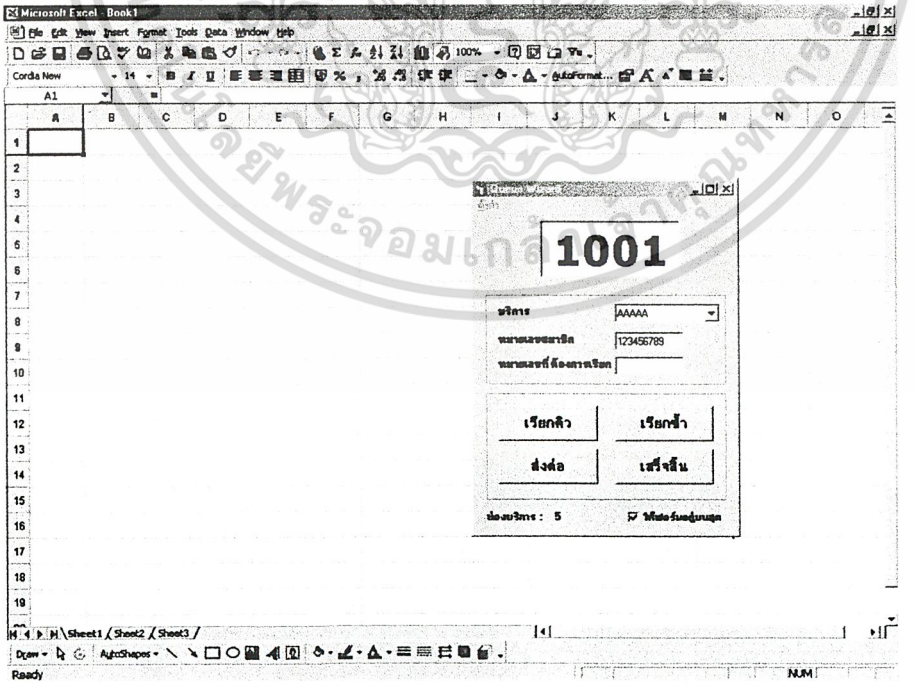
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงประเภทของการให้บริการจะต้องใส่รหัสผ่าน เพื่อป้องกันระบบ



รูปที่ 4.33 หน้าต่างสำหรับกรอกรหัสผ่านเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงประเภทของการให้บริการ

7) การแสดงหน้าต่างของโปรแกรมอยู่ด้านบนสุดของหน้าจอไม่ว่าจะเปิดโปรแกรมอื่นขึ้นมา โดยคลิกให้เกิดเครื่องหมายหน้าข้อความ “ให้ฟอร์มอยู่บนสุด”

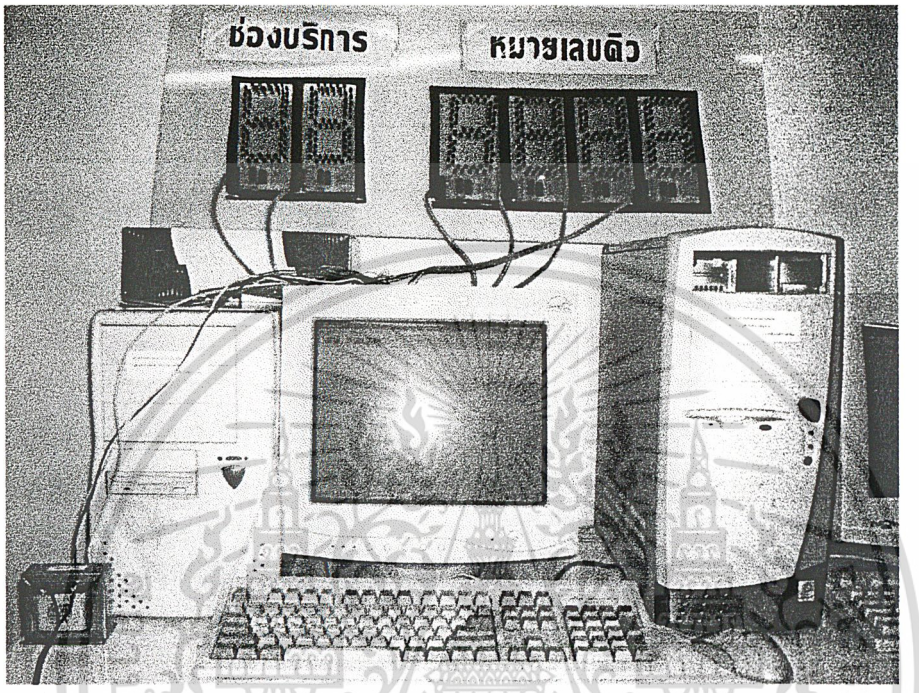


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.34 การเลือกให้หน้าต่างของโปรแกรมอยู่ด้านบนสุดของหน้าจอ

4.3 การแสดงผลทางบอร์ด LED

บอร์ด LED ประกอบด้วยตัวเลข 6 หลักโดย 2 หลักแรกแสดงช่องบริการ และอีก 4 หลักแสดงหมายเลขคิว เช่น ช่องบริการที่ให้บริการอยู่คือ ช่องบริการที่ 5 และหมายเลขคิวที่เรียกคือ 1001 บอร์ด LED แสดงตัวเลขก็จะแสดงหมายเลข 5 1001



รูปที่ 4.35 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และบอร์ด LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลของโครงงาน

5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงงาน

การประยุกต์ใช้งานของระบบคิวอัตโนมัตินี้ ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนโปรแกรม แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่
   1.1 โปรแกรมส่วนของเซิร์ฟเวอร์ เป็นโปรแกรมสำหรับช่องบริการต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานบริการได้หลายประเภท เนื่องจากลักษณะและรูปแบบของระบบคิวดังกล่าวเป็นรูปแบบกว้างๆ ที่ไม่ได้ระบุเฉพาะสำหรับบริการประเภทใดประเภทหนึ่ง ผู้ที่ใช้โปรแกรมสามารถสร้างรูปแบบของระบบคิวให้เหมาะสมกับบริการของหน่วยงานของตนได้โดยการกรอกข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ของหน่วยงานเพื่อสร้างเป็นรูปแบบเฉพาะของหน่วยงานได้ การเปลี่ยนช่องให้บริการหรือรูปแบบการให้บริการอื่นๆ สามารถทำได้โดยการแก้ไขรูปแบบ ซึ่งต้องมีการยืนยันรหัสผ่านก่อน และในส่วนการเรียกคิวสามารถเรียกคิวตามลำดับ เรียกซ้ำหรือเรียกหมายเลขใดๆ ก็ได้ นอกจากนั้นข้อมูลต่างๆ ของลูกค้าที่มาใช้บริการจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลด้วย เพื่อความสะดวกแก่หน่วยงานในการปรับปรุงการให้บริการต่อไป
   1.2 โปรแกรมส่วนของลูกค้า เป็นโปรแกรมสำหรับลูกค้าที่มารับบริการ โดยลูกค้าจะกดเลือกประเภทบริการที่ตนเองต้องการและจะได้รับบัตรคิวแสดงหมายเลขคิวและช่องบริการ สำหรับลูกค้าเป็นสมาชิกของบริการดังกล่าวอยู่ก่อนแล้วก็จะต้องกรอกหมายเลขสมาชิกของตนลงไปด้วย และหมายเลขสมาชิกดังกล่าวก็จะไปปรากฏอยู่ที่บัตรคิวด้วย
2. ส่วนของการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และส่วนแสดงผลซึ่งเป็นวงจรอิเลคทรอนิกส์ การเชื่อมต่อดังกล่าวเป็นการติดต่อจากพอร์ตอนุกรม RS-232 ของคอมพิวเตอร์ และแปลงเป็นสัญญาณ RS-485 เพื่อให้สามารถส่งสัญญาณได้ไกลมากขึ้นก่อนที่จะแปลงกลับเป็น RS-232 อีกครั้งเพื่อประมวลผลและแสดงผลผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แต่เนื่องจากเวลาจำกัดทำให้ยังไม่สามารถทดสอบการทำงานของ RS-485 ได้ แต่การติดต่อผ่าน RS-232 สามารถติดต่อได้เป็นอย่างดี
3. ส่วนของการแสดงผล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่
   3.1 บอร์ด LED เป็นบอร์ดแสดงผลซึ่งแสดงช่องบริการด้วยตัวเลข 2 หลักและแสดงหมายเลขคิวที่เรียกด้วยตัวเลข 4 หลัก บอร์ดดังกล่าวจะแสดงหมายเลขตามที่ผู้ใช้โปรแกรมที่ช่องบริการต่างๆ ต้องการเรียก
   3.2 การเรียกคิวด้วยเสียงโดยใช้ไอซี ISD2590 อัดเสียงข้อความต่างๆ ที่ต้องการและเล่นเสียงนั้นตามการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในส่วนนี้ยังไม่สามารถเรียกคิวด้วยเสียงได้

สรุปผลที่ได้จากโครงงานคือ ระบบคิวสามารถทำงานในส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี แต่ในส่วนการแสดงผลสามารถทำได้ด้วยการแสดงผลทางบอร์ด LED เท่านั้น และการติดต่อระหว่างระหว่างคอมพิวเตอร์และส่วนแสดงผลจำกัดในระยะทางที่ RS-232 สามารถทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การบรรลุจุดประสงค์จากการทำโครงงาน

1. ได้ศึกษาและเรียนรู้ระบบการทำงานของระบบคิว, โปรแกรม Visual Basic, วงจรอิเลคทรอนิกส์ และการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และวงจรอิเลคทรอนิกส์
2. ได้ทำการออกแบบและสร้างโปรแกรมระบบคิวโดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีเรื่องระบบคิวและจากระบบคิวที่มีการให้บริการอยู่ในปัจจุบัน
3. ได้ออกแบบและทำวงจรอิเลคทรอนิกส์เพื่อแสดงผลโดยรับค่าที่ได้จากคอมพิวเตอร์มาแสดงที่บอร์ด LED และเรียกคิวด้วยเสียง
4. แม้ระบบคิวจะยังไม่เสร็จสมบูรณ์ แต่ก็สามารถทำงานได้อย่างเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง

5.3 ปัญหาที่พบในระหว่างการปฏิบัติงาน

1. เนื่องจากผู้ทำขาดประสบการณ์ในการทำงานทำให้การทำงานค่อนข้างล่าช้าและเกิดของเสียค่อนข้างมากในช่วงแรก แต่ก็มีการพัฒนาการทำงานที่ดีขึ้นในภายหลัง
2. ในส่วนของบัตรคิว ซึ่งผู้ทำตั้งใจที่จะแสดงเวลาที่ลูกค้าจะรอโดยประมาณนั้นพบว่า การเขียนโปรแกรมในส่วนดังกล่าวค่อนข้างจะซับซ้อนจึงไม่สามารถทำได้สำเร็จ
3. การแสดงผลด้วยบอร์ด LED เมื่อทำงานได้ระยะหนึ่งพบว่าอุปกรณ์บางตัวเกิดความร้อนสูงมาก ซึ่งอาจจะทำให้การทำงานต่อมาผิดพลาดได้
4. ในส่วนการเรียกคิวด้วยเสียง เนื่องจากผู้ทำไม่มีความรู้ในเรื่องดังกล่าวเพียงพอจึงไม่สามารถทำให้การเรียกเสียงสมบูรณ์ได้

5.4 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุง

ระบบคิวอัตโนมัติที่ได้จัดทำขึ้นนี้สามารถทำงานให้ผลที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง แต่ผู้ทำก็มีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาเพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์และง่ายต่อการนำไปใช้มากขึ้น ได้แก่

1. เพิ่มเติมโปรแกรมในส่วนการประมาณเวลาที่ลูกค้ารอรับบริการ โดยอาจให้ผู้ใช้โปรแกรมกรอกเวลาที่ใช้ในการบริการลูกค้าแต่ละคนลงไปตามข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการทำงานในอดีต หรืออาจจะใช้การคำนวณตามทฤษฎีเรื่องระบบคิวก็ได้
2. เปลี่ยนเครื่องพิมพ์ที่ใช้มาเป็นเครื่องพิมพ์ที่สามารถพิมพ์บัตรคิวขนาดเล็กตามที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น
3. ในกรณีที่มีการเรียกหมายเลขคิว 2 หมายเลขในเวลาใกล้เคียงกัน บอร์ด LED ซึ่งแสดงหมายเลขคิวแรกอยู่นั้นจะเปลี่ยนเป็นหมายเลขที่สองทันที ซึ่งอาจจะทำให้ลูกค้าที่รอรับบริการสังเกตตัวเลขไม่ทัน ดังนั้นควรมีการหน่วงเวลาการแสดงผลบอร์ด LED เป็นเวลาหนึ่งก่อนและมีการกระพริบเตือนก่อนที่จะเปลี่ยนหมายเลขต่อไป เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการเรียกหมายเลข
4. ออกแบบการทำงานของวงจรอิเลคทรอนิกส์ใหม่โดยมีการป้องกันอุปกรณ์บางตัวไม่ให้เกิดความร้อนสูงเกินไป เพื่อให้สามารถนำวงจรดังกล่าวไปใช้งานได้นาน
5. ปรับปรุงวงจรเรียกเสียงด้วยไอซีใหม่ให้สามารถใช้งานได้ หรืออาจใช้การอัดเสียงและเรียกเสียงผ่านคอมพิวเตอร์ซึ่งจะทำให้คุณภาพเสียงที่ได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ธีรวัฒน์ ประกอบผล. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2543.
2. วิชัย สุรเชิดเกียรติ, ผศ. **การจำลองเชิงคอมพิวเตอร์.** กรุงเทพมหานคร : สกายบุ๊กส์, 2544.
3. อำนาจ ทองแสน. **เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2543.
4. Jay Heizer and Barry Render. **Operations Management.** 6th edition : Prentice Hall, 2001.
5. Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, and Nicholas J. Aquilano. **Operations Management for Competitive Advantage. 9th edition :** McGraw-Hill/Irwin, 2001.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้