สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# ระบบตอบผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์

## TELEPHONY VOICE RESPOND SYSTEM

กัมปนาท เมฆาอัมพุท
ทรงยศ ลิ้มรสธรรม
พัชรพงศ์ มูลเมือง
อภิรัฐ ชูใหม่

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36138
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# TELEPHONY VOICE RESPOND SYSTEM

**Gampanart Mekaumput**

**Songyod Limrostham**

**Patcharapong Moonmueng**

**Apirat Choomai**

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCES

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| หัวข้อปัญหาพิเศษ | ระบบตอบผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ | |
| | Telephony Voice Respond System | |
| ชื่อนักศึกษา | นายกัมปนาท เมฆาอัมพุท | 39254603 |
| | นายทรงยศ ลิ้มรสธรรม | 39054618 |
| | นายพัชรพงศ์ มูลเมือง | 39054643 |
| | นายอภิรัฐ ชูใหม่ | 39054687 |
| ภาควิชา | คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ | |
| สาขาวิชา | วิทยาการคอมพิวเตอร์ | |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์ | |
| | อาจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล | |

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประจำปีการศึกษา 2542

| คณะกรรมการสอบ | | ลายมือชื่อ |
|---|---|---|
| ประธานกรรมการ | อาจารย์นันทิกา เบญจเทพานันท์ | |
| กรรมการ | อาจารย์สิริลักษณ์ อนันต์สถิตย์สิน | |
| กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์ | |
| กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล | |

(อาจารย์ไพรบูลย์ พันธรักษ์พงษ์)
หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| หัวข้อปัญหาพิเศษ | ระบบตอบผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ |
| ชื่อนักศึกษา | นายกัมปนาท เมฆาอัมพุท 39054603 |
| | นายทรงยศ ลิ้มรสธรรม 39054618 |
| | นายพัชรพงศ์ มูลเมือง 39054643 |
| | นายอภิรัฐ ชูใหม่ 39054687 |
| ปริญญา | วิทยาศาสตรบัณฑิต |
| ภาควิชา | คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ |
| สาขาวิชา | วิทยาการคอมพิวเตอร์ |
| ปีการศึกษา | 2542 |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์ |
| | อาจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล |

## บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันโดยทั่วกันว่าเป็นยุคแห่งข้อมูลข่าวสาร ระบบคอมพิวเตอร์และระบบการสื่อสารข้อมูลนั้นมีความสำคัญ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบสื่อสารข้อมูลให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการบริหารงานของหน่วยงานนั้นๆ และทำให้หน่วยงานนั้นประสบความสำเร็จในการดำเนินงาน แต่การสื่อสารข้อมูลจะมีประสิทธิภาพได้นั้น นอกจากระบบการสื่อสารข้อมูลที่ดีแล้ว จำเป็นที่จะต้องมีเครื่องมือหรือโปรแกรมที่ดี ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารข้อมูลของหน่วยงานให้มีประสิทธิภาพ ตรงตามความต้องการที่สุด

ดังนั้นระบบตอบผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการแจ้งและกระจายข้อมูลแก่บุคคลภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง รวดเร็ว เพื่อประโยชน์ของทางสถาบันในการตอบผลสอบแก่นักศึกษาผู้มาสอบเข้าเรียนกับทางสถาบันในแต่ละปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| Special Project Title | Telephony Voice Respond System | |
| Students | Mr. Gampanart Mekaumput | 39054603 |
| | Mr. Songyod Limrostham | 39054618 |
| | Mr. Patcharapong Moonmueng | 39054643 |
| | Mr. Apirat Choomai | 39054687 |
| Degree | Bachelor's Degree of Science | |
| Department | Mathematics and Computer Sciences, Faculty of Science | |
| Programme | Computer Sciences | |
| Academic Year | 1999 | |
| Special Project Advisor | Lecturer Weerachai Tunyasit | |
| | Lecturer Teerawat Prakobphon | |

## ABSTRACT

In the present, everyone knows that the world today is the information world. Computer system and communication system is higher needed for the organization than the past cause of increased information and requirement of people for the comfortable life, so the development is required to increase the performance of communication that can also support management of organization to reach the successful in the cooperation and the requirement of the people, but in the performances communication system beside of good planning communication system the fulfillment tools also require for the increasement of communication performance and reach near by the goal of organization mostly.

So the interactive voice response via telephony will be developed to facilitate for statement the information to the person outside the organization effectively, correctly, quickly and also advantage to inform the result of entrance examination of institute in each year.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องระบบตอบรับผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์นี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์ และอาจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล อาจารย์ผู้รับผิดชอบปัญหาพิเศษฉบับนี้ที่กรุณาให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ และต้องขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาพิเศษฉบับนี้

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนด้านกำลังใจและทุนทรัพย์ จนการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี นางสาวจุฬาภา ชูอำไพและนางสาวธารทิพย์ พรปัญญาวุฒิผู้เป็นเจ้าของเสียงในไฟล์เสียงทั้งหมดในปัญหาพิเศษฉบับนี้ รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาพิเศษไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **บทคัดย่อภาษาไทย** | **I** |
| **บทคัดย่อภาษาอังกฤษ** | **II** |
| **กิตติกรรมประกาศ** | **III** |
| **สารบัญ** | **IV** |
| **สารบัญตาราง** | **V** |
| **สารบัญภาพ** | **VI** |
| **บทที่ 1 บทนำ** | **1** |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา | 1 |
| 1.3 สมมติฐานของการศึกษา | 1 |
| 1.4 ขอบเขตของการศึกษา | 2 |
| 1.5 ขั้นตอนการศึกษา | 2 |
| 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น | 2 |
| **บทที่ 2 การทำงานของระบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง** | **3** |
| 2.1 การทำงานของระบบ | 3 |
| 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | 9 |
| **บทที่ 3 Data Flow Diagram** | **53** |
| **บทที่ 4 การประเมินผล** | **60** |
| **บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ** | **61** |
| **ภาคผนวก** | **62** |
| **บรรณานุกรม** | **82** |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 2.1 แสดงขั้นตอนการเรียกใช้งาน TAPI จาก Application | 32 |
| 2.2 แสดงการติดต่อผ่านทางโมเด็มใน TAPI 3 ชนิด | 34 |
| 2.3 แสดง TAPI Massage ที่เกี่ยวข้องกับระบบ | 39 |
| 2.4 แสดง Massage ย่อยที่ส่งมาพร้อมกับ Main Massage | 40 |
| 2.5 แสดงฟิลล์ข้อมูลพื้นฐานทั้ง 3 ของโครงสร้างข้อมูลชนิดวาเรียนท์ | 40 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | แผนผังการทำงานของระบบ | 3 |
| 2.2 | รายละเอียดย่อยของสเตทเริ่ม | 5 |
| 2.3 | รายละเอียดย่อยของการส่งข้อความตอบรับ | 6 |
| 2.4 | รายละเอียดย่อยของการรับรหัสโดยการกดปุ่มจากผู้สอบถาม | 7 |
| 2.5 | รายละเอียดย่อยของการตอบผลสอบ | 8 |
| 2.6 | แสดงระบบโทรศัพท์แบบหมุน | 10 |
| 2.7 | แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ | 10 |
| 2.8 | แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานเสียงและย่านความถี่ | 11 |
| 2.9 | แสดงสัญญาณในแบนด์และสัญญาณนอกแบนด์ | 12 |
| 2.10 | แสดงขั้นตอนการเปลี่ยนรูปแบบการส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม | 12 |
| 2.11 | แสดงการมอดูเลตสัญญาณแบบต่างๆ | 15 |
| 2.12 | แสดงการมอดูเลตแบบ AFSK | 16 |
| 2.13 | แสดงพื้นฐานกระบวนการทำงานของการส่งข้อมูลแบบ PCM | 17 |
| 2.14 | แสดงการสุ่มสัญญาณ | 18 |
| 2.15 | แสดงสเปกตรัมของสัญญาณ | 19 |
| 2.16 | แสดงรายละเอียดและศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการเทียบระดับแรงดัน | 21 |
| 2.17 | แสดงการกำหนดระดับตัดสินของระบบทวนสัญญาณดิจิตอล | 22 |
| 2.18 | ความถี่ของระบบ DTMF และผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ | 23 |
| 2.19 | บล็อกไดอะแกรมของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF | 24 |
| 2.20 | แสดงโครงสร้างการติดต่อกับโมเด็ม | 26 |
| 2.21 | แสดงการติดตั้ง TAPI แบบ PC-based | 29 |
| 2.22 | Service Provider(TSP) ดำเนินการกับ Call ที่เข้ามาใหม่ | 35 |
| 2.23 | การตอบรับโทรศัพท์ | 36 |
| 2.24 | โทรศัพท์พร้อมทำงาน | 36 |
| 2.25 | ผู้ที่โทรศัพท์เข้ามาวางสายโทรศัพท์ | 37 |
| 2.26 | Application วางสายโทรศัพท์ | 37 |
| 2.27 | สัญญาณโทรศัพท์ว่าง | 38 |
| 2.28 | Application จบการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ | 38 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| 2.29 | แสดงการดักฟังการกดปุ่มโทรศัพท์ | 43 |
| 2.30 | MSExcel Object Model | 44 |
| 2.31 | MSExcel Object Model(ต่อ) | 45 |
| 2.32 | MSExcel Object Model(ต่อ) | 45 |
| 2.33 | MSExcel Object Model(ต่อ) | 46 |
| 2.34 | แสดงตัวอย่างตาราง Excel | 46 |
| 2.35 | แสดงตัวอย่างตาราง Access | 50 |
| 3.1 | แสดง Context Diagram แผนภาพรวมระบบ | 53 |
| 3.2 | แสดง DFD ระดับที่ 1 | 54 |
| 3.3 | DFD ระดับที่ 2 ของ Management Change ในระดับที่ 1 | 55 |
| 3.4 | DFD ระดับที่ 2 ของ Wave System ในระดับที่ 1 | 56 |
| 3.5 | DFD ระดับที่ 2 ของ Management User Data ในระดับที่ 1 | 57 |
| 3.6 | DFD ระดับที่ 2 ของ Search Access System ในระดับที่ 1 | 58 |
| 3.7 | DFD ระดับที่ 2 ของ Search Excel System ในระดับที่ 1 | 59 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน หน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งในแต่ละปีจะมีการรับสมัครนักศึกษาใหม่เพิ่มเติมนอกเหนือจากการสอบของทบวงมหาวิทยาลัย(Entrant) โดยมีการประกาศผลสอบควบคู่กันไปด้วย และการประกาศผลสอบแต่ละครั้งจะทำการติดประกาศที่คณะเท่านั้น จะมีการพัฒนาระบบแจ้งข้อมูลให้มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว ทันสมัยมากยิ่งขึ้นเพื่อความสะดวกของผู้รับข้อมูลข่าวสาร

เนื่องจากการประกาศผลสอบแต่ละครั้งมีนักศึกษาเป็นจำนวนมากมาดูผลสอบ หากไม่จัดการให้ดีอาจเกิดความสับสนวุ่นวาย ทำให้รับทราบข้อมูลเป็นไปอย่างล่าช้าและไม่มีประสิทธิภาพ และนักศึกษาหลายคนที่มีที่พักไกลจากสถาบันอาจไม่สะดวกในการมาดูผลสอบด้วยตนเอง ด้วยเหตุนี้จึงเกิดความคิดในการปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพและทันต่อภาวะการณ์ในปัจจุบัน โดยนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้งาน จึงได้มีการทำระบบการสอบถามผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์ เพื่ออำนวยความสะดวกและลดเวลาในการรับทราบข้อมูลลง โดยนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น มีจุดประสงค์ที่จะแก้ปัญหาให้กับสถาบันดังนี้

1. เพื่อช่วยให้บริการผู้สอบได้อย่างทั่วถึง ถูกต้อง รวดเร็ว
2. เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้สอบที่มีภูมิลำเนาไกลจากมหาวิทยาลัย
3. เพื่อให้ใช้คอมพิวเตอร์แทนเจ้าหน้าที่ในการแจ้งรายละเอียดต่างๆ ให้แก่ผู้เข้าสอบได้ตลอดเวลา

## 1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

สร้างระบบตอบรับข้อมูลผลสอบให้กับทางมหาวิทยาลัยนำมาให้บริการแก่นักเรียนนักศึกษาที่มาสอบได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว โดยพัฒนาโปรแกรมตอบรับอัตโนมัติทางโทรศัพท์ เพื่อพัฒนาโปรแกรมใช้งานด้านโทรศัพท์โดยทั่วไปด้วย TAPI และเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Visual C++

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขอบเขตการศึกษา

นักศึกษาที่ต้องการทราบผลสอบสามารถโทรศัพท์เข้ามาตามเบอร์ที่กำหนด เมื่อได้ยินเสียงตอบรับแจ้งให้กดรหัสประจำตัวสอบแล้ว ผู้สอบสามารถทราบได้ว่าตนเองสอบผ่านหรือไม่จากเสียงทางโทรศัพท์ สายโทรศัพท์ที่กำหนดจะต่อเข้ากับโมเด็ม ซึ่งต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่รันโปรแกรมตอบรับผลสอบทางโทรศัพท์อยู่ ด้านตัวโปรแกรมนั้น สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงจำนวนนักศึกษาได้ และสามารถที่จะอัดเสียงและเปลี่ยนแปลงเสียงที่เราจะให้ตอบรับได้ โดยข้อมูลผลสอบจะถูกเก็บไว้ในลักษณะตาราง โดยสามารถสร้างขึ้นจากโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซลหรือไมโครซอฟท์แอ็คเซสก็ได้

## 1.5 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานและพื้นฐานการสื่อสารข้อมูล รวมทั้งการสื่อสารข้อมูลทางสายโทรศัพท์ การทำงานของโมเด็มเสียง ศึกษารูปแบบการทำงานของ TAPI
2. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาเพื่อวางแผน
3. ออกแบบระบบงาน
4. สร้างโปรแกรมตามแผนที่ได้กำหนดไว้
5. ทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น
6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

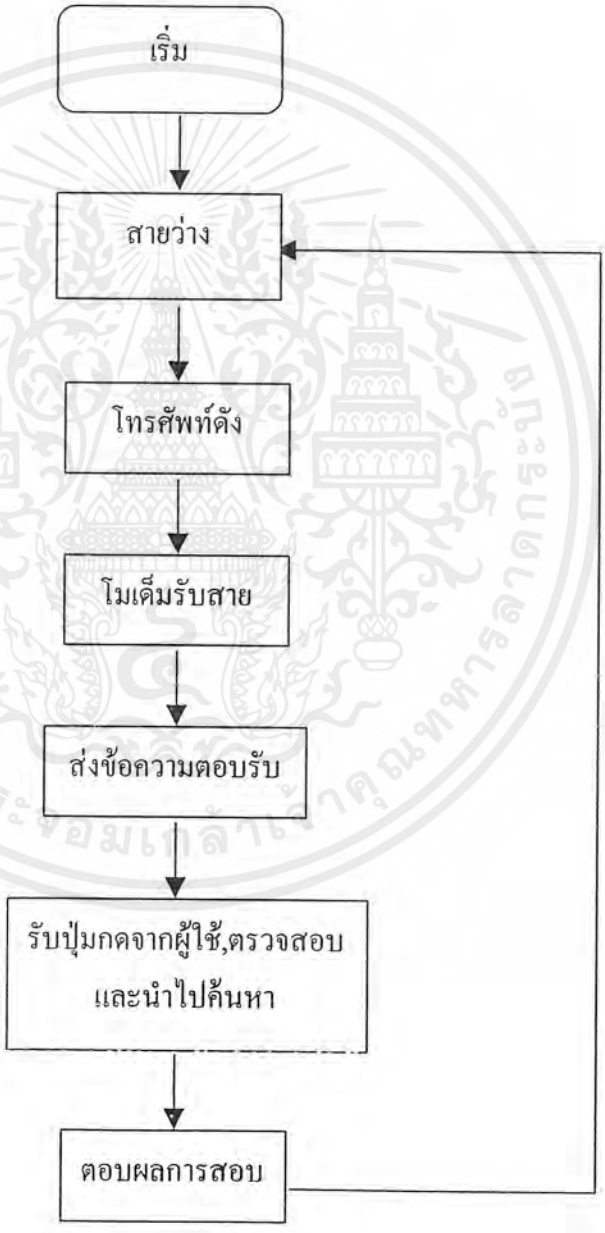
1. ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 95/98, Windows NT
2. ใช้ Programming Language ในตระกูล Visual C++ 6.0 และ Visual Basic 6.0 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ
3. ทำงานบนเครื่อง PC
4. มี Voice MODEM External/Internal อย่างน้อย 1 เครื่อง
5. มีสายโทรศัพท์ใช้งานอย่างน้อย 1 สาย
6. มีการติดตั้ง MS Office 97 อยู่ในเครื่อง(Excel และ Access)
7. มีโปรแกรมที่ใช้อัดเสียง สำหรับสร้างไฟล์เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# การทำงานของระบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 การทำงานของระบบ

ระบบตอบรับผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์มีการทำงานโดยรวมตามแผนผัง ดังต่อไปนี้




**รูปที่ 2.1** แสดงแผนผังการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

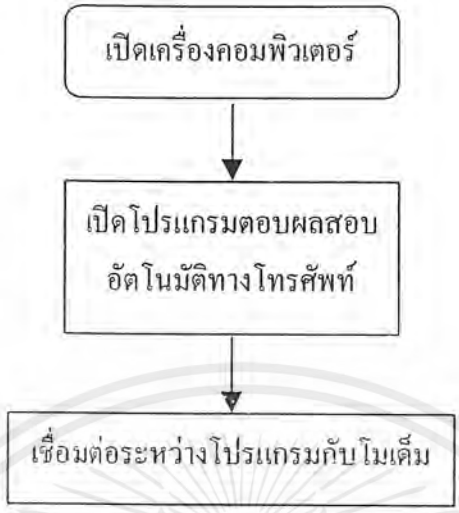
จากรูปที่ 2.1 สามารถอธิบายได้ดังนี้

| | |
|---|---|
| **เริ่ม** | เริ่มการทำงานของโปรแกรม โมเด็มต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์เรียบร้อยพร้อมใช้งานได้ทันที |
| **สายว่าง** | เป็นสเตทที่โมเด็มอยู่ในสถานะว่างรอให้ผู้สอบถามโทรเข้ามาตามเบอร์ที่กำหนด |
| **โทรศัพท์ดัง** | มีสัญญาณการโทรเข้าดังขึ้นที่โมเด็มของเครื่องตอบรับ |
| **โมเด็มรับสาย** | โมเด็มของเครื่องตอบรับทำการรับสายโทรศัพท์หลังจากที่มีสัญญาณการโทรเข้าดังขึ้น |
| **ส่งข้อความตอบรับ** | โมเด็มของเครื่องตอบรับส่งข้อความเป็นเสียงตอบรับออกไปตามสายโทรศัพท์ และรอการกดรหัส |
| **รับปุ่มกดจากผู้ใช้,ตรวจสอบและนำไปค้นหา** | เป็นสเตทรอรับสัญญาณของปุ่มกดจากผู้สอบถาม เมื่อรับสัญญาณกดปุ่มแล้วจะทำตรวจสอบรหัสที่กดว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกก็จะไปค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล |
| **ตอบผลการสอบ** | ประมวลผลและตอบผลการสอบถามทางโทรศัพท์ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดย่อยลงไปของแต่ละสเตทเป็นดังนี้

**สเตทเริ่ม :**




**รูปที่ 2.2** แสดงรายละเอียดย่อยของสเตทเริ่ม

จากรูปที่ 2.2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

| | |
|---|---|
| **เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์** | ทำการเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งติดตั้งโมเด็มเข้ากับเครื่องไว้เรียบร้อยพร้อมใช้งาน |
| **เปิดโปรแกรมตอบผลสอบอัตโนมัติทางโทรศัพท์** | ทำการเปิดโปรแกรมสอบถามผลอัตโนมัติทางโทรศัพท์ให้พร้อมใช้งาน |
| **ทำการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมกับโมเด็ม** | โปรแกรมจะทำการตรวจเช็คโมเด็มโดยอัตโนมัติว่าพร้อมใช้งานหรือไม่ถ้ายังไม่พร้อมหรือ ยังไม่ได้ต่อโมเด็มเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้ทำการเชื่อมต่อโมเด็มให้เรียบร้อย |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สเตทส่งข้อความตอบรับ :**

**รูปที่ 2.3** แสดงรายละเอียดย่อยของการส่งข้อความตอบรับ

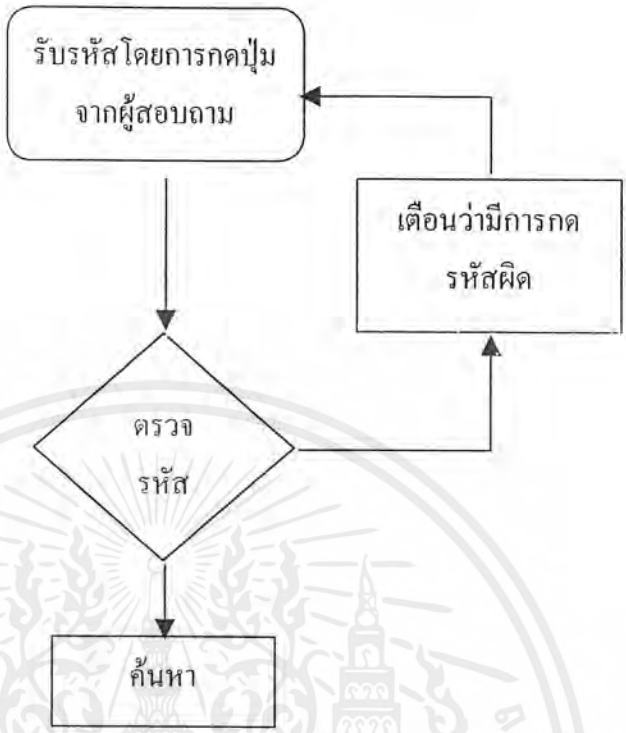
จากรูปที่ 2.3 สามารถอธิบายได้ดังนี้

**เปิดไฟล์เสียงต้อนรับ** เมื่อผู้สอบถามโทรศัพท์เข้ามา โปรแกรมก็จะเล่นไฟล์เสียงชนิดเวฟ (Wav file) ต้อนรับสู่ระบบพร้อมทั้งบอกให้ผู้สอบถามกดรหัสเพื่อที่จะสอบถามข้อมูล

**โมเด็มแปลงข้อมูลเสียงออกไปทางโทรศัพท์** โมเด็มจะแปลงไฟล์เสียงต้อนรับออกไปทางสายโทรศัพท์ถึงผู้สอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สเตทรับรหัสโดยการกดปุ่มจากผู้สอบถาม :**




**รูปที่ 2.4** แสดงรายละเอียดย่อยของการรับรหัสโดยการกดปุ่มจากผู้สอบถาม

จากรูปที่ 2.4 สามารถอธิบายได้ดังนี้

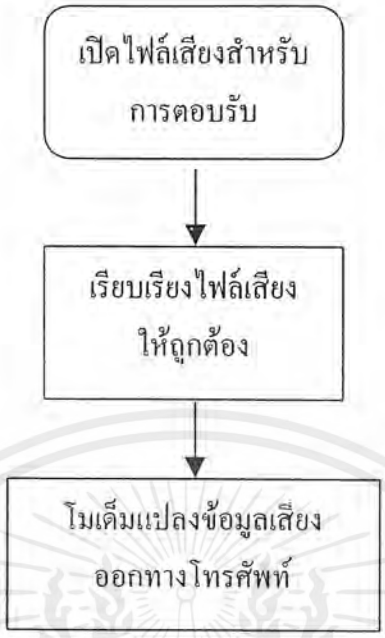
**รับรหัสโดยการกดปุ่มจากผู้สอบถาม** เมื่อผู้สอบถามได้รับสัญญาณเสียงต้อนรับพร้อมทั้งบอกให้กดรหัสแล้ว ผู้สอบถามก็จะทำการกดรหัสจากปุ่มหมายเลขบนโทรศัพท์ ซึ่งรหัสที่กดนั้นก็จะนำมาตรวจสอบว่ามีการกดรหัสผิดหรือไม่ เช่น กดเกินหลัก กดไม่ครบ กดรหัสที่ไม่มี

**เตือนว่ามีการกดรหัสผิด** หากผู้สอบถามกดรหัสไม่ถูกต้อง เช่น กดเกินหลัก กดไม่ครบ ก็จะตอบผู้สอบถามว่ากดรหัสผิดให้กดรหัสใหม่

**ค้นหา** เมื่อผู้สอบถามกดรหัสได้ถูกต้อง ก็จะค้นหาในฐานข้อมูลว่ารหัสของผู้ใช้คนนั้น มีผลการสอบเป็นเช่นไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สเตทตอบผลการสอบ :**




**รูปที่ 2.5** แสดงรายละเอียดย่อยของการตอบผลการสอบ

จากรูปที่ 2.5 สามารถอธิบายได้ดังนี้

**เปิดไฟล์เสียงสำหรับการตอบรับ** เปิดไฟล์เสียงของรหัสผู้สอบถามและผลการสอบโดยไฟล์ทั้งหมดจะเก็บเป็นไฟล์เสียงชนิดเวฟ(Wave File)

**เรียบเรียงไฟล์เสียงให้ถูกต้อง** นำไฟล์รหัสและผลการสอบมาเรียบเรียงให้ถูกต้องตามลำดับก่อนหลัง

**โมเด็มแปลงข้อมูลเสียงออกทางโทรศัพท์** โมเด็มแปลงข้อมูลเสียงที่เรียบเรียงแล้วออกไปทางสายโทรศัพท์ถึงผู้สอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 โทรศัพท์

เนื่องจากการทำงานของระบบต้องทำการติดต่อกับโทรศัพท์ธรรมดาที่ใช้กันอยู่ทั่วไป จึงจำเป็นที่จะต้องรู้ว่าข้อมูลจากโทรศัพท์ที่ส่งเข้ามาสู่ระบบมีลักษณะเป็นอย่างไร ซึ่งจะดูได้จากการทำงานภายในตัวโทรศัพท์ดังนี้

ภายในโทรศัพท์จะมีวงจรกำเนิดเสียงเรียก (ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น วงจรนี้จะติดต่ออยู่กับชุมสายโดยตรง และถัดมาจะเป็นวงจร switch hook เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติวงจรใน switch hook จะถูกเปิดออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรที่อยู่หลัง switch hook ทำให้ไม่สามารถติดต่อไปยังชุมสายได้เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นวงจร switch hook ก็จะปิดลงทำให้กระแสไหลครบวงจรเข้าเครื่องโทรศัพท์ได้และกระแสยังไหลไปยังชุมสายทำให้ที่ชุมสายพร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายจะส่ง สัญญาณหมุน (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อด้วยมายังชุมสาย หลังจากชุมสายได้รับหมายเลขแรกแล้ว ทางชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุนอย่างรวดเร็ว

การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายนั้นจะทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ที่แสดงถึงค่าของหมายเลขต่างๆ และอีกวิธีหนึ่งก็คือการส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่าง ๆ กัน โดยค่าของตัวเลขจะถูกแทนด้วยค่าความถี่ 2 ความถี่ที่ modulate กัน

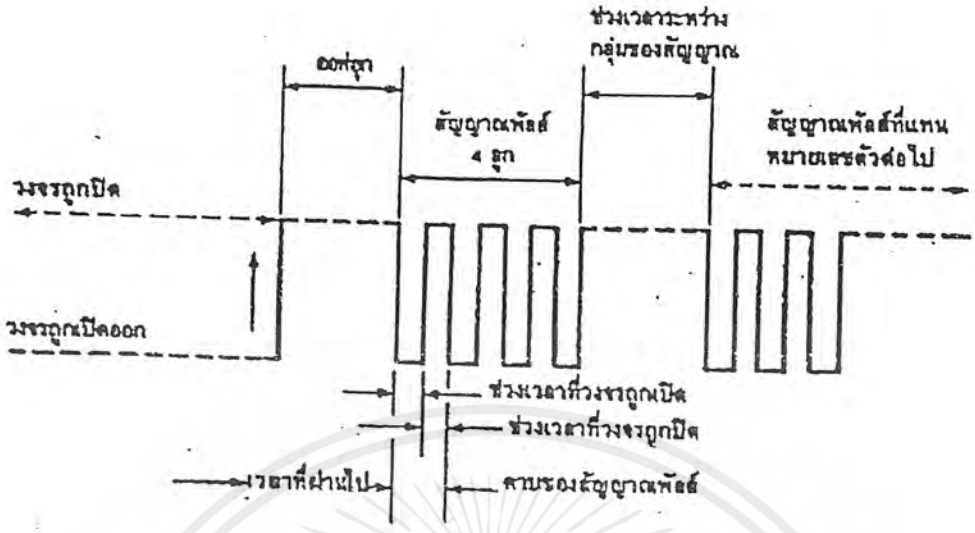
**1) ระบบโทรศัพท์แบบหมุน**

โทรศัพท์แบบหมุนจะใช้การขัดจังหวะการไหลของกระแสโดยใช้การเปิดปิดสวิตช์ตามหมายเลขที่หมุน เช่น ถ้าหมุนหมายเลข 4 สวิตช์จะถูกทำให้เปิดออก 4 ครั้งทำให้เกิดพัลส์ออกไป 4 ลูก ดังรูปที่ 2.6

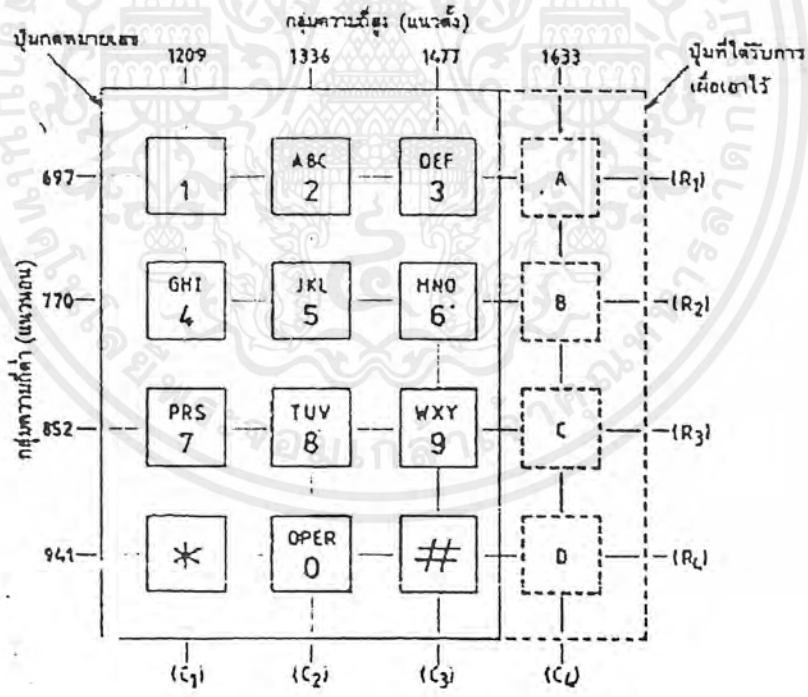
**2) ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ (dual tone multifrequency type)**

เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลส์ ระบบนี้เรียกย่อๆ ว่า DTMF การส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการติดต่อด้วย จะใช้การส่งสัญญาณความถี่ 2 ค่าออกไป modulate กันได้ผลลัพธ์เป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด เช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ modulate กันออกมาเป็นตัวแทนของหมายเลข 5 ดังรูป 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.6 แสดงระบบโทรศัพท์แบบหมุน

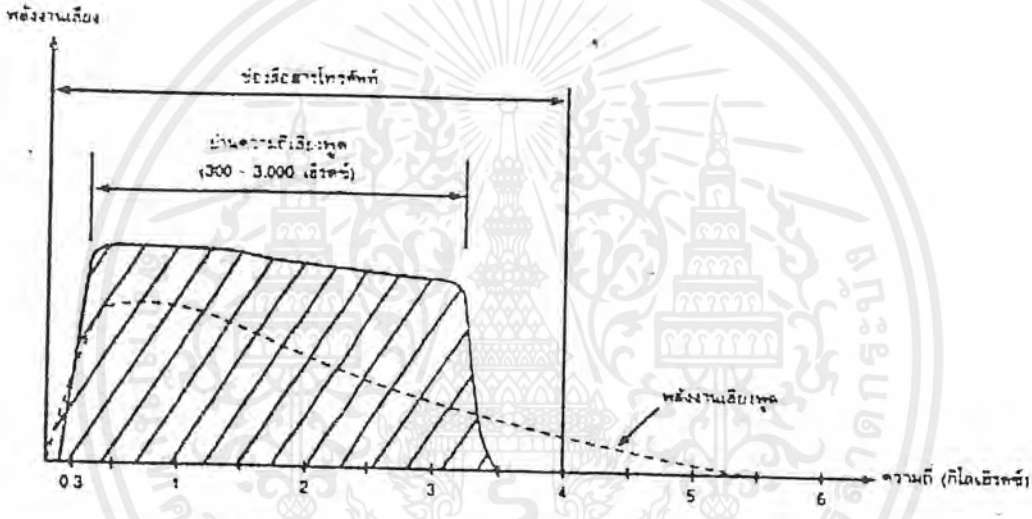



รูปที่ 2.7 แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 สัญญาณเสียงแบบอะนาลอก

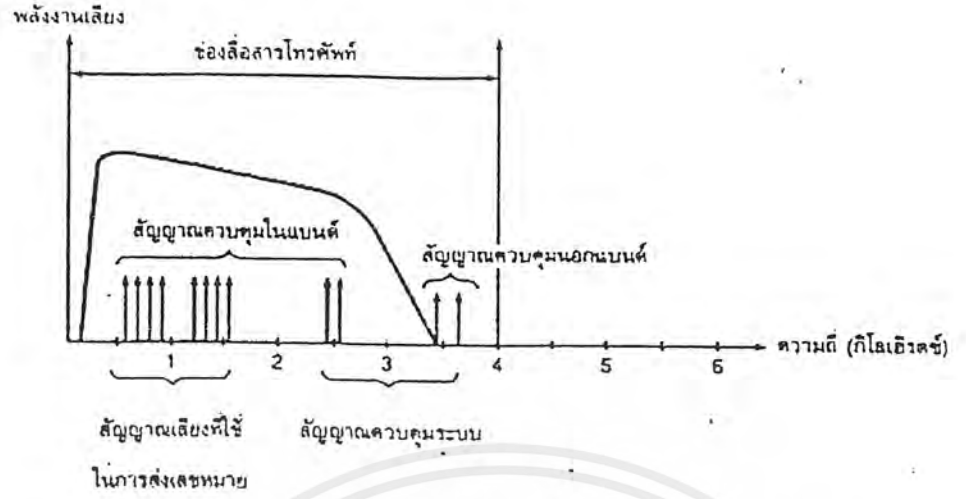
สัญญาณเสียงอะนาลอก เป็นสัญญาณที่มีความต่อเนื่อง มีการเปลี่ยนแปลงทั้งระดับสัญญาณ เสียงพูดสำหรับการสนทนาก็นับเป็นสัญญาณเสียงอะนาลอก จากรูปจะแสดงถึงการกระจายของระดับพลังงานสำหรับเสียงพูดโดยทั่วไป ในแกนตั้งแสดงถึงระดับพลังงานและแกนนอนแสดงถึงย่านความถี่ จะเห็นว่าย่านความถี่ที่ใช้ในย่านเสียงพูดจะมีค่าในช่วงตั้งแต่ความถี่ 100 เฮิร์ตขึ้นไปจนสูงกว่า 6000 เฮิร์ต (ดูตามเส้นปะ) แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะช่วงความถี่ที่ระดับพลังงานเสียงจะปรากฏเด่นชัดว่าอยู่ในช่วงความถี่ระหว่าง 300 เฮิร์ต จนถึง 3000 เฮิร์ต (ดูจากพื้นที่แรเงาใต้เส้นทึบ) ดังรูป 2.8




**รูปที่ 2.8** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานเสียงและย่านความถี่

ในการลดระดับของสัญญาณรบกวนซึ่งอาจแทรกสอดระหว่างการสนทนาหรือรบกวนการส่งสัญญาณควบคุมของระบบโทรศัพท์ จึงมีการกำหนดให้วงจรซึ่งทำหน้าที่รับส่งสัญญาณโทรศัพท์ยอมให้สัญญาณผ่านได้เฉพาะช่วงความถี่ที่เหมาะสมเท่านั้นเรียกย่านความถี่ดังกล่าวว่าย่านความถี่ผ่าน (pass band) โดยย่านความถี่ผ่านสำหรับระบบโทรศัพท์ถูกกำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 เฮิร์ต จนถึง 4000 เฮิร์ต หรืออาจเรียกย่านความถี่นี้ว่าช่องสัญญาณข่าวสาร (message band) สำหรับแบนด์วิธของย่านความถี่ซึ่งเท่ากับ 4000 เฮิร์ต อย่างไรก็ตามเนื่องจากย่านของเสียงพูดถูกกำหนดไว้ให้อยู่ในช่วง 300 เฮิร์ตถึง 3000 เฮิร์ต ดังนั้นจึงมีช่วงความถี่บางช่วงที่ไม่ถูกใช้รับส่งเสียงพูด สัญญาณใดๆ ซึ่งถูกส่งในย่านความถี่ 300 เฮิร์ต ถึง 3000 เฮิร์ต จะถูกเรียกว่าสัญญาณในแบนด์ (in band signal) และเรียกสัญญาณที่ไม่ได้อยู่ในช่วงดังกล่าวว่า สัญญาณนอกแบนด์ (out of band signal) ตามรูป 2.9

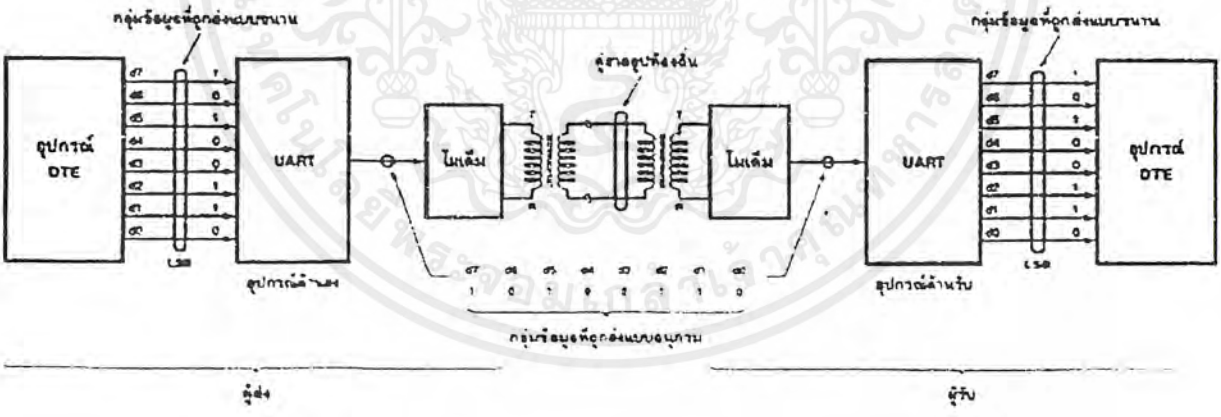
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.9 แสดงสัญญาณในแบนด์และสัญญาณนอกแบนด์

### 2.2.3 Modem

โดยทั่วไปการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จะมีลักษณะดังที่แสดงในรูป โดยปกติจะเรียกอุปกรณ์ในคอมพิวเตอร์เหล่านี้ว่า อุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) จากรูปอุปกรณ์ DTE ต้นทางจะทำการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ DTE ปลายทางโดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ ทิศทางการรับส่งข้อมูลเป็นไปได้ทั้งจากผู้ส่งไปผู้รับ และผู้รับไปยังผู้ส่ง




รูปที่ 2.10 แสดงขั้นตอนการเปลี่ยนรูปแบบการส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม

การส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับจะเริ่มจากการที่อุปกรณ์ DTE ด้านผู้ส่งส่งข้อมูลซึ่งถูกส่งแบบขนานไปให้ UART (Universal Asynchronous Receive Transmitter) ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่เข้ามาแบบขนานให้ออกไปเป็นอนุกรมส่งไปยัง Modem โดย UART จะจัดให้ส่งบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดออกไปก่อน จากนั้นข้อมูลแต่ละบิตจะต้องถูกแปลงให้เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่อยู่ในย่านที่สามารถส่งผ่านสายโทรศัพท์ออกไปได้ก่อนจึงส่งออกไป หน้าที่ในการแปลงบิตข้อมูลเป็นเสียงนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำโดย Modem ซึ่งคำว่า Modem มาจากการรวมกันของคำว่า Modulation และ Demodulation เข้าด้วยกัน

สำหรับด้านผู้รับ สัญญาณเสียงที่ถูกส่งผ่านสายโทรศัพท์จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลแบบอนุกรมโดย Modem จากนั้น UART จะจัดรูปแบบข้อมูลให้เป็นแบบขนานเพื่อส่งให้กับอุปกรณ์ DTE ด้านรับต่อไป

**2.2.4 การ Modulate และ Demodulate**

เนื่องจากแบนด์วิธของสายโทรศัพท์มีค่าค่อนข้างแคบ ความถี่ที่ยอมให้ผ่านได้จะอยู่ในช่วง 300 เฮิร์ต ถึง 3400 เฮิร์ต สัญญาณที่มีความถี่สูงมากๆ จะไม่สามารถส่งผ่านคู่สายไปได้ และเมื่อพิจารณาถึงรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์จะเห็นว่าเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมีระดับแรงดันที่แน่นอน 2 ระดับ การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันในกรณีที่บิตต่อเนื่องกันมีค่าไม่เท่ากันจะเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดความถี่ที่สูงมาก แต่เพียงแค่รูปแบบของรูปคลื่นที่ใช้แทนระดับลอจิกอันเกือบจะเป็นรูปพัลส์ก็ไม่สามารถที่จะถูกส่งผ่านไปบนคู่สายโทรศัพท์ได้แล้วดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทำการแปลงรูปแบบของข้อมูลดิจิตอลที่ต้องการจะส่งให้อยู่ในรูปของสัญญาณซึ่งมีความถี่อยู่ในย่านแบนด์วิดธ์ของคู่สายโทรศัพท์ให้ได้ การแปลงสัญญาณดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า การมอดูเลต (Modulation)

การ Modulate เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบบางอย่างของคลื่นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งนิยมเรียกว่าสัญญาณพาหะ (Carrier) ให้เปลี่ยนไปตามรูปแบบของอีกสัญญาณหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า Modulating signal สำหรับในกรณีของการรับส่งข้อมูลดิจิตอลผ่านคู่สายโทรศัพท์ กระบวนการ Modulate จะนำคลื่นสัญญาณพาหะซึ่งเป็นสัญญาณที่อยู่ในช่วงความถี่ 300 เฮิร์ตถึง 3400 เฮิร์ต มาทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบบางอย่างตามข้อมูลไบนารีที่ถูกส่งจากอุปกรณ์ DTE รูปแบบของสัญญาณพาหะที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ก็ได้แก่แอมปลิจูดของสัญญาณ ,ความถี่ของสัญญาณ และเฟสของสัญญาณ ซึ่งการมอดูเลตแต่ละแบบต่างก็มีการใช้งานใน Modem แต่ละรุ่น

**1) การ Modulate ทางแอมปลิจูด (Amplitude Modulation)**

เป็นการเปลี่ยนระดับสัญญาณหรือแอมปลิจูดของสัญญาณพาหะไปตามสัญญาณที่ถูกส่งมาจาก UART โดยแอมปลิจูดของสัญญาณพาหะมีค่าเป็น "0" เมื่อสัญญาณดิจิตอลมีค่าเป็น "0" และจะเริ่มมีสัญญาณพาหะปรากฏขึ้นอีกครั้งเมื่อสัญญาณดิจิตอลเป็น "1"

**2) การ Modulate ทางความถี่ (Frequency Modulation)**

ใช้การเปลี่ยนแปลงความถี่ของสัญญาณคลื่นพาหะแทนค่าของข้อมูลดิจิตอล โดยรูป (ค) เป็นรูปคลื่นของสัญญาณดิจิตอลและสัญญาณพาหะที่ถูก Modulate ทางความถี่ โดยความถี่ของสัญญาณดิจิตอลมีค่าเป็น "0" และจะมีความถี่ปกติเมื่อสัญญาณดิจิตอลมีค่าเป็น "1" บางครั้งจะได้ยินชื่อเรียกของวิธีการนี้ว่า FSK (Frequency Shift Keying) ซึ่งเป็นชื่อเรียกกระบวนการ Modulate ในลักษณะตามที่กล่าวโดยสัญญาณพาหะมีค่าความถี่ใดๆ ก็ได้ แต่สำหรับใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่สัญญาณพาหะมีค่าความถี่อยู่ในย่านเสียงพูด จะเรียกวิธีการดังกล่าวว่า AFSK (Audio Frequency Shift Keying) สำหรับ Modem ที่ใช้เทคนิคดังกล่าวในการ Modulate สัญญาณ จะมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลดิจิตอลด้วยอัตราเร็ว 45-1800 บิตต่อวินาที

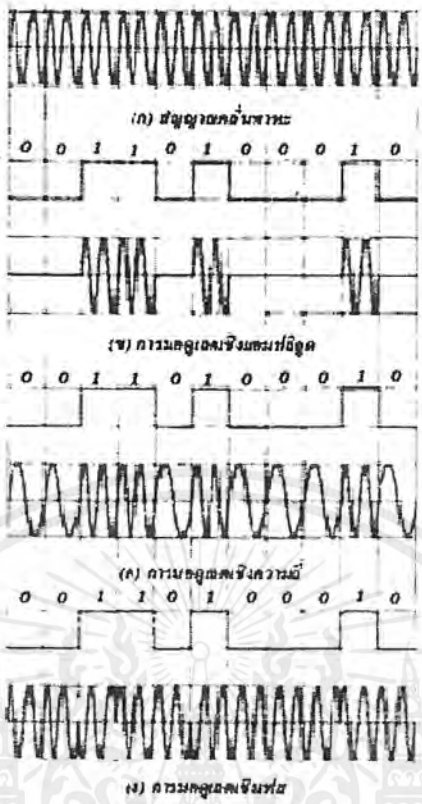
**3) การ Modulate ทางเฟส (Phase Modulation)**

สำหรับวิธีการ Modulate อีกชนิดหนึ่งได้แก่การเปลี่ยนเฟสของสัญญาณพาหะไปตามข้อมูลดิจิตอลที่ได้รับ โดยรูป (ง) แสดงถึงรูปคลื่นของสัญญาณดิจิตอลและสัญญาณพาหะที่ถูก Modulate ทางเฟส โดยเฟสของสัญญาณจะถูกเลื่อนไปทุกครั้งที่ตรงกับบิตข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 และจะไม่มีการเลื่อนเฟสเมื่อตรงบิตที่มีค่าเป็น 0 วิธีดังกล่าวมีชื่อเรียกอีกชื่อว่า PSK (Phase Shift Keying) โดยทั่วไปจะไม่สามารถวัดเฟสของสัญญาณที่ถูกส่งผ่านตัวกลางในการสื่อสารได้อย่างแม่นยำ การวัดเฟสของสัญญาณจะกระทำโดยเทียบกับเฟสของคลื่นที่แทนบิตก่อนหน้าบิตที่ต้องการจะตรวจวัด

ในกรณีของ Modem ที่ใช้เทคนิคการ Modulate ทางเฟส ในระยะแรกๆ ที่เริ่มมีการนำออกใช้งานได้พบกับปัญหาการเลื่อนเฟสที่เกิดจากอุปกรณ์ภายในชุมสายโทรศัพท์ ทั้งนี้เนื่องจากการที่หูของมนุษย์จะไม่สามารถแยกแยะความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเสียงที่มีความผิดเพี้ยนทางเฟสได้ทำให้การออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ต่อร่วมอยู่ภายในลูปท้องถิ่นไม่คำนึงถึงการป้องกันการเลื่อนเฟสของสัญญาณมากเท่าใดนัก จึงก่อให้เกิดปัญหาขึ้นกับ Modem ซึ่งอาศัยหลักการเลื่อนเฟสของสัญญาณพาหะ ในระยะเวลาต่อมาจึงได้มีการพัฒนา Modem แบบ PSK โดยเพิ่มวงจรชดเชยการเปลี่ยนแปลงทางเฟสของสัญญาณอันเนื่องมาจากระบบชุมสายโทรศัพท์ขึ้นเพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้น

ในส่วนของ Modem ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณทางด้านผู้รับ จะทำหน้าที่ Demodulate หรือแปลงรูปสัญญาณดิจิตอลที่ต้องการรับจากสัญญาณพาหะที่ถูก Modulate ซึ่งถูกส่งจาก Modem ต้นทาง ในส่วนของภาค Demodulate จะประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่สัญญาณ (filter) และวงจรตรวจจับสัญญาณ (detector) ซึ่งใช้ตรวจจับสัญญาณซึ่งถูกส่งมาโดยถูกต้องตรงกับความถี่ส่ง นอกจากนี้ยังมีวงจรกู้สัญญาณทางแอมปลิจูด เฟส และความถี่ วงจรปรับระดับสัญญาณเพื่อแปลงรูปสัญญาณที่ได้รับไม่ว่าจะเป็นการ Modulate แบบใดให้กลับมาอยู่ในรูปของสัญญาณไบนารี พร้อมกับปรับระดับสัญญาณไบนารีเหล่านั้นให้มีระดับความแรงของสัญญาณตามมาตรฐานก่อนที่จะส่งไปยังอุปกรณ์ UART และ DTE ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

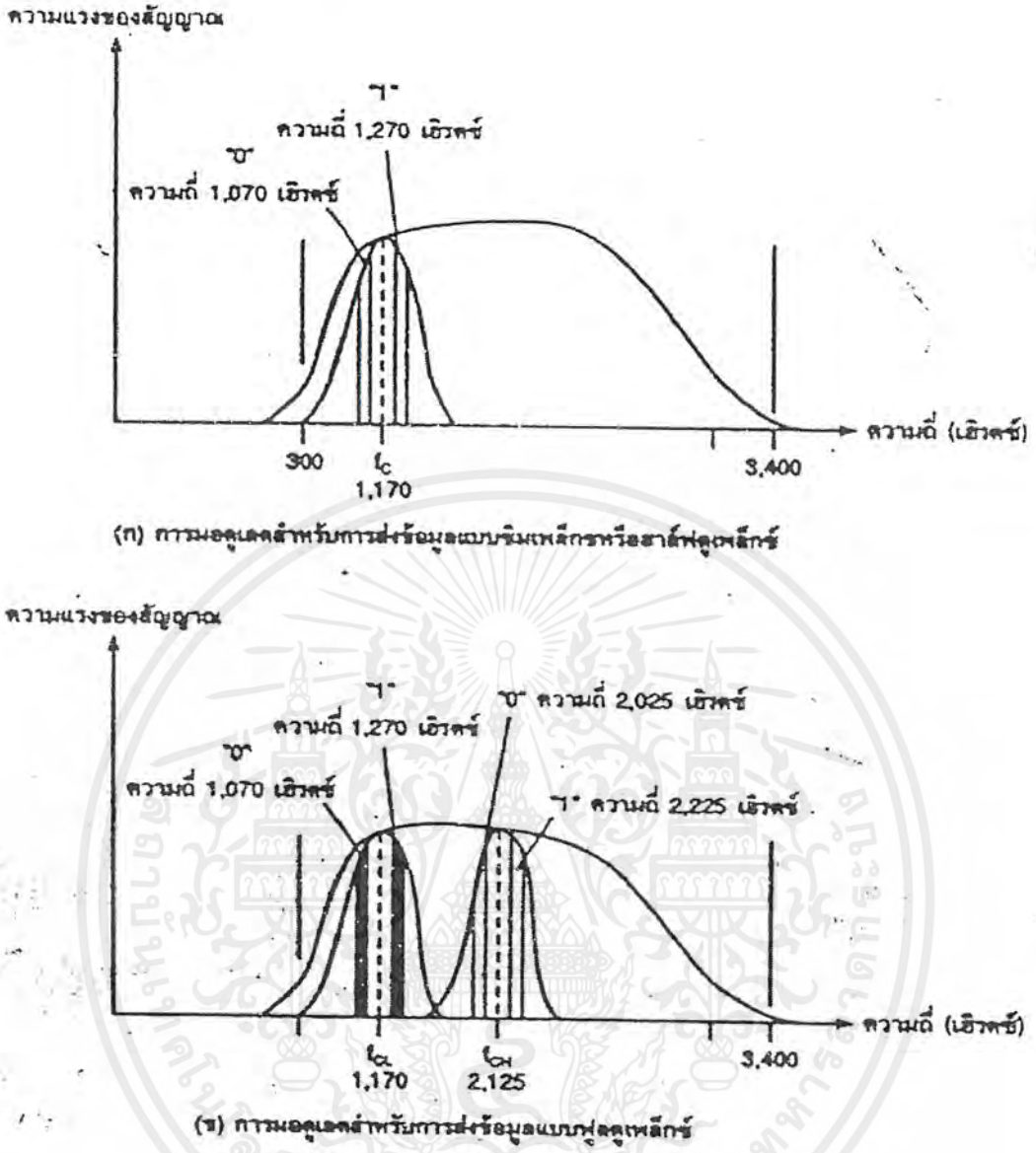



**รูปที่ 2.11** แสดงการมอดูเลตสัญญาณแบบต่างๆ

### 2.2.5 กระบวนการทำงานของ Modem

จากรูป 2.12 แสดงการ Modulate ทางความถี่ซึ่งใช้งานกับ Modem ทั่วๆ ไป ในรูป ก (ด้านบน) แสดงการจัดใช้งานความถี่สำหรับ Modem แบบซิมเพล็กซ์และ Modem แบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ ซึ่งชนิดแรกเป็น Modem ที่ใช้สำหรับรับหรือส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว สำหรับชนิดที่สองเป็น Modem ที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้โดยต้องไม่ใช้เวลาพร้อมกันในการรับหรือส่ง โดยในย่านความถี่เสียงจะมีการกำหนดความถี่กึ่งกลางไว้ที่ 1170 เฮิร์ต สำหรับการแทนค่าข้อมูลไบนารีที่เป็น "1" จะใช้การส่งความถี่ 1270 เฮิร์ต และสำหรับข้อมูลที่เป็น "0" จะส่งความถี่เป็น 1070 เฮิร์ต ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสัญญาณที่ปรากฏขึ้นบนคู่สายโทรศัพท์ในกรณีที่มองจาก Modem ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่งจะเป็นสัญญาณที่มีค่าความถี่ 1070 เฮิร์ต และ 1270 เฮิร์ตขึ้นอยู่กับค่าของข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์ DTE ว่าเป็น "0" หรือ "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.12 แสดงการมอดูเลตแบบ AFSK

สำหรับกรณีของโมเด็มแบบฟูลดูเพล็กซ์ซึ่งเป็น Modem ที่สามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมๆ กัน รูปแบบของการจัดใช้งานความถี่สำหรับการ Modulate จะเป็นไปตามรูป ข (ด้านล่าง) โดยมีการแบ่งย่านความถี่เสียงออกเป็น 2 ส่วน ส่วนล่างใช้สำหรับรับส่งข้อมูลในทิศทางหนึ่ง และส่วนบนใช้รับส่งข้อมูลในทิศทางกลับกัน สำหรับย่านความถี่ส่วนล่างมีการกำหนดความถี่กลางไว้ที่ 1170 เฮิร์ต และส่วนบนกำหนดความถี่กลางไว้ที่ 2125 เฮิร์ต การแทนค่าข้อมูลไบนารีมีค่าเป็น "0" หรือ "1" ของย่านความถี่ล่างจะใช้ความถี่ 1070 เฮิร์ต และ 1270 เฮิร์ตตามลำดับ ส่วนย่านความถี่ส่วนบนจะแทนด้วยค่าความถี่ 2025 เฮิร์ต และ 2225 เฮิร์ต ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



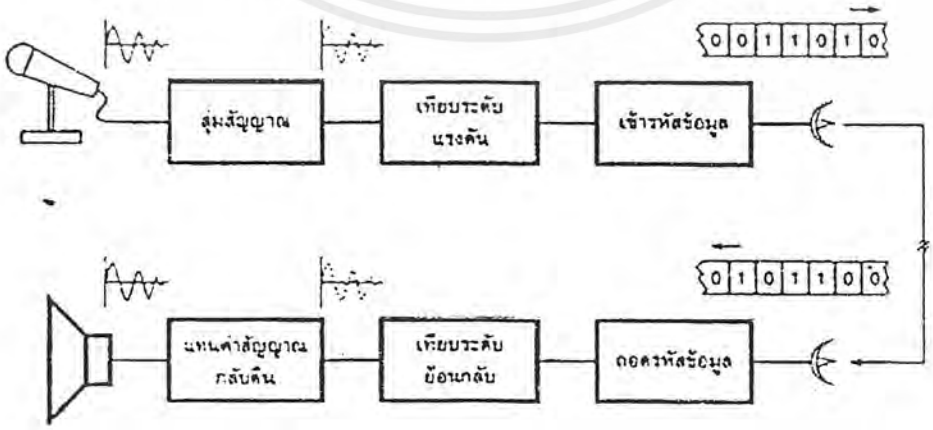
### 2.2.6 Voice Modem

ยังมี Modem อีกชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการ Modulate สัญญาณดิจิตอลเหมือนกับ Modem ปกติทุกประการ แต่ได้เพิ่มความสามารถในการ Modulate สัญญาณในลักษณะที่เป็นข้อมูลเสียงเอาไว้ด้วย เราเรียก Modem ชนิดนี้ว่า Voice Modem ภายใน Modem ชนิดนี้จะเพิ่มวงจรการแปลงข้อมูลเสียงทั้งจากสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล และ จากสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอะนาลอกเอาไว้ด้วย โดยการ Modulate จะใช้หลักการ Pulse Code Modulation (PCM)

### 2.2.7 Pulse Code Modulation (PCM)

พีซีเอ็ม (PCM) เป็นชื่อย่อมาจาก Pulse Code Modulation ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณอะนาลอก โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของข้อมูลดิจิตอลที่ถูกเข้ารหัสอยู่ผ่านเครือข่ายสื่อสารระบบดิจิตอล ข้อดีของการส่งข้อมูลในรูปดิจิตอล คือ การป้องกันการรบกวนจากสภาพแวดล้อมดังแสดงในรูปที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณที่มีระดับของแรงดันเพียง 2 สถานะ คือ สูง (high) และต่ำ (low) เท่านั้น และยังสามารถลดปัญหาการผิดเพี้ยนของรูปร่างสัญญาณที่เกิดขึ้นระหว่างการส่งได้ ทั้งที่เกิดจากการลดทอนสัญญาณตามระยะทางและที่เกิดจากสัญญาณรบกวน ซึ่งจะถูกแก้ไขเมื่อถึงเครื่องรับปลายทาง โดยใช้หลักการเปรียบเทียบค่าระดับแรงดันของสัญญาณที่มาถึงปลายทางกับระดับแรงดังเทรชโฮลด์ (threshold voltage) หากแรงดันที่ได้รับมีค่าสูงกว่าแรงดันเทรชโฮลด์ เครื่องรับจะกำหนดให้เป็นลอจิกสูง และในทางตรงข้าม เครื่องรับก็จะกำหนดให้สัญญาณที่ได้รับเป็นลอจิกต่ำ หากมีระดับแรงดันต่ำกว่าแรงดันเทรชโฮลด์

การเปลี่ยนสัญญาณอะนาลอกให้เป็นข้อมูลพีซีเอ็มประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก ๆ คือ การสุ่มสัญญาณ (sampling), การเทียบระดับแรงดัน, และการเข้ารหัสข้อมูล (encoding) หลังจากนั้นจึงทำการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย และเมื่อข้อมูลดังกล่าวถึงปลายทางก็จะผ่านกระบวนการย้อนกลับ คือการถอดรหัสข้อมูล (decoding), การเทียบระดับแรงดันย้อนกลับและการแทนค่าสัญญาณกลับคืน (recovering) ซึ่งกระบวนการทั้งหมดแสดงดังในรูป




รูปที่ 2.13 แสดงพื้นฐานกระบวนการทำงานของการส่งข้อมูลแบบ PCM

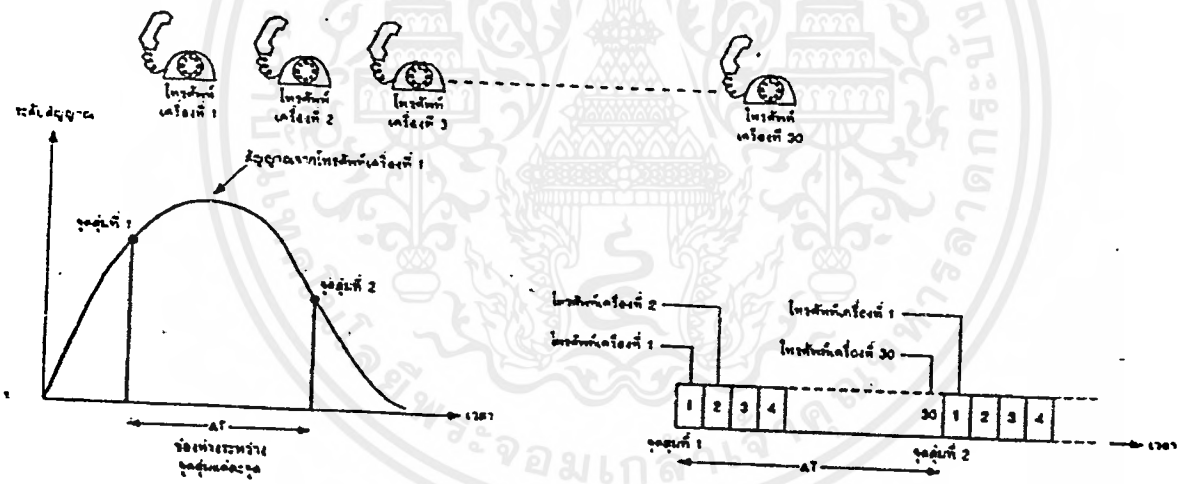
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36138

### 2.2.8 การสุ่มสัญญาณ

การสุ่มสัญญาณเป็นขั้นตอนแรกของการแปลงสัญญาณอะนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล โดยวงจรสุ่มสัญญาณจะตรวจจับขนาดของสัญญาณอะนาลอกที่ถูกส่งตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปมักจะวัดขนาดในรูปของแรงดันไฟฟ้า ซึ่งแท้จริงแล้วกระบวนการสุ่มสัญญาณเป็นกระบวนการตรวจวัดค่าแรงดันของสัญญาณที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งมีคาบการตรวจจับคงที่

อัตราหรือความถี่ของการสุ่มสัญญาณเป็นคาบนี้จะกำหนดให้อยู่ในหน่วยของจำนวนจุดสุ่มต่อหนึ่งหน่วยเวลา ยกตัวอย่างเช่น ในระบบโทรศัพท์อัตราการสุ่มดังกล่าวจะมีค่าเป็น 8,000 ครั้งต่อวินาทีหรือ 8 กิโลเฮิรตซ์ หรืออาจกล่าวได้ว่าคาบของการสุ่ม (ช่วงเวลาระหว่างการสุ่มแต่ละครั้ง) มีค่าเป็น 1/8,000 หรือ 125 ไมโครวินาที สำหรับวิธีในการคำนวณหาค่าอัตราการสุ่มของระบบโทรศัพท์จะแยกอธิบายโดยละเอียดในกรอบแยกที่ 1 โดยเป็นไปตามข้อกำหนดในทฤษฎีของการสุ่มสัญญาณ ซึ่งถูกกำหนดขึ้นโดยแชนนอน (Shannon) นักคณิตศาสตร์ชาวสหรัฐอเมริกา กล่าวว่าอัตราการสุ่มจะต้องมีความถี่ไม่น้อยไปกว่า 2 เท่าของความถี่สูงสุดของสัญญาณอะนาลอกที่จะทำการส่งนั้น จึงจะสามารถสร้างสัญญาณต้นฉบับกลับคืนจากสัญญาณสุ่มได้



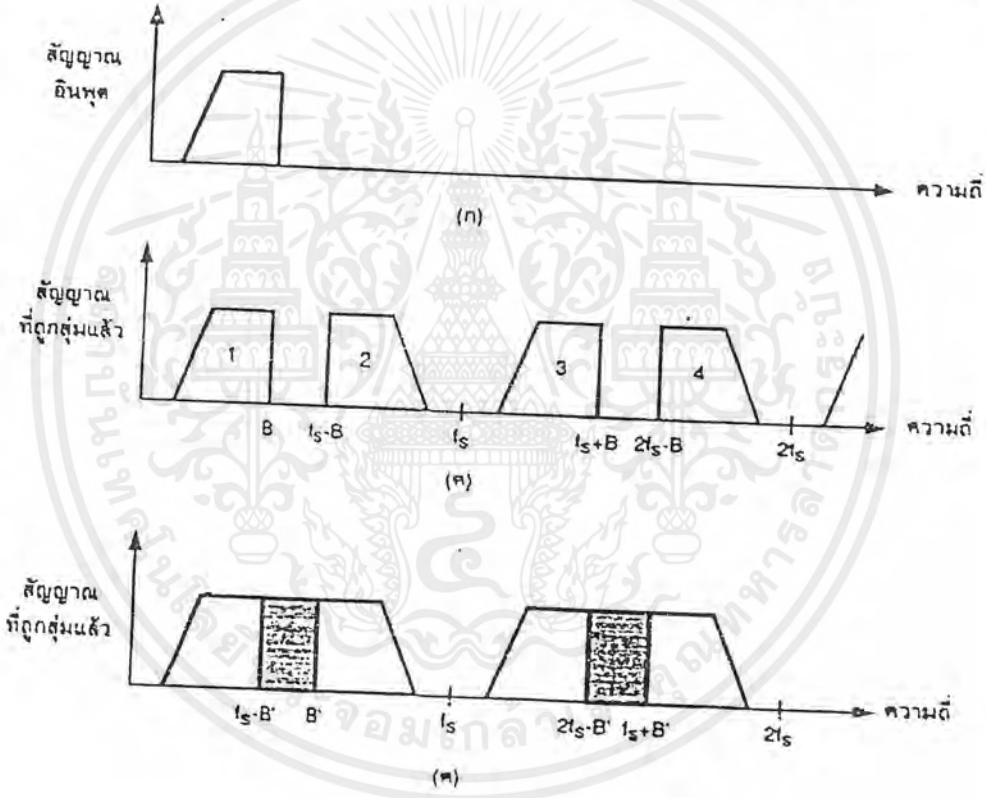
รูปที่ 2.14 แสดงการสุ่มสัญญาณ

ในช่วงคาบเวลาระหว่างการสุ่มแต่ละจุดนั้น เราสามารถนำค่าแรงดันสุ่มของสัญญาณจากหลาย ๆ ช่องสัญญาณ (หลายคู่สาย) มาวางเรียงต่อกันได้ดังในรูปด้านบน โดยเรียกกระบวนการนี้ว่าการมัลติเพล็กซ์ทางเวลา (Time Division Multiplex : TDM) ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในระบบพีซีเอ็มทุกระบบ ตัวอย่างเช่น ระบบพีซีเอ็ม 30 ช่องสัญญาณซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปนั้น แรงดันสุ่มจากคู่สายจำนวน 30 คู่สายจะถูกนำมาเตรียมพร้อมเพื่อทำการส่งภายในคาบเวลาของการสุ่มเพียง 1 คาบ

สัญญาณที่ผ่านกระบวนการสุ่มแล้ว จะเก็บรูปแบบของสัญญาณต้นฉบับก่อนที่จะถูกสุ่มได้อย่างสมบูรณ์เพียงใด ขึ้นอยู่กับความถี่ที่ใช้ในการสุ่ม ซึ่งจะต้องมีค่าไม่น้อยไปกว่า 2 เท่าของความถี่สูงสุดของสัญญาณต้นฉบับ สมมติว่าความถี่ที่ใช้ในการสุ่มมีค่าเป็น $f_s$ เฮิรตซ์ และความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดของสัญญาณต้นฉบับมีค่าเป็น B ซึ่งมีสเปกตรัมของสัญญาณดังในรูป (ก) ตามหลักการทางคณิตศาสตร์ หากนำสัญญาณซึ่งมีแบนด์วิดธ์ B มาสุ่มด้วยสัญญาณซึ่งมีความถี่ $f_s$ จะได้สัญญาณซึ่งมีสเปกตรัมดังในรูป (ข) สัญญาณนี้เองที่จะถูกส่งผ่านเครือข่ายสื่อสารเพื่อไปยังเครื่องรับปลายทาง หากพิจารณาสเปกตรัมของสัญญาณในรูป (ข) จะพบว่ามีส่วนประกอบของสเปกตรัมย่อย ๆ จำนวนมาก สเปกตรัมย่อยชุดแรก (หมายเลข 1) เป็นสเปกตรัมของสัญญาณอยู่ในช่วงความถี่ 0 ถึง B อันเป็นสเปกตรัมของสัญญาณก่อนที่จะถูกสุ่มนั่นเอง สเปกตรัมย่อยหมายเลข 3 มีรูปร่างคล้ายกับสเปกตรัมย่อยหมายเลข 1 แต่ถูกเลื่อนไปด้วยความถี่ $f_s$ สเปกตรัมย่อยหมายเลข 2 มีรูปร่างเหมือนภาพกลับกับสเปกตรัมย่อยหมายเลข 3 โดยมีความถี่ $f_s$ เป็นคล้ายกระจกเงาในการสะท้อน และนอกจากนี้จะพบคู่สเปกตรัมย่อ 4-5, 6-7.... เรื่อยไปจนถึงอนันต์ โดยมีระยะห่างระหว่างกันเท่ากับ $f_s$




**รูปที่ 2.15** แสดงสเปกตรัมของสัญญาณ
(ก)สเปกตรัมของสัญญาณอะนาลอกก่อนผ่านการสุ่ม
(ข)สเปกตรัมของสัญญาณที่ถูกสุ่มแล้วโดย $f_s > 2B$
(ค)สเปกตรัมของสัญญาณที่ถูกสุ่มแล้วโดย $f_s < 2B$

เนื่องจากสเปกตรัมของสัญญาณที่ถูกสุ่มแล้วประกอบด้วยส่วนประกอบของสัญญาณต้นฉบับในช่วงความถี่ทุก ๆ ค่า $f_s$ ซึ่งไม่มีสเปกตรัมย่อยใดเกิดการทับกันตลอดย่านความถี่ จึงกล่าวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าสัญญาณที่ถูกสุ่มแล้วจะยังคงเก็บรายละเอียดของสัญญาณต้นฉบับไว้ได้ครบถ้วน ตราบใดที่อัตราการสุ่ม $f_s$ มีค่ามากกว่า 2B ซึ่งสามารถใช้วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านดึงสัญญาณต้นฉบับกลับคืนมาได้ที่เครื่องรับปลายทาง

ในทางกลับกัน หากอัตราการสุ่ม fs มีค่าน้อยกว่า 2B จะเกิดเหตุการณ์ ดังแสดงในรูปที่ (ค) จะพบว่าสเปกตรัมย่อยแต่ละตัวเกิดการซ้อนทับกันเป็นบางส่วน พื้นที่ของการซ้อนทับจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความถี่ $f_s$ ผลที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียข้อมูลของสัญญาณต้นฉบับในส่วนที่เกิดการทับกัน ทั้งนี้ เนื่องจากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านที่เครื่องรับปลายทางไม่สามารถแยกสัญญาณที่เกิดการซ้อนทับออกจากกันได้ ปรากฏการณ์ดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า aliasing distoring

**2.2.9 การเทียบระดับแรงดัน**

การเทียบระดับแรงดันเป็นกระบวนการในการนำสัญญาณที่ถูกสุ่มแล้วมาจัดกลุ่มภายในระดับซึ่งแบ่งออกเป็นช่วง ๆ เรียกว่าช่วงควอนไตซ์ (quantizing interval) แต่ละช่วงจะถูกแทนค่าด้วยค่าคงที่มีชื่อเรียกว่า ค่าควอนไตซ์ ซึ่งระดับค่าควอนไตซ์ในสถานีต้นทางและสถานีปลายทางจะเหมือนกันทุกประการ

โดยทั่วไป ขั้นตอนการเทียบระดับแรงดันจะเกี่ยวข้องกับการเข้ารหัสสัญญาณอย่างมาก การจัดระดับควอนไตซ์มีจุดประสงค์หลักเพื่อปรับค่าแรงดันของสัญญาณที่ผ่านกระบวนการสุ่มสัญญาณมาแล้วให้ลงตัวกับค่าแรงดันมาตรฐานจำนวนหนึ่งที่ถูกกำหนดเตรียมไว้โดยต้องตรงกับระดับควอนไตซ์แต่ละค่า เพื่อทำการแปลงเป็นรหัสไบนารีนั่นเอง จากรูปจะแสดงรายละเอียดและศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการเทียบระดับแรงดัน ซึ่งผู้อ่านควรจะทราบความหมายของศัพท์ต่าง ๆ ดังนี้

***ย่านดำเนินการ*** เป็นย่านแรงดันซึ่งยอมให้มีการเทียบระดับแรงดันได้ สัญญาณที่ถูกสุ่มซึ่งมีระดับแรงดันอยู่ในย่านดังกล่าวจะสามารถผ่านกระบวนการนี้ไปได้โดยเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งจะกล่าวต่อไป ส่วนสัญญาณที่มีขนาดแรงดันสูงหรือต่ำกว่าย่านดำเนินการจะถูกแทนค่าด้วยระดับตัดสินใจ (จะกล่าวถึงต่อไป) สูงสุดหรือต่ำสุดที่มีได้ ภายในย่านดังกล่าวจะถูกแบ่งออกเป็นช่วงควอนไตซ์จำนวนมาก ในระบบโทรศัพท์ทั่วไป ย่านดำเนินการจะถูกแบ่งออกเป็น 256 ช่วง

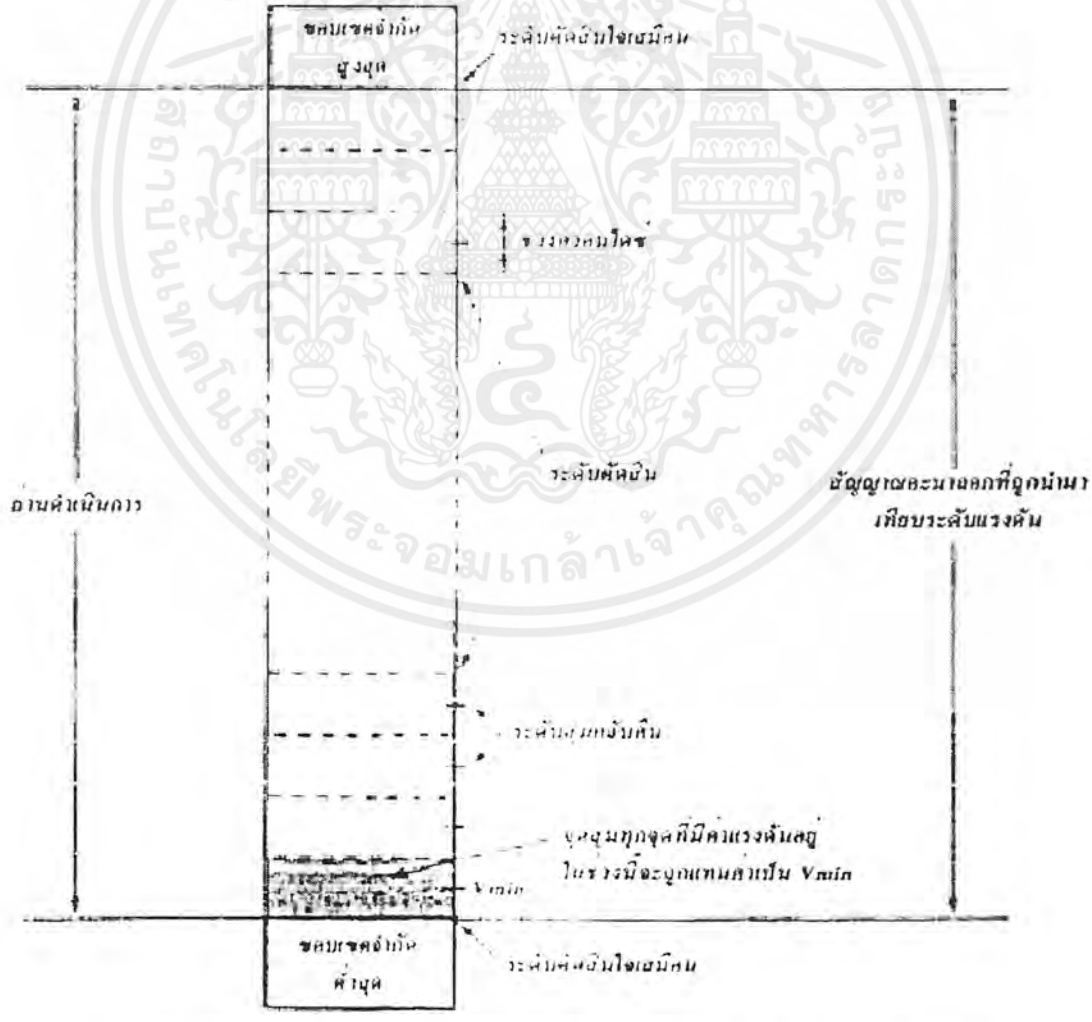
***ระดับตัดสิน*** เป็นค่าแรงดันอ้างอิงซึ่งถูกกำหนดโดยขอบเขตรอยต่อของช่วงควอนไตซ์คู่หนึ่งๆ หรือถ้าเป็นในระบบทวนสัญญาณดิจิตอล ค่าดังกล่าวจะเป็นค่าเทรชโฮลด์ระหว่างย่านแรงดัน 2 ย่านดังในรูปที่ 8 โดยรูปที่ 8 (ก) แสดงถึงพัลส์ที่ไม่ถูกสัญญาณรบกวน แต่เกิดการลดทอนของแรงดันอันเนื่องมาจากการลดทอนตามระยะทางของสายส่ง รูปที่ 8 (ข) แสดงถึงพัลส์ซึ่งถูกสัญญาณรบกวนในแง่ของแรงดัน ซึ่งแรงดันในขณะที่ถูกสุ่มสัญญาณมีค่ามากกว่า $V_{max}/2$ สัญญาณทั้งสองกรณีจะถูกป้อนเข้าวงจรทวนสัญญาณ ซึ่งจะทำการสุ่มสัญญาณทุก ๆ ช่วงเวลา Ts โดยกำหนดให้ตรงกับจุดกึ่งกลางของพัลส์ ถ้าระดับแรงดันของสัญญาณ ณ ช่วงการสุ่มมีค่ามากกว่าแรงดันระดับตัดสิน ($V_{max}/2$) วงจรทวนสัญญาณจะถือว่าตรวจพบลอจิก "1" ในทางกลับกัน ถ้าแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณ จุดสุ่มมีค่าน้อยกว่าแรงตัดสิน วงจรทวนสัญญาณจะถือว่าตรวจพบลอจิก "0" จากตัวอย่างสัญญาณทั้งสองกรณี เมื่อผ่านเครื่องทวนสัญญาณแล้วจะถูกปรับรูปให้เป็นพัลส์สมบูรณ์แบบดังในรูปที่ 8 (ค) ในกรณีดังกล่าวค่าเทรชโฮลด์ซึ่งมีค่า $V_{max}/2$ ก็นับได้ว่าเป็นระดับตัดสินเช่นกัน

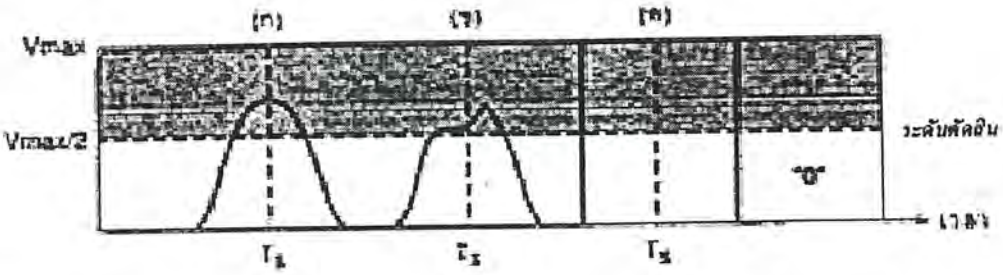
***ระดับตัดสินใจเสมือน*** เป็นระดับตัดสินใจที่อยู่ ณ ตำแหน่งปลายสุดของผ่านดำเนินการ ค่าดังกล่าวกำหนดขอบเขตขนาดของสัญญาณซึ่งสามารถผ่านการเทียบระดับไปได้โดยไม่เกิดการขลิบขนาดของสัญญาณ โดยจะเกิดขึ้นเมื่อสัญญาณที่ถูกสุ่มมีระดับเกินกว่าระดับตัดสินใจเสมือน

***ระดับสุ่มกลับคืน*** เป็นระดับลอจิกซึ่งถูกสร้างขึ้นที่เอาต์พุตของวงจรถอดรหัสของเครื่องปลายทางค่าแรงดันดังกล่าวเกิดจากการป้อนรหัสไบนารีที่ส่งจากสถานีต้นทางไปยังเครื่องรับปลายทาง วงจรถอดรหัสจะทำการแกะรหัสไบนารีซึ่งถูกป้อนเข้ามาด้วยระดับสุ่มกลับคืนแล้วทำการส่งไปเข้าวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเพื่อสร้างสัญญาณต้นฉบับกลับคืนมา




**รูปที่** 2.16 แสดงรายละเอียดและศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการเทียบระดับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 2.17** แสดงการกำหนดระดับตัดสินของระบบทวนสัญญาณดิจิตอลซึ่งกำหนดย่านแรงดันติดสินไว้ 2 ย่าน

(ก) แสดงพัลส์ที่ไม่ถูกสัญญาณรบกวน แต่เกิดการลดทอนสัญญาณอันเกิดจากระยะทางของสายส่ง

(ข) แสดงพัลส์ที่ถูกสัญญาณรบกวนในแง่ของแรงดัน

(ค) แสดงพัลส์ที่ถูกปรับรูปแล้วเป็นพัลส์ที่สมบูรณ์

เมื่อสัญญาณที่ผ่านกระบวนการสุ่มถูกป้อนเข้าวงจรควอนไตซ์ ระดับแรงดัน ณ จุดสุ่มนั้นจะถูกนำมาจัดเข้าในช่วงควอนไตซ์ที่เหมาะสม สมมติว่าระดับดังกล่าวมีค่าแรงดันในช่วง $V_n$ ถึง $V_{n+1}$ วงจรจะถือว่า ค่าควอนไตซ์ของสัญญาณ ณ จุดนั้นมีค่าเป็นค่าควอนไตซ์ภายในช่วงแรงดันนั้น ไม่ว่าแรงดัน ณ จุดสุ่มใด ๆ ก็ตามที่อยู่ในช่วง $V_n$ ถึง $V_{n+1}$ ก็จะถูกแทนค่าด้วยค่าควอนไตซ์เดียวกัน

การจัดระดับควอนไตซ์ตามที่กล่าวมาเป็นรูปแบบที่ช่วงควอนไตซ์แต่ละช่วงมีค่าเท่ากัน รูปที่ 9 แสดงถึงลักษณะการแปลงสัญญาณที่ผ่านกระบวนการสุ่มมาแล้วให้อยู่ในระดับควอนไตซ์ซึ่งแทนค่าด้วยข้อมูลไบนารีขนาด 4 บิต ตามข้อกำหนดพีซีเอ็มของ CCITT และทวีปอเมริกาเหนือกำหนดให้ขนาดของข้อมูลที่ใช้แทนแต่ละระดับควอนไตซ์มีขนาด 8 บิต โดยที่จำนวนขั้นของระดับควอนไตซ์ให้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การเพิ่มระดับควอนไตซ์ส่งผลให้มีการเพิ่มจำนวนของบิตที่แทนค่าระดับควอนไตซ์ ซึ่งจะทำให้ความกว้างของพัลส์ของข้อมูลไบนารีที่จะถูกส่งผ่านเครือข่ายแคบลงในกรณีที่ต้องการส่งข้อมูด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม อันเป็นการลดจำนวนช่องสัญญาณที่จะสามารถส่งแบบมัลติเพล็กซ์ไปพร้อมกันได้

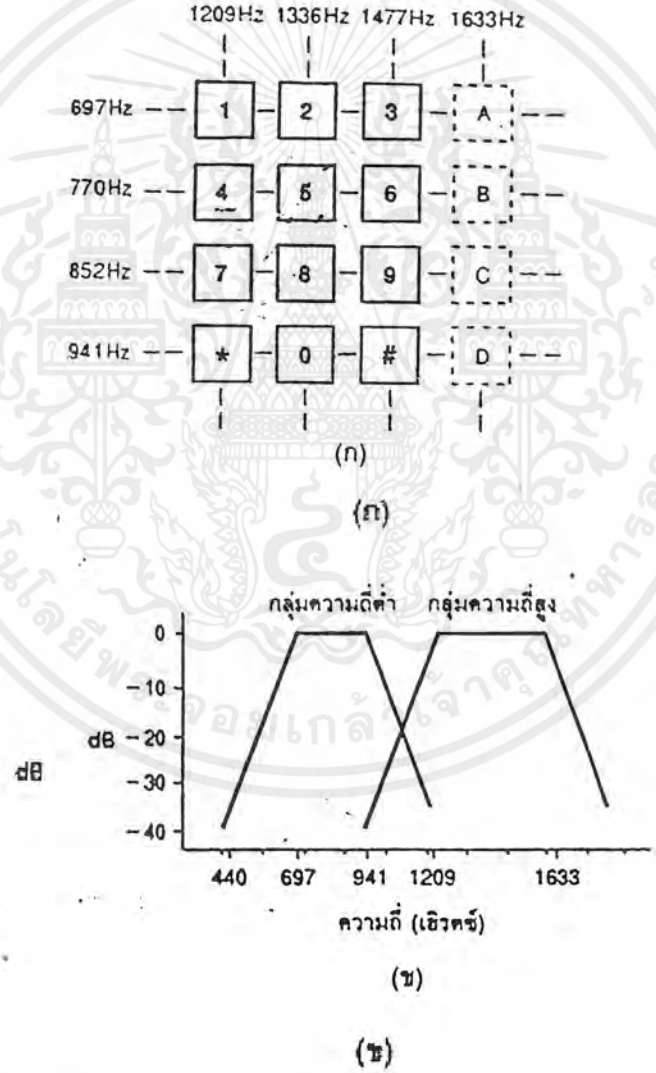
**2.2.10 วงจรถอดรหัสหมายเลข DTMF**

ภายใน voice modem จะมีวงจรที่ทำหน้าที่ถอดรหัสหมายเลขที่ส่งมาแบบ DTMF (DTMF receiver) เพื่อตรวจสอบการกดปุ่มโทรศัพท์จากผู้ที่โทรศัพท์เข้ามา จะกล่าวถึงที่มาของวงจรดังนี้

ในช่วงแรก ๆ จะใช้วงจรถอดรหัส 1 วงจรต่อ 1 คู่สาย เมื่อมีการขยายการใช้งานโทรศัพท์กันมากขึ้น ชุมสายก็มีขนาดใหญ่ขึ้น ภายในชุมสายจะมีคู่สายภายใต้การควบคุมเป็นจำนวนมาก การใช้งานของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF ซึ่งจะประกอบไปด้วยสัญญาณที่มีความถี่ต่างกัน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณตามตำแหน่งคอลัมน์และแถวของปุ่มกดหมายเลข และทำการมอดูเลตเข้าด้วยกันก่อนที่จะทำการส่งออกไป อย่างไรก็ตาม มาทบทวนกันอีกสักครั้งเมื่อกดปุ่มหมายเลขใด ๆ ไปแล้วจะมีสัญญาณความถี่ค่าเท่าไรบ้างที่ถูกผลิตออกมา ในรูป (ก) จะเป็นค่าความถี่ต่าง ๆ ในคอลัมน์และโรว์ ซึ่งจะเป็นค่าที่กำหนดไว้เป็นค่ามาตรฐานของระบบการเข้ารหัสแบบ DTMF อยู่แล้วส่วนในรูป (ข) จะเป็นกราฟที่เป็นผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ภายในวงจรถอดรหัส ซึ่งที่ชุมสายหลังจากที่รับสัญญาณ DTMF มาแล้วก็จะนำไปผ่านวงจรกรองความถี่ที่มีผลตอบสนองตามรูปนี้ เมื่อสัญญาณ DTMF ผ่านวงจรกรองความถี่มาแล้ว ก็จะได้สัญญาณความถี่ 2 ค่า ซึ่งก็เป็นความถี่เดียวกับความถี่มาตรฐานก่อนที่จะทำการมอดูเลตนั่นเอง




**รูปที่ 2.18** ความถี่ของระบบ DTMF และผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่

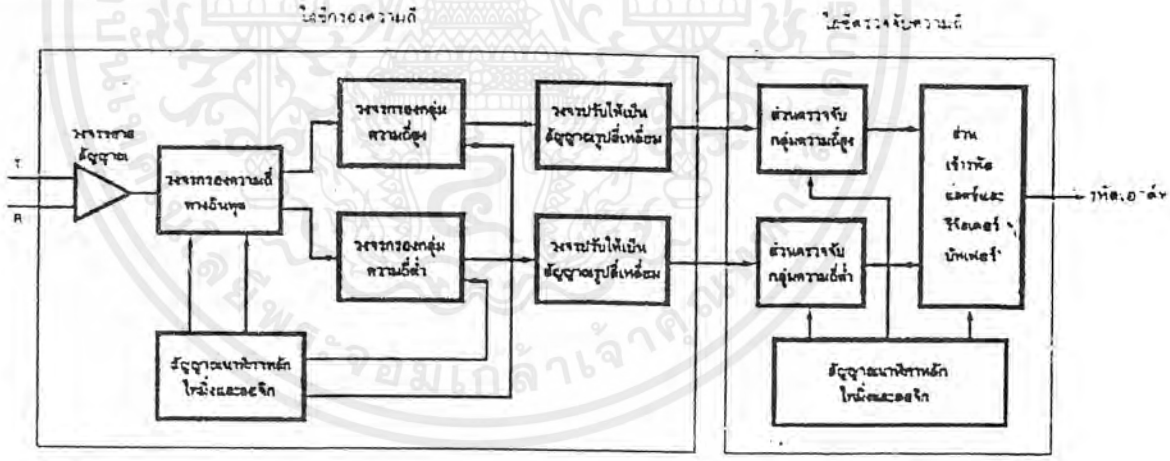
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.11 วงจรกรองความถี่และวงจรตรวจจับ (filtering and detector)

ในรูป (ข) จะเห็นว่าวงจรกรองความถี่เป็นส่วนสำคัญของวงจรถอดรหัสจากรูปกราฟที่แสดงผลตอบสนองความถี่ วงจรกรองความถี่ชนิดที่ใช้สำหรับการทำงานให้ได้ผลตอบสนองตามรูป (ข) จะต้องใช้เวลากรองความถี่ชนิดแยกย่านความถี่ (bandsplit filter) ดังนั้น สัญญาณ DTMF ที่ผ่านวงจรกรองความถี่ออกมาแล้วก็จะแยกได้เป็นกลุ่มความถี่ที่สูง (high group) กับกลุ่มความถี่ต่ำ (low group) ส่วนสัญญาณความถี่ที่อยู่นอกเหนือย่านนี้ ซึ่งไม่ตรงกับค่าความถี่มาตรฐานหรือมีค่าเบี่ยงเบนเกิน 2 % ก็จะไม่สามารถผ่านวงจรกรองความถี่นี้ไปได้

จากนั้น สัญญาณความถี่ที่ผ่านออกมาก็จะถูกนำไปผ่านวงจรตรวจจับ (detector) เพื่อที่จะทำการประมวลต่อไปในรูปด้านล่าง เป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรกรองความถี่และวงจรตรวจจับ

สำหรับการทำงานของวงจรตรวจจับความถี่ทั้ง 2 ย่าน ที่ผ่านมาจากวงจรกรองความถี่แล้วก็จะถูกนำไปผ่านวงจรสร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (squaring circuits) เพื่อทำให้เป็นสัญญาณในระบบดิจิตอลเสียก่อน จากนั้นวงจรตรวจจับก็จะทำการประมวลผลสัญญาณ ซึ่งก็จะใช้วิธีการนับจำนวนพัลส์ โดยจะทำการนับจำนวนพัลส์ภายใน 1 คาบสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมนั่นเอง วิธีการเช่นนี้จะทำให้วงจรตรวจจับความถี่สามารถหาค่าความถี่ของสัญญาณที่เข้ามาได้ ซึ่งก็จะทำให้ทราบถึงค่าของความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF ได้ และทำการถอดรหัสออกมาเป็นหมายเลขโทรศัพท์ได้ในที่สุด




รูปที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมของวงจรถอดรหัสหมายเลขแบบ DTMF

แต่ปัญหาประการสำคัญของผู้ออกแบบวงจรก็คือ การที่มีเสียงพูดเข้ามาในวงจร ซึ่งไม่ใช่ความถี่ DTMF ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการถอดรหัสหมายเลขได้ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดระยะเวลาในการประมวลผลแต่ละครั้งไว้ประมาณ 10 มิลลิวินาที ซึ่งถ้าเวลาในการประมวลผลน้อยกว่านี้จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการถอดรหัสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

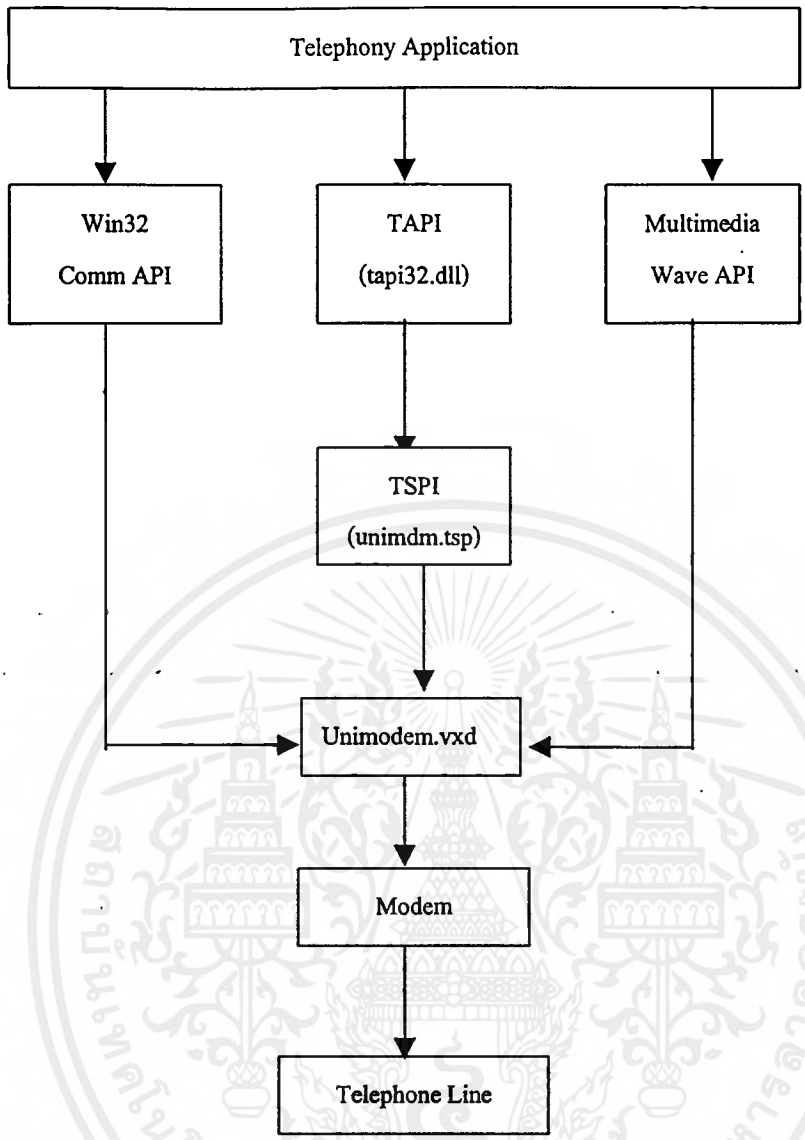
**2.2.12 คำสั่งควบคุม Modem**

คำสั่งที่ใช้ควบคุม Modem ได้รับการพัฒนาโดยบริษัท Hayes ซึ่งเป็นบริษัทผลิต Modem ชั้นนำของโลกโดยนำชุดคำสั่งนี้ไปใช้กับ Modem ของตน ในเวลาต่อมาชุดคำสั่งนี้ก็เริ่มแพร่หลายใช้กับ Modem จากทุกบริษัทจนมีการรับรองเป็นมาตรฐานของคำสั่งควบคุมการทำงานของ Modem ไปในที่สุด ชุดคำสั่งเหล่านั้นมีชื่อเรียกว่า Hayes Command หรือ AT Command มีลักษณะคำสั่งดังตัวอย่าง ATDT 3944364 เป็นคำสั่งใช้สำหรับสั่ง Modem ให้ต่อโทรศัพท์ออกไปที่เบอร์ 3944364 หรือ ATH จะใช้สั่งให้ Modem วางหูโทรศัพท์ แต่ Modem ก็ไม่ได้รับคำสั่งที่เป็น AT ในลักษณะนี้โดยตรงคำสั่งเหล่านี้จะถูกส่งให้ Driver ของ Modem และทำการแปลคำสั่งเหล่านี้ให้กับ Modem อีกทีหนึ่ง

**2.2.13 โครงสร้างการติดต่อกับ Modem**

Voice Modem ที่ทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการ Windows จะมี Software Driver ควบคุมการทำงานอยู่ โดย Driver นั้นจะสนับสนุน function มาตรฐานบน Window 3 กลุ่มด้วยกัน คือ Win32 Comm API, TAPI (Telephony Application Programming Interface), Multimedia Wave API (ใช้ได้เฉพาะ Voice Modem) Driver มาตรฐานนี้ถูกเรียกว่า Unimodem V (V หมายถึงสนับสนุนการทำงานกับเสียง) ในการทำงานของโปรแกรมจะไม่มีการส่ง AT Command ไปยัง Driver ของ Modem โดยตรงแต่จะใช้การเรียก Function จาก TAPI แทน TAPI ก็คือ กลุ่มของ Function ใน Win32 API ที่ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับอุปกรณ์ด้านโทรศัพท์เท่านั้น เช่น เปิดใช้ Modem ด้วย ฟังก์ชั่น lineOpen(), lineMonitorDigit() ใช้ดักจับการกดปุ่มจากผู้ที่โทรเข้า เป็นต้น Function เหล่านี้จะอยู่ในไลบรารีของ TAPI ซึ่งจะมีการเก็บไว้ทั้งในลักษณะที่เป็น Static Library (tapi32.lib) และ Dynamic Link Library(tapi32.dll) เมื่อมีการเรียกใช้ TAPI Function คำสั่งเหล่านั้นจะส่งคำร้องขอการรับบริการไปยัง Telephony Service Provider (TSP) API ที่คอยให้บริการกับ Application ที่เรียกใช้ TAPI Function เมื่อ TSP ได้รับคำร้องแล้วจะแปลคำร้องนั้นไปเป็นคำสั่ง AT Command ส่งให้กับ Driver ของ Modem จากนั้น Driver จึงทำการควบคุมให้ Modem ทำงานตามคำสั่งนั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.20** แสดงโครงสร้างการติดต่อโมเด็ม

จากที่กล่าวมาจะเป็นการทำงานกับส่วนที่เป็นโทรศัพท์เท่านั้น แต่ถ้าต้องการส่งข้อมูล (Data) ออกไปทางสายโทรศัพท์แล้ว จะไม่สามารถใช้ TAPI ในการทำงานส่วนนี้ได้เนื่องจาก TAPI จะจัดการกับอุปกรณ์ทางด้านโทรศัพท์เท่านั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องดึงความสามารถของ API อื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย อย่างในกรณีนี้คือต้องการส่งข้อมูลออกทางสายโทรศัพท์ ดังนั้นจะต้องใช้ Function ใน Win32 Comm API เข้ามาทำงานร่วมด้วย Function ใน Win32 Comm API นี้จะช่วยให้สามารถส่งข้อมูลที่มีลักษณะเป็น ASCII หรือ Binary ไปยัง Modem ได้ และสำหรับ Voice Modem ที่มีความสามารถพิเศษในการเล่นและบันทึกเสียงจากสายโทรศัพท์ได้นั้น จะสามารถนำ Function ใน Multimedia Wave API มาช่วยทำงานในส่วนที่เป็นการเล่นและบันทึกเสียงจากโทรศัพท์ได้ โดยเริ่มจากการเรียก Function lineGetID ใน TAPI เพื่ออ่านค่า Device ID ของฮาร์ดแวร์แปลงเสียงที่มีความสัมพันธ์อยู่กับสายโทรศัพท์ ซึ่งก็คือส่วนที่ทำหน้าที่แปลงเสียงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Voice Modem นั่นเอง เมื่อได้ ID ของฮาร์ดแวร์มาแล้ว จะทำการเรียกใช้ฮาร์ดแวร์นั้นได้จาก Function ใน Multimedia Wave API เหมือนกับ Voice Modem นั้นเป็นอุปกรณ์ Multimedia ชิ้นหนึ่ง เช่นถ้าต้องการให้ Modem เล่นเสียงออกทางสายโทรศัพท์ สามารถทำได้โดยใช้ Function waveOutOpen() เพื่อเปิดใช้อุปกรณ์และเรียก Function waveOutWrite() เพื่อทำการเล่นเสียง Modem ก็จะทำการเล่นเสียงออกไปทางสายโทรศัพท์แทนที่จะออกไปที่ Speaker เหมือนปกติ

**2.2.14 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาด้านการติดต่อสื่อสารกับระบบโทรศัพท์**

จากที่ได้ศึกษาวิธีการติดต่อกับ Modem ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window พบว่าการจะควบคุมให้ Modem ทำงานจัดการเกี่ยวกับสัญญาณโทรศัพท์จำเป็นต้องใช้ TAPI เป็น Function หลักในการควบคุมการทำงานกับโทรศัพท์และนำความสามารถในการเล่นไฟล์เสียงของ Multimedia Wave API เข้าช่วยในการเล่นเสียงตอบรับไปยังผู้สอบถาม เมื่อได้ศึกษาถึงความสามารถของ Compiler แต่ละตัวแล้วสามารถสรุปเหตุผลที่เลือกใช้ Visual C++ ได้ดังนี้

- TAPI Library Built-in
- Multimedia Wave API Built-in

**2.2.14.1 Telephony Application Programming Interface (TAPI)**

Telephony Application Programming Interface (TAPI) คือหนึ่งในชุด API ที่สำคัญที่สุดที่ถูกนำออกเผยแพร่ โดย Microsoft ซึ่งตัว Telephony API ก็คือชุดฟังก์ชัน call ชุดหนึ่งที่ยอมให้โปรแกรมเมอร์จัดการ และประสานการติดต่อสื่อสารชนิดต่างๆ ระหว่าง PC และสายโทรศัพท์(telephony line) TAPI ตั้งชุดของ call ที่เป็นแบบเดียว(uniform) สามารถนำไปดัดแปลงกับฮาร์ดแวร์ชนิดต่างๆ ที่มี TAPI-compliant service provider interface (SPI) เอาไว้ให้บริการกับ Application ที่เรียกใช้งานฮาร์ดแวร์ผ่านทาง TAPI

**1) The Telephony API Model**

TAPI model ถูกออกแบบเพื่อเตรียม abstract layer สำหรับเข้าถึงบริการด้านโทรศัพท์บน Windows ทุกรูปแบบ โดยTAPI คือชุดฟังก์ชันชุดหนึ่งซึ่งจะถูกใช้เพื่อเข้าถึงทุกๆ รูปการบริการด้านโทรศัพท์ภายในระบบปฏิบัติการ Windows

จุดมุ่งหมายของ TAPI คือการยอมให้โปรแกรมเมอร์เขียน Application ที่ใช้ทำงานโดยไม่สนใจ physical telephone medium ที่มีอยู่กับ PC ซึ่ง application ที่เขียนโดยใช้ TAPI นี้จะเข้าถึง telephone-line service โดยตรง โดยจะทำงานเหมือนกันทั้งบน analog หรือ digital phone line ด้วย

application ที่ใช้TAPI นี้จะสามารถก่อเกิดชุด dial tone และฟังก์ชันต่างๆ อย่างเต็มที่(เหมือนกับชุดโทรศัพท์ที่พบอยู่ตามบ้าน) และยังสามารถติดต่อสื่อสารกับ sophisticated multiline digital desktop terminal ที่ถูกใช้ในไฮเทคออฟฟิศได้

การออกแบบ TAPI model จะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนมีชุด API call ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเอง แต่ละชุด API จะเน้นลงไปยังสิ่งที่ TAPI อ้างว่าเป็น *device* โดยจะแบ่ง TAPI device เป็น 2 แบบดังนี้

- *Line devices* ใช้ model ตัว physical telephony line ที่ถูกใช้ส่งและรับเสียง (voice) และข้อมูล(data) ระหว่างสถานที่
- *Phone devices* ใช้ model ตัว desktop handset ที่ถูกใช้ส่งและรับ call

***Line device*** ใช้ model ตัว physical telephony line มันมีนัยสำคัญที่ควรทำความเข้าใจ ใน TAPI นั้น line device จะไม่ใช่ physical line จริงๆ มันเป็นเพียง model หรือ object ที่แทน physical line ใน TAPI application โปรแกรมหนึ่งๆ สามารถเก็บข้อมูลได้หลาย line device แต่ละ line จะถูกเชื่อมต่อ(connect) กับ physical line หนึ่งสาย TAPI application เดียวกันนี้ยังมีความสามารถในการ เก็บข้อมูลของ multiple line device ซึ่งมีจำนวนมากกว่า physical line ทั้งหมดที่มีของ PC ด้วย

***Phone device*** โดย model นี้ยอมให้ โปรแกรมเมอร์ TAPI สามารถสร้าง "โทรศัพท์เสมือน(virtual phone)" ภายใน PC workspace ได้โดยง่าย ตัวอย่างเช่น มี PC มาตรฐานกับ sound card, speaker และ microphone จะสามารถเลียนแบบทุกๆ ฟังก์ชันของโทรศัพท์ได้ phone device จะเหมือนกับ line device คือไม่จำเป็นต้องคงอยู่กับความสัมพันธ์หนึ่งต่อหนึ่ง(1 to 1) กับ physical phone โดย PC เครื่องหนึ่งสามารถ model ได้หลาย phone device แต่ละ phone มีลักษณะเฉพาะของมันเอง เมื่อมีการ call ที่แท้จริงจะต้องถูกสร้างขึ้น ผู้ใช้สามารถเลือกหนึ่งในนั้น ใส่เลขที่ต้องการแล้ว TAPI application จะแนบ phone device ไปกับ line device ที่หาได้ไป

**2) TAPI and the WOSA Model**

TAPI สามารถบรรลุงานของมันโดยแบ่ง job เป็น 2 เลเยอร์อย่างชัดเจน: client API และ SPI แต่ละ interface คือชุดฟังก์ชันที่ถูกออกแบบเพื่อทำงานด้านโทรศัพท์ของมันอย่างสมบูรณ์ client API จะส่ง request จาก application ไปยัง SPI สำหรับแต่ละ task มันเป็นงานของ SPI ที่จะทำงานให้เสร็จสมบูรณ์และส่งผลกลับมาที่โปรแกรมที่เรียกใช้ผ่านทาง client API จะเห็นได้ว่า TAPI คือสมาชิกของ WOSA (Windows Open Services Architecture) model

การเป็นส่วนหนึ่งของ WOSA นั้น TAPI จะเตรียมการใช้งานทางโทรศัพท์ที่สมบูรณ์บนระบบปฏิบัติการ Windows โดยปราศจากความยุ่งยากที่โปรแกรมเมอร์จะต้องเรียนรู้ API เฉพาะของผู้ขาย ผู้พัฒนา application สามารถโฟกัสไปยังจุดที่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้โดยไม่สนใจรายละเอียดด้าน hardware driver (SPI) ในขณะเดียวกัน ผู้ขายฮาร์ดแวร์สามารถใช้เวลาในการเพิ่มชุด SPI call ซึ่งสามารถแน่ใจได้ว่าจะทำงานได้บน Windows ทุก platform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

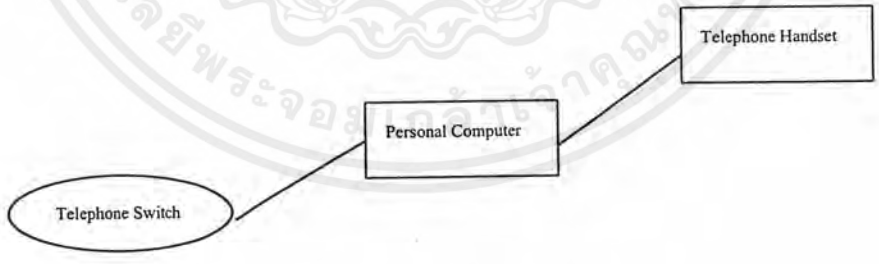
**3) Typical Configurations**

TAPI model ถูกออกแบบเป็นฟังก์ชันที่แตกต่างกันตามการติดตั้งทางกายภาพ ซึ่งแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียต่างกัน วิธีในการติดตั้งมี 4 วิธี

- *Phone-based* การติดตั้งแบบนี้ใช้สำหรับการประมวลผล voice-oriented call จะดีที่สุด ซึ่ง handset มาตรฐานจะถูกใช้ถี่ที่สุด
- *PC-based*[1] การติดตั้งแบบนี้ใช้สำหรับการประมวลผล data-oriented callจะดีที่สุด ซึ่ง PC จะถูกใช้ถี่ที่สุดในการประมวลผลทั้ง
- *Shared or unified line* การติดตั้งแบบนี้จะอยู่กลางๆ ระหว่างระบบ phone-based และ PC-based มันปล่อยให้ทุกๆ device ปฏิบัติงานเท่าๆ กันตาม service line
- *Multiline* มีความเปลี่ยนแปลงหลายอย่างในการติดตั้งแบบ multiline ความแตกต่างประการแรกระหว่างการติดตั้งแบบนี้และแบบอื่นๆ คือ PC จะทำตัวเป็นทั้ง voice-server หรือ call switching center ซึ่งเชื่อมต่อกับสายโทรศัพท์ภายนอกหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่ง PCs และการทำตัวเป็น telephone handset ข้อได้เปรียบอย่างแรกของการติดตั้งแบบนี้คือเราไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่งระหว่างสายโทรศัพท์และ end device(PCs หรือ โทรศัพท์)

***PC-Based Configurations***

การติดตั้ง TAPI แบบ PC-based จะวาง PC ระหว่าง telephone switch และ handset มาตรฐาน ดังรูป




**รูปที่ 2.21** แสดงการติดตั้งแบบ PC-Based Configurations

การติดตั้งแบบนี้จะเป็นประโยชน์ที่สุดเมื่อ PC เป็น device แรกในการเข้าถึงสายโทรศัพท์ โดยวิธีนี้ PC จะเป็นตัวเริ่ม phone call บ่อยที่สุด โดยจะทำได้ผ่านทาง phone card และ software บน PC ซึ่งเป็นตัวจัดการรายการหมายเลขโทรศัพท์และควบคุมการ

[1] การติดตั้งแบบนี้ถูกใช้ใน project นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมุนโทรศัพท์ และ PC ยังสามารถถูกใช้เพื่อแสดงข้อมูล digital บนจอภาพขณะ handling voice information ด้วย

จากรูปจะปล่อยให้เริ่ม call จาก handset ได้ ในกรณีนี้ call สามารถ share กับ PC เมื่อ data stream ผ่าน PC ไปที่ switch ผู้ใช้สามารถเริ่ม voice call โดย handset และ switch ไปที่ PC เพื่อจับ(capture) และแสดงข้อมูลที่ส่งบนสายโทรศัพท์

ข้อดีอื่นๆ ของการติดตั้งวิธีนี้คือ PC สามารถทำตัวเป็นผู้จัดการการ call สำหรับ handset จะเป็นประโยชน์เป็นพิเศษใน mixed-mode environment ที่ voice, data, และ fax ทั้งหมดนี้เข้ามาที่ phone address เดียวกัน

การติดตั้งแบบ PC-based นี้ PC สามารถถูกใช้สำหรับ call screening และ message handling โดย TAPI-compliant software สามารถบันทึก message ที่เข้ามาสำหรับผู้ใช้และวางมันในคิวเพื่อพิจารณาดูภายหลัง หรือทำการ forward call ไปที่ address อื่นๆ ได้

**4) Telephone Line Services**

จุดมุ่งหมายแรกของ TAPI คือการช่วยให้โปรแกรมเมอร์ออกแบบระบบที่จะทำงานในทางเดียวกันโดยไม่สนใจลักษณะทางกายภาพของสายโทรศัพท์ ฟังก์ชัน TAPI มีคุณสมบัติเหมือนกันทั้งสายโทรศัพท์ analog, digital, และ cellular TAPI มีความสามารถปฏิบัติงานทั้งการติดตั้งแบบ single line หรือ multiline อันที่จริง ประโยชน์ที่แท้จริงของ TAPI model สำหรับโปรแกรมเมอร์คือ ผู้ใช้สามารถ install TAPI-compliant software ได้บนระบบที่ความแตกต่างของชนิดของ physical line แล้วยังทำงานได้อย่างเหมาะสม

ชนิดของ line สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลักๆ

- Analog lines
- Digital lines
- Private protocol lines

Analog lines เป็นชนิดของสายโทรศัพท์ที่มีตามบ้านทั่วไป Digital lines มักจะถูกใช้โดยองค์กรใหญ่ๆ เพื่อเป็นช่องทางในการส่ง voice และ data ที่มีจำนวนมาก T1 และ ISDN line ก็คือชนิดของ digital lines ส่วน Private protocol lines เป็น digital line ชนิดพิเศษ ใช้ภายใน private branch exchange(PBXs) line ชนิด PBX ถูกใช้ในการขนส่ง voice, data, และข้อมูลควบคุมพิเศษที่ใช้โดย switching hardware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ระดับการให้บริการของ TAPI ที่ใช้ในระบบตอบรับอัตโนมัติ

**5.1) Assisted Telephony Service**

เป็นรูปแบบการให้บริการ TAPI ที่ง่ายสุด โปรแกรมเมอร์สามารถกำหนด Place outbound และสามารถจะตรวจสอบ Current dialing location ได้ Assisted Telephony Service นี้สามารถนำไปสร้างเป็น Simple dialing button ได้ เพื่อใช้เสริมหรือเพิ่มบริการ dialing ใน application ของเรา

ในความเป็นจริง Assisted Telephony จะถูกใช้ในการร้องขอ Outbound call ส่วนในการ Dial และการ Call จะถูกจัดการโดย Windows/TAPI application –ตัวที่ windows default ไว้ได้แก่ Dialer.exe ซึ่ง Dialer.exe เป็นส่วนหนึ่งของ Windows

จะมี 2 API Call ที่ใช้ใน Assisted Telephony service Lavel

1. TapirequestMakeCall --- ใช้เพื่อต้องการหาหรือทราบ Placement call
2. TapiGetLocationInfo --- ใช้เพื่อหา Current Country code และ City code

**5.2) Basic Telephony Services**

เป็นระดับถัดมาของ TAPI Service Model Basic Telephony service มี Function ที่โปรแกรมเมอร์สามารถนำไปพัฒนา Application ซึ่งมีการ inbound – outbound บน single line analog phone ได้

Analog phone ส่วนมากที่ใช้ในระดับนี้คือ POTS(Plain Old Telephone Service) แต่ก็ยังสนับสนุนสายส่งแบบอื่นได้อีกด้วย เช่น ISDN แต่จะไม่มี Function การดำเนินงานในระดับนี้ หนึ่งใน Function ที่สำคัญในระดับนี้คือ Handle Multiple Line device และเป็นไปได้ว่าหลาย ๆ Application สามารถที่จะ Run ได้พร้อมกัน และใช้วิธี Handle request ด้วยการจัดลำดับคิว

**5.3) The Basic Telephony Line Device API Set**

การทำงานในระดับนี้ได้เตรียม API ไว้เพื่อจัดการกับการทำงานต่าง ๆ ของ application และได้แบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ดังนี้

- Basic Line-handling calls จัดการเกี่ยวกับการสร้าง เปิด และ ปิด TAPI Line
- Line settings and status จัดการการอ่าน เขียน Parameter ต่าง ๆ และควบคุมการทำงานของ LineDevice
- Outbound and Inbound Functions จัดการเกี่ยวกับ Place ของ Outbound voice หรือการตอบรับจาก Inbound voice

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Address Function จัดการเกี่ยวกับการ ปรับเปลี่ยน การรับรู้ และการสร้าง Telephone address และ dialing string
- Miscellaneous Features จัดการเกี่ยวกับ Function TAPI ทั่ว ๆ ไป

**2.2.14.2 การเชื่อมต่อ Application กับ TAPI**

การเรียกใช้งาน TAPI จาก Application จะต้องทำตามขั้นตอนดังนี้

**ตารางที่ 2.1** แสดงขั้นตอนในการเรียกใช้งาน TAPI จาก Application

| ขั้นที่ | TAPI Function | จุดประสงค์ |
|---|---|---|
| 1. | *LineInitialize/Ex* | เพื่อทำการเชื่อมต่อกันระหว่าง Application และ TAPI Server |
| 2. | *LineNegotiateAPIVersion* | ทำการตรวจสอบ version numbers ของโมเด็มทุกตัวที่ติดตั้งอยู่ในระบบ เนื่องจากการทำงานในระบบตอบรับต้องใช้ TAPI Version 1.4 ขึ้นไป |
| 3. | *LineGetDevCaps* | ทำการตรวจสอบความสามารถของอุปกรณ์โมเด็ม เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์โมเด็มว่าสนับสนุนการทำงานแบบเสียงตอบรับหรือไม่ |
| 4. | *LineGetAddressCaps.* | ตรวจสอบ Address ของอุปกรณ์โมเด็ม เนื่องจากโมเด็มบางชนิดมีจุดเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ได้มากกว่า 1 ที่(Address) ในอุปกรณ์ 1 ชิ้น (ไม่มีขายตามท้องตาด ต้องสั่งซื้อจากบริษัทขายระบบตอบรับเท่านั้น) |
| 5. | *LineOpen* | เป็นการเปิดใช้อุปกรณ์โมเด็ม โดยเลือกกำหนดอุปกรณ์โมเด็มที่จะเปิดใช้ และกำหนดลักษณะการทำงาน เช่น เป็นการตอบรับโดยใช้เสียง |
| 6. | *LineAnswer* | เปรียบได้กับการยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาเตรียมจะตอบรับ |
| 7. | *LineGetID* | ค้นหาหมายเลขของอุปกรณ์(Device ID)ในโมเด็มที่ใช้เล่นเสียงไฟล์เสียง |
| 8. | *LineShutdown* | ปิดการใช้งานอุปกรณ์โมเด็ม การเรียกใช้ lineShutdonw จะทำให้Application หยุดการเชื่อมต่อกับ TAPI Server |

8 ขั้นตอนนี้จะเป็นการเริ่มต้นทำงานกับ TAPI และหยุดการทำงานกับ TAPI แต่ยังมีการทำงานใน TAPI ส่วนอื่นๆ ที่เกิดขึ้นตามการทำงานของอุปกรณ์โมเด็ม เช่น การโทรเข้า

เอกสารนี้เป็น[illegible]การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางหู การกดปุ่มบนแป้นโทรศัพท์ เป็นต้น สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะมีการทำงานแยกออกไป ซึ่งจะกล่าวไว้ในส่วนของ TAPI Handle และ TAPI Message

**1) TAPI Callback Function**

Application กับ TAPI Server จะต้องมีการสื่อสารกับอยู่ตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มทำการ Initialize จนถึง Shutdown จึงต้องมีวิธีการที่จะช่วยให้การสื่อสารเป็นไปได้ทั้งสองทาง TAPI Server จึงนำหลักการของ Callback Function มาใช้ ความหมายของ Callback Function ก็คือ Function ของ Application ที่ส่งให้กับ TAPI Server เก็บ Function นี้ไว้เพื่อใช้เรียกกลับมายัง Application เมื่อต้องการส่ง Message หรือ handle ตัวอย่างของ TAPI Callback Function เป็นดังนี้

```
void CALLBACK LineCallBack(DWORD  dwDevice, DWORD  nMsg,
                           DWORD dwInstance, DWORD  dwParam1,
                           DWORD  dwParam2,DWORD  dwParam3)
{
    Line*   pLine = (Line*)dwInstance;
    if( pLine )
    {
      pLine->OnEvent(dwDevice, nMsg, dwParam1, dwParam2, dwParam3);
    }
    else
    {
      TRACE(TEXT("Unhandled line event: %luL  %lu, %lu, %lu\n"), nMsg,
          dwParam1, dwParam2, dwParam3);
    }
}
```

จากตัวอย่างจะแสดงให้เห็นว่าเมื่อ TAPI ต้องการส่ง Message และ handle จะเรียกใช้ Function นี้พร้อมกับใส่ค่าของ Message และ handle ลงใน Parameter ของ Function จะทำให้ค่าต่างๆ สามารถส่งเข้าไปยัง Application ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2) TAPI Handles และ TAPI Messages**

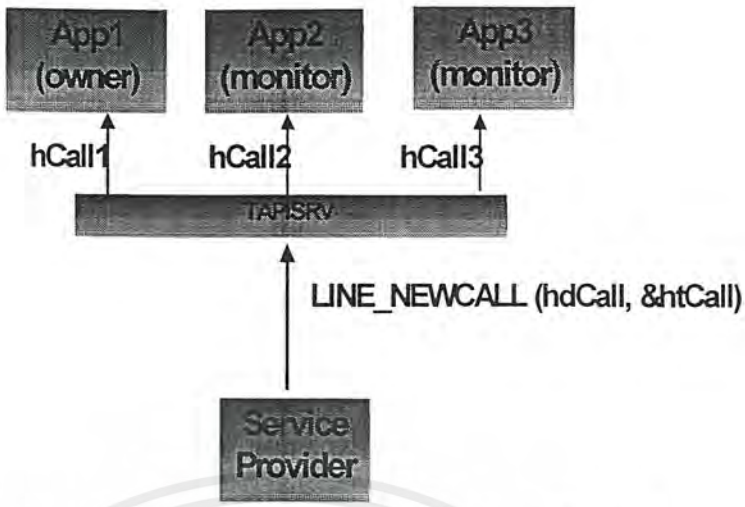
TAPI Handle เปรียบเสมือน Record ที่เก็บข้อมูลของ Call อีกนัยหนึ่งก็คือเก็บข้อมูลการติดต่อกับระบบโทรศัพท์ ณ จุดหนึ่งๆ เมื่อต้องทำการติดต่อผ่านทางโมเด็ม ใน TAPI จะมี Handle อยู่ 3 ชนิดดังนี้

**ตาราง 2.2** แสดง Handle 3 ชนิดของ TAPI

| | ประเภท | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| 1. | HXxxx handle | เป็น handle ที่สร้างขึ้นจากส่วนของ TAPI แล้วส่งให้กับ Application |
| 2 | HtXxxx handle | เป็น handle ที่สร้างขึ้นจาก TAPI แล้วส่งให้กับ TSP เมื่อ TSP ต้องการส่งข้อมูลที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์โมเด็มจะใช้ handle นี้เป็นตัวบอกว่าสิ่งที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นกับส่วนไหนใน TAPI โดยการระบุ handle ลงไป |
| 3. | HdXxxx handle | เป็น handle ที่สร้างขึ้นจาก TSP แล้วส่งให้กับ TAPI ใช้อธิบายองค์ประกอบต่างๆ ใน TSP และ TAPI จะอ้างถึง handle นี้เมื่อมีการติดต่อกับ TSP |

TAPI Message เปรียบเสมือนข้อความที่ส่งมาจาก TAPI ให้กับ Application เพื่อบอกให้รู้ว่าขณะนี้เกิดอะไรขึ้นกับอุปกรณ์โมเด็ม เช่น มีโทรศัพท์เข้า ผู้โทรเข้าวางหูแล้ว หรือการกดปุ่มบนแป้นโทรศัพท์ เป็นต้น Message นี้มักส่งออกมาคู่กับ handle ของ Call หรือ handle ของอุปกรณ์โมเด็มเพื่อบอกให้รู้ถึงที่มาของ Message ด้วย เมื่อ Application รู้ที่มาและสิ่งที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์โมเด็มแล้ว ทำให้สามารถตัดสินใจได้ว่าจะทำงานอะไรกับอุปกรณ์โมเด็มเป็นขั้นต่อไป เช่น หลักจากมีการโทรศัพท์เข้ามาเมื่อมีสัญญาณดัง 2 ครั้ง ให้รับโทรศัพท์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

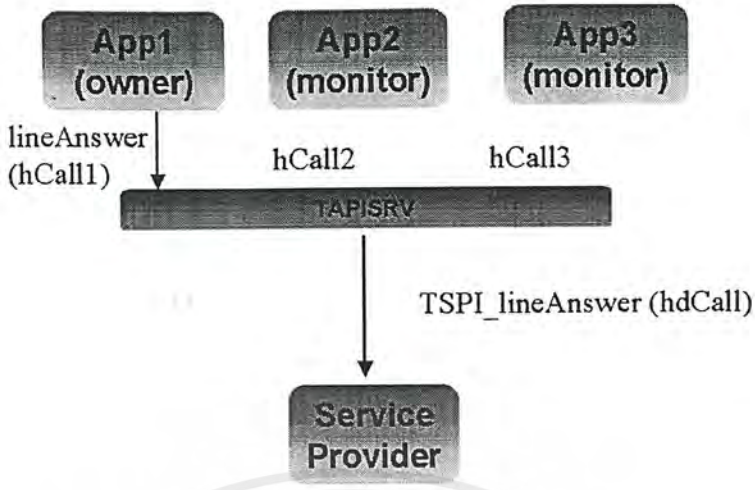



**รูปที่ 2.22** Service Provider (TSP) ดำเนินการกับ Call ที่เข้ามาใหม่

จากรูปแสดงถึง Application 3 ชุด. Application ชุดแรกเปิดอุปกรณ์โมเด็มในลักษณะที่เป็นเจ้าของในขณะที่ Application อีก 2 ชุดทำการเฝ้าการติดต่อจากอุปกรณ์โมเด็มเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการรับโทรศัพท์ที่เข้ามาแต่อย่างใด

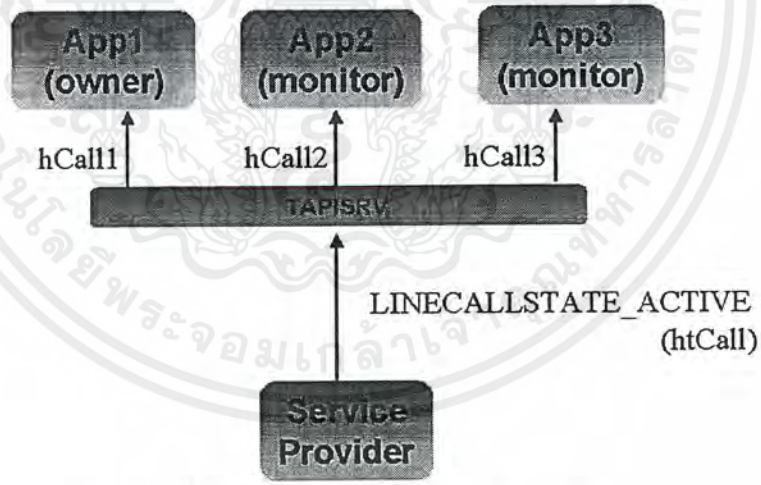
Method LINE_NEWCALL จะเป็นตัวระบุว่ามีการโทรศัพท์เข้ามายังอุปกรณ์โมเด็ม การทำงานของ method นี้จะทำให้ TAPI กับซอฟท์แวร์ควบคุมอุปกรณ์ของทาง Service Provider ทำงานกับ Call ที่ตรงกันได้ เนื่องจากทาง Service Provider ได้มอบ handle ของ Call จาก driver ให้กับทาง TAPI (hdCall) และ ทาง TAPI จะทำการส่ง handle Call ที่ตัวเองสร้างขึ้นกลับไปให้ Service Provider เมื่อทั้งสองฝ่ายมี handle ของกันและกันแล้วจะทำให้ TAPI กับ Service Provider ติดต่อกันและกันได้อย่างถูกต้องโดยใช้ข้อมูลจาก handle และระหว่าง TAPI กับ Application จะติดต่อกันได้ผ่านทาง handle Call ที่ TAPI สร้างขึ้นแล้วส่งไปให้กับ Application แต่ละชุด (hCall1,hCall2,hCall3) พร้อมกับส่ง Message LINE_NEWCALL ให้กับ Application ด้วยแล้ว Application จะต้องเก็บข้อมูลจาก handle ที่ได้รับมาเพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่งของ Call ที่จะทำการติดต่อด้วยในครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.23 การตอบรับโทรศัพท์

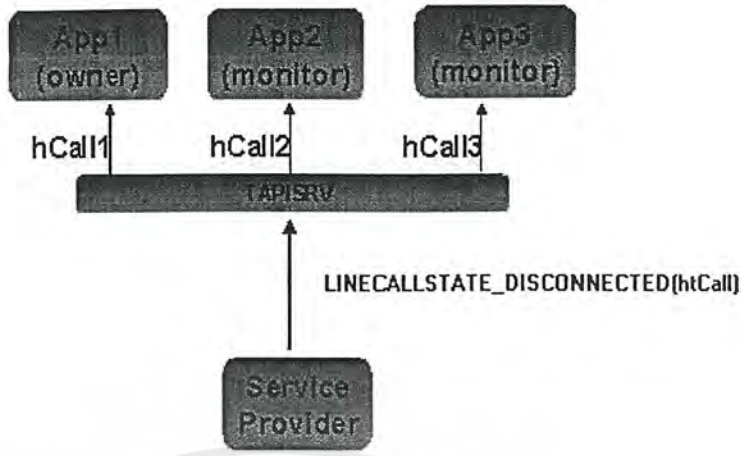
Application ที่แสดงตัวเป็นเจ้าของอุปกรณ์โมเด็มสามารถทำการตอบรับโทรศัพท์โดยการเรียก lineAnswer TAPI Function กับ handle ของ Call ที่มีการโทรศัพท์เข้ามา เมื่อ TAPI Server รับรู้แล้วจะทำการเรียก TSPI_lineAnswer ไปยัง Service Provider เพื่อควบคุมให้อุปกรณ์โมเด็มที่สัมพันธ์กับ handle นั้นทำการรับโทรศัพท์ที่เข้ามา




**รูปที่ 2.24** โทรศัพท์พร้อมทำงาน

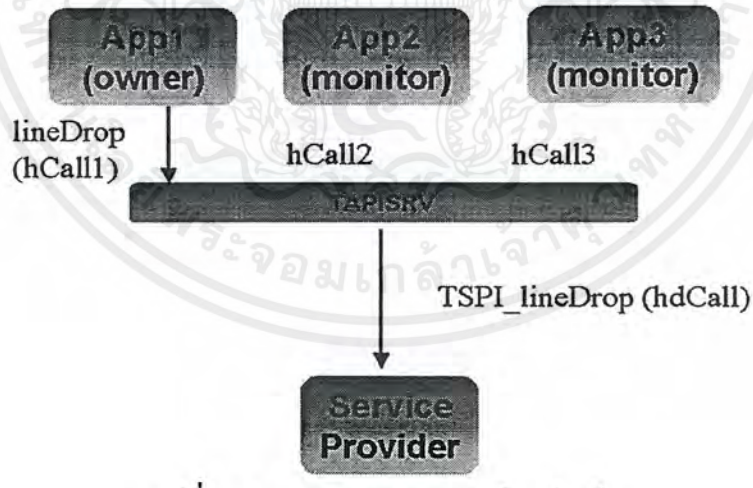
ถึงตรงนี้ Service Provider จะตอบรับและเปลี่ยนสถานะของ handle นั้นเป็น Active แล้วแจ้งไปยัง TAPI Server โดยเรียก LINECALLSTATE_ACTIVE ซึ่งจะมีการระบุ TAPI handle ที่สัมพันธ์กับอุปกรณ์โมเด็มที่เปลี่ยนแปลง เมื่อ TAPI ได้รับแจ้งการเปลี่ยนแปลงแล้วจะส่ง handle ของ Call ที่เปลี่ยนแปลงกระจายไปยัง Application แต่ละชุดพร้อมกับส่ง Message LINECALLSTATE_ACTIVE ออกไปพร้อมๆ กันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.25** ผู้ที่โทรเข้ามาวางสายโทรศัพท์

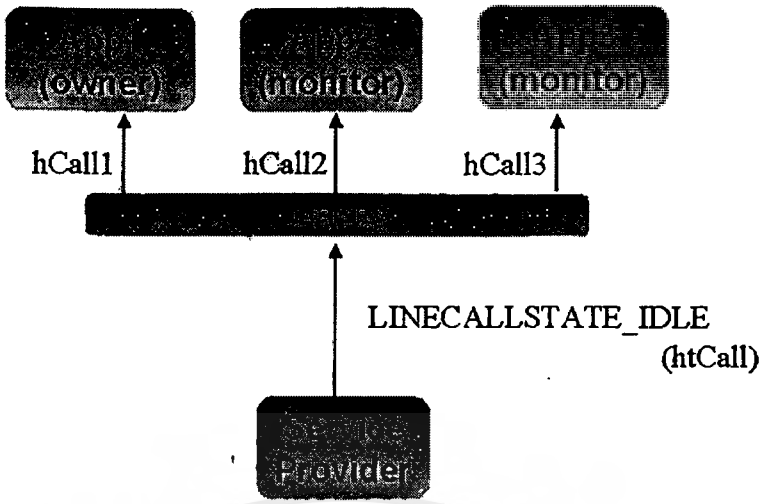
เมื่อผู้ที่โทรศัพท์เข้ามาวางหูโทรศัพท์สัญญาณจะถูกตัดขาดเมื่อทาง Service Provider รับรู้ถึงสถานะของสัญญาณแล้วจะทำการแจ้งให้กับทาง TAPI Server ให้รู้ว่าทางผู้โทรเข้าได้วางหูแล้วโดยการเรียก LINECALLSTATE_DISCONNECTED จากนั้น TAPI จะทำการกระจาย Message LINECALLSTATE_DISCONNECTED ไปให้กับ Application ต่างๆ พร้อมกับระบุ handle ที่มีการวางสายโทรศัพท์ไปให้ด้วย




**รูปที่ 2.26** Application วางสายโทรศัพท์

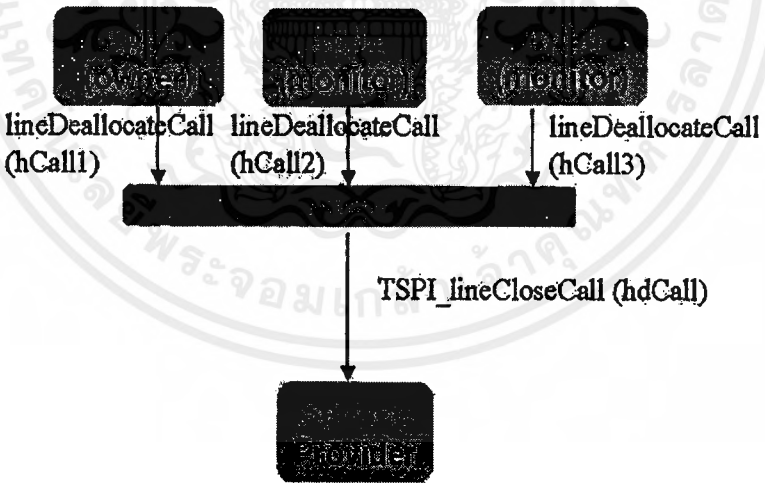
เมื่อโทรศัพท์กับอุปกรณ์โมเด็มตัดการเชื่อมต่อกันเรียบร้อยแล้วทาง Application ที่ควบคุมโทรศัพท์นั้นอยู่จะมีการสั่งวางสายโดยการเรียก lineDrop TAPI Function จากนั้น TAPI Server จึงสั่ง TSPI_lineDrop ไปยัง handle ของอุปกรณ์โมเด็มผ่านทาง Service Provider

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.27** สัญญาณโทรศัพท์ว่าง

เมื่อวางสายโทรศัพท์ทั้งสองฝ่ายแล้วจะเกิดสัญญาณว่าง (Idle) ส่งเข้ายังโมเด็ม ทาง Service Provider จะแจ้งทาง TAPI Server ถึงสัญญาณว่างที่เกิดขึ้นโดยใช้ LINECALLSTATE_IDLE เพื่อให้ TAPI Server แจ้งไปยัง Application โดยการกระจาย Message LINECALLSTATE_IDLE พร้อมกับ handle ของ Call ที่สัมพันธ์กับโมเด็มที่ได้รับสัญญาณสายว่างเข้ามา




**รูปที่ 2.28** Application จบการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์

การวางสายโทรศัพท์ไม่ได้ทำให้การเชื่อมต่อระหว่าง Application , TAPI และ Service Provider สิ้นสุดลง ระหว่างนี้ Application ยังสามารถเรียกตรวจสอบข้อมูลอื่นๆ จากโทรศัพท์ที่วางสายลงไปได้ การที่จะหยุดการติดต่อของ Call นี้จะต้องทำการ Deallocate call ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ จากรูปมีอยู่ 3 Application ที่มีการขอใช้งาน TAPI Server เมื่อ Application แรกทำการ Deallocate Call handle จะไม่มีผลกระทบเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นกับ Service Provider การทำงานของ TAPI Server จะเรียก TSPI_lineCloseCall ก็ต่อเมื่อ ไม่มี Application ทำการ handle call เหลืออยู่เลย หมายถึงว่า ทุกๆ Application ทำการ Deallocate call handle หมดแล้ว TAPI Server จึงจะแจ้งให้กับ Service Provider รู้และทำการหยุดการทำงานกับ Call นี้อย่างแท้จริงและพร้อมที่รับสายต่อไปที่จะเข้ามาได้

TAPI Message ที่เกี่ยวข้องกับระบบมีดังนี้

**ตารางที่ 2.3** แสดง TAPI Massage ที่เกี่ยวข้องกับระบบ

| Main Message | คำอธิบาย |
|---|---|
| LINE_APPNEWCALL | TAPI จะส่ง Message นี้มายัง Application เพื่อแจ้งว่ามีสัญญาณโทรเข้าดังเข้ามายังโมเด็ม |
| LINE_DEVICESTATE | TAPI จะส่ง Message นี้เข้ามายัง Application เพื่อบอกให้รู้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับอุปกรณ์โมเด็ม เช่น เสียงกริ๊งของโทรศัพท์ Message นี้จะส่งมาพร้อมกับ Message ย่อยที่แสดงถึงว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นคืออะไร |
| LINE_CALLSTATE | หลังจากที่ Application รับโทรศัพท์แล้วจะถือว่า Call ที่เข้ามานั้นทำงานและเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับ Call ทาง TAPI Server จะแจ้งกับทาง Application โดยส่ง Message LINE_CALLSTATE ให้กับ Application พร้อมกับ Message ย่อยที่บอกถึงการเปลี่ยนแปลง |
| LINE_MONITORDIGITS | TAPI Server จะส่ง Message นี้ให้กับ Application เมื่อมีการกดปุ่มบนแป้นโทรศัพท์ แต่จะต้องเปิดใช้ความสามารถส่วนที่ใช้เฝ้าดักฟังการกดปุ่มของอุปกรณ์โมเด็มก่อนจึงจะมีการส่ง Message นี้ และ Message นี้จะส่งมาพร้อมกับค่าของปุ่มที่กดเป็นตัวอักษร |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Message ย่อยที่ส่งมาพร้อมกับ Main Message มีดังนี้

**ตาราง 2.4** แสดง Massage ย่อยที่ส่งมาพร้อมกับ Main Massage

| Main Message | Sub Message |
|---|---|
| LINE_DEVICESTATE | LINEDEVSTATE_RINGING |
| LINE_CALLSTATE | LINECALLSTATE_CONNECTED |
| | LINECALLSTATE_DISCONNECTED |
| | LINECALLSTATE_IDLE |

**3) TAPI Basic data structure ข้อมูลชนิดวาเรียนท์ ( VARIANT )**

ข้อมูลชนิดวาเรียนท์เป็นข้อมูลที่มีลักษณะพิเศษคือ สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดของหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลได้โครงสร้างข้อมูลของข้อมูลชนิดวาเรียนท์ในภาษา C/C++ เป็นดังนี้

```
Struct VARDATA
    {
        DWORD   dwTotalSize;
        DWORD   dwNeededSize;
        DWORD   dwUsedSize;
    };
```

โครงสร้างของข้อมูลชนิดวาเรียนท์ประกอบด้วยฟิลด์ข้อมูลพื้นฐานอยู่ 3 ฟิลด์ด้วยกัน สามารถอธิบายหน้าที่ของทั้ง 3 ฟิลด์ได้ดังตาราง

**ตาราง 2.5** แสดงหน้าที่ของฟิลล์ข้อมูลพื้นฐานทั้ง 3 ฟิลล์

| ชื่อฟิลด์ | คำอธิบาย |
|---|---|
| DwTotalSize | ใช้เก็บจำนวน Bytes ทั้งหมดที่ใช้ตัวแปรนี้คือรวมเนื้อที่ที่ใช้เก็บค่าของทั้ง 3 ฟิลด์นี้ด้วย |
| DwNeededSize | ใช้เก็บจำนวน Bytes ที่ต้องการใช้ในการเก็บค่าของข้อมูลที่ได้รับกลับมาจากการเรียกใช้ฟังก์ชัน เป็นเหมือนค่าประมาณว่าจะใช้เก็บข้อมูลจริงกี่ Bytes |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| DwUsedSize | เป็นจำนวน Bytes ที่ใช้จริงในการเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานเมื่อทำการปรับเปลี่ยนค่าเรียบร้อยแล้วขนาดของหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลจะเท่ากับค่านี้ |

ทั้ง 3 ฟิลด์นี้เป็นเพียงฟิลด์พื้นฐานที่ใช้ควบคุมขนาดหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เมื่อทำการส่งข้อมูลชนิดวาเรียนท์แบบอ้างอิงไปให้กับ TAPI Server จากนั้นทางด้าน TAPI Server จะทำการเติมข้อมูลที่ Application ต้องการลงในตัวแปรวาเรียนท์ซึ่งจะมีโครงสร้างที่แตกต่างกันไปตามฟังก์ชันที่ Application เรียกใช้ ตัวอย่างเช่น ถ้าใน Application เรียกใช้ฟังก์ชัน lineGetDevCaps TAPI Function ข้อมูลที่คืนกลับทางตัวแปรวาเรียนท์จะมีโครงสร้างแบบหนึ่งซึ่งเรียกว่า LINEDEVCAPS ถ้าใน Application เรียกใช้ lineGetID TAPI Function ข้อมูลที่คืนกลับมาในตัวแปรวาเรียนท์จะมีโครงสร้างอีกแบบหนึงเรียกว่า VARSTRING เป็นต้น

ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลชนิด VARSTRING โครงสร้าง VARSTRING ใช้ในการคืนค่าสตริงที่มีขนาดไม่แน่นอน โครงสร้างข้อมูลแบบนี้ถูกใช้ในการรับค่าจากการตรวจสอบหมายเลขอุปกรณ์ด้วยฟังก์ชัน lineGetID และสามารถอธิบายลักษณะของโครงสร้างได้ดังนี้

```
typedef struct varstring_tag {
    DWORD  dwTotalSize;
    DWORD  dwNeededSize;
    DWORD  dwUsedSize;
    DWORD  dwStringFormat;
    DWORD  dwStringSize;
    DWORD  dwStringOffset;
} VARSTRING, FAR *LPVARSTRING;
```

**2.2.14.3 Multimedia API**

ความต้องการของระบบตอบผลสอบคือต้องการที่จะตอบผลสอบให้กับผู้สอบถามในรูปแบบของเสียง แต่ทว่าการทำงานของ TAPI จะเป็นการควบคุมในส่วนของการติดต่อกับอุปกรณ์โมเด็มในลักษณะของการเชื่อมต่อโทรศัพท์เท่านั้น การที่จะเล่นไฟล์เสียงผ่านอุปกรณ์โมเด็มออกไปยังสายโทรศัพท์ได้จะต้องใช้ API ที่ควบคุมด้านเสียงเข้าช่วยในส่วนนี้ ซึ่ง API ที่ใช้ควบคุมด้านเสียงนี้เป็นส่วนหนึ่งของ Multimedia API

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำ Multimedia API มาใช้งานร่วมกับ TAPI จะมีจุดเชื่อมต่อคือฟังก์ชัน lineGetID ดังที่กล่าวไปแล้วในตารางขั้นตอนการติดต่อกับ TAPI Server คือจะทำการค้นหาหมายเลขอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเล่นเสียงที่ติดตั้งอยู่ในโมเด็ม แต่ทว่าการทำงานของฟังก์ชันนี้ไม่ได้ค้นหาได้เฉพาะหมายเลขอุปกรณ์ที่ใช้เล่นเสียงเท่านั้นแต่ยังสามารถค้นหาหมายเลขอุปกรณ์ชนิดอื่นๆ ได้อีกด้วย อุปกรณ์แต่ละประเภทนั้นจะเรียกว่า Device class ซึ่งจะแบ่งเป็น Device class มาตรฐานได้ดังนี้

| **Device Class Name** | **Description** |
|---|---|
| comm | การสื่อสารผ่าน Communicationport |
| comm/datamodem | การสื่อสารผ่าน Communicationport ไปยัง Modem |
| comm/datamodem/portname | ชื่อของอุปกรณ์ที่โมเด็มเชื่อมต่ออยู่ |
| wave/in | รับข้อมูลในลักษณะของเสียง |
| wave/out | ส่งข้อมูลออกในลักษณะของเสียง |
| midi/in | รับข้อมูลเข้าในลักษณะของเสียงเครื่องดนตรี |
| midi/out | ส่งข้อมูลออกในลักษณะของเสียงเครื่องดนตรี |
| tapi/line | อุปกรณ์ตามมาตรฐานของ Line device ใน TAPI |
| tapi/phone | อุปกรณ์ตามมาตรฐานของ Phone device ใน TAPI |
| ndis | อุปกรณ์ทางด้าน Network |
| tapi/terminal | อุปกรณ์ Terminal |

สำหรับอุปกรณ์ที่สนับสนุน TAPI อื่นๆ อาจมี Device class ต่างจากนี้ได้ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์นั้นๆ ว่าได้ถูกออกแบบมาสำหรับทำงานด้านใด

การใช้เสียงตอบผ่านอุปกรณ์โมเด็มต้องใช้ Device class ประเภท wave/out ในขณะที่เรียก lineGetID ทำให้ได้หมายเลขอุปกรณ์ที่ใช้เล่นเสียงผ่านทางโมเด็มกลับคืนมาเพื่อนำหมายเลขอุปกรณ์นี้ไปใช้ใน Multimedia API อีกครั้งหนึ่ง ตัวอย่างเช่น

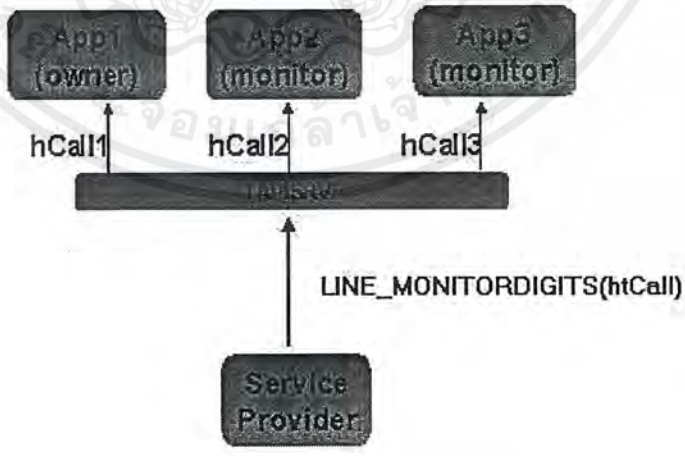
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(deviceID.GetID("wave/out",m_pCall->GetHandle())==0)
{
        if( !m_exitSound.Load(SoundIDToFilename(ID_EXIT))||
                !m_exitSound.Play(deviceID.GetDeviceID()) )
        {
                m_nAnswerState = ANSWERCALL_PLAY_EXIT;
                OnWaveOutDone();
        }
        m_nAnswerState = ANSWERCALL_PLAY_EXIT;
}
```

**2.2.14.4 ดักฟังการกดปุ่มโทรศัพท์**

การกดปุ่มโทรศัพท์แต่ละครั้งจะเกิดคลื่นเสียงที่มีความถี่แตกต่างส่งเข้ามายังอุปกรณ์โมเด็ม Service Provider หรือซอฟท์แวร์ควบคุมโมเด็มที่มีความสามารถในการดักจับสัญญาณการกดปุ่มโทรศัพท์ สามารถเปิดใช้ความสามารถนี้ได้ด้วย MonitorDigit() TAPI Function

เมื่อมีการกดปุ่มโทรศัพท์เกิดขึ้นจะเป็นหน้าที่ของ Service Provider ในการแจ้งเข้ามายัง TAPI Server ถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และเป็นหน้าที่ของ TAPI Server ในการกระจายข่าวสารไปยัง Application ต่างๆ ให้รู้ถึงการกดปุ่มและนำค่าของปุ่มนั้นไปประมวลผล ซึ่งจะอยู่ในลักษณะของตัวอักษร




**รูปที่ 2.29** แสดงการดักฟังการกดปุ่มโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

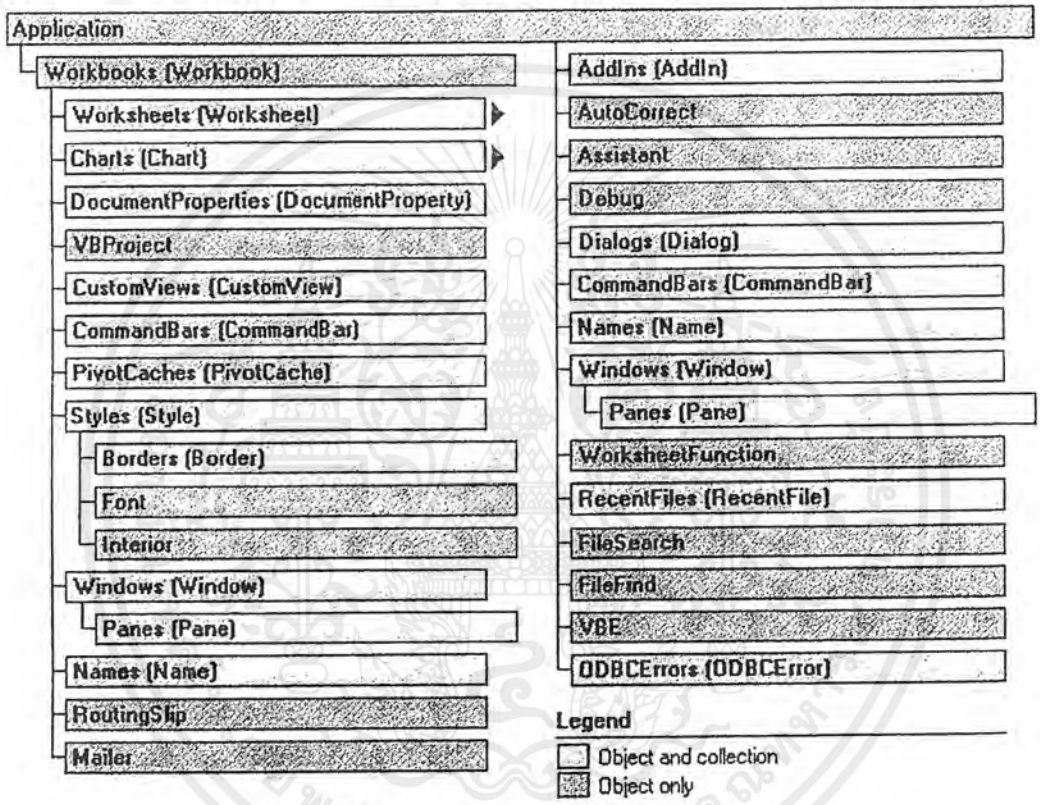
### 2.2.15 ตารางผลสอบ

ตารางผลสอบมีอยู่ 2 ลักษณะที่สามารถเลือกใช้ได้ คือ

1. ไฟล์ข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel
2. ตารางจากระบบฐานข้อมูล Microsoft Access

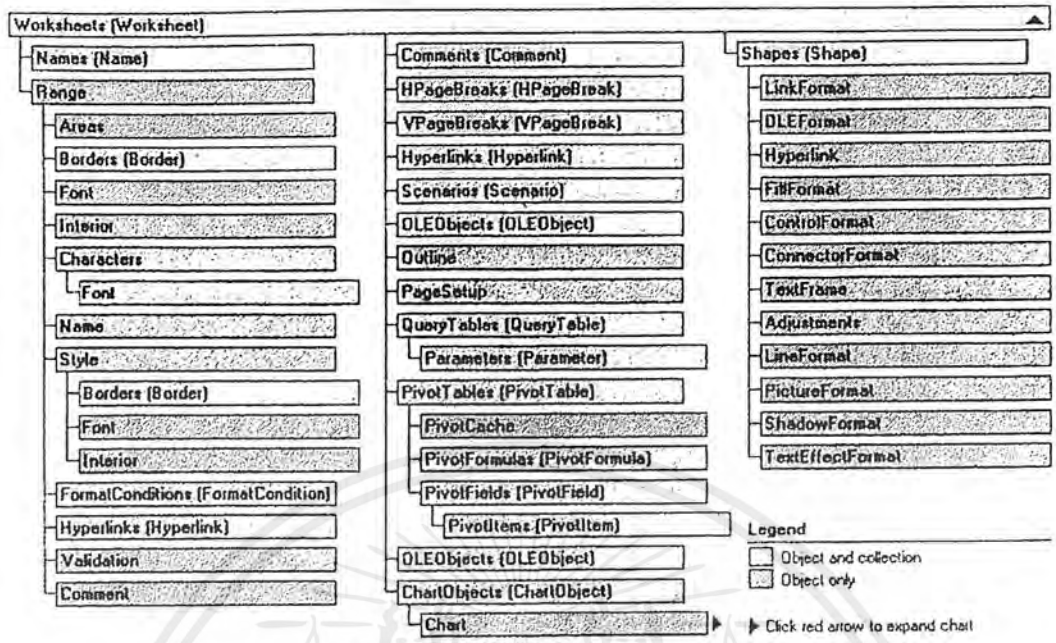
### 2.2.16 การสืบค้นผลสอบจากไฟล์ Microsoft Excel

โครงสร้างของโปรแกรม Microsoft Excel มีองค์ประกอบ ดังรูป

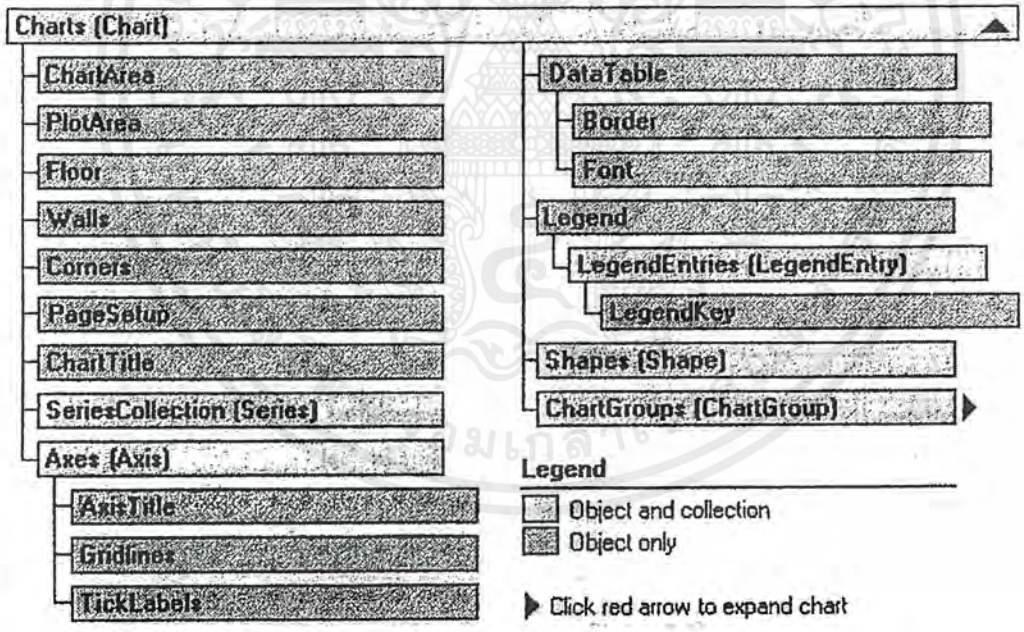



**รูปที่ 2.30** MSExcel Object Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

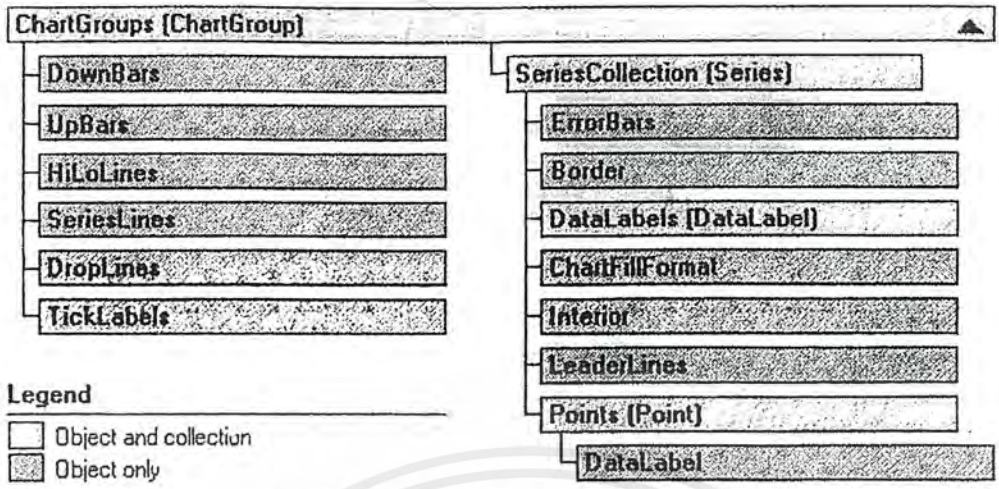



รูปที่ 2.31 MSExcel Object Model (ต่อ)




รูปที่ 2.32 MSExcel Object Model (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 2.33 MSExcel Object Model (ต่อ)

แต่ละองค์ประกอบถูกสร้างขึ้นมาโดยใช้หลักการของ Component Object Model ทำให้สามารถนำส่วนต่างๆ มาใช้ใหม่ได้โดยทำการ Instance ชิ้นส่วนนั้นเสมือนกับว่าเป็น Object หนึ่งที่มี method และตัวแปรสมาชิกที่เรียกใช้งานได้ทันทีจากฝั่ง Client หรือ Application ที่เรียกใช้ ดังจะกล่าวต่อไปในเรื่อง Component Object Model

| | A | B | C | D | L |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | ลำดับที่ | เลขที่สอบ | ชื่อ-นามสกุล | | สาขาวิชา |
| 7 | 1 | 40013 | นางสาวจารุกัญญ์ | สมบัตินา | คณิตศาสตร์ประยุกต์ |
| 8 | 2 | 40019 | นางสาวกาญจน์กนก | ใบยา | คณิตศาสตร์ประยุกต์ |
| 9 | 3 | 40051 | นายทัศยุ | จุลสุคนธ์ | เคมีอุตสาหกรรม |
| 10 | 4 | 40052 | นายนิติ | ถนอมศรี | เคมีอุตสาหกรรม |
| 11 | 5 | 40053 | นายวสุ | จอนสมาน | ฟิสิกส์ประยุกต์ |
| 12 | 6 | 40054 | นายวีรพงษ์ | ศิริวิบูลย์ | วิทยาการคอมพิวเตอร์ |
| 13 | 7 | 40091 | นางสาวอริณี | ผู้พัฒนพงศ์ | สถิติประยุกต์ |
| 14 | 8 | 40102 | นายเอกพล | จงพิศุทธิโสภณ | ฟิสิกส์ประยุกต์ |
| 15 | 9 | 40120 | นางสาวกิรณา | ธรรมสุข | เคมีอุตสาหกรรม |
| 16 | 10 | 40127 | นางสาวสุภัชยา | บุญประสม | สถิติประยุกต์ |

รูปที่ 2.34 แสดงตาราง Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.17 Component Object Model**

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์มีรูปแบบในการพัฒนาหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันรูปแบบที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันคือ การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบโครงสร้าง (Structure Software Development) เป็นรูปแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์ภายใต้หลักการที่มีการแยกส่วนของฟังก์ชันการทำงานและข้อมูล(Data) ออกจากกัน การพัฒนาจะให้ความสำคัญกับฟังก์ชันการทำงานเป็นหลัก มีการแตกฟังก์ชันการทำงานออกเป็นฟังก์ชันย่อย เพื่อลดความซ้ำซ้อนของระบบ และแก้ไขการทำงานเมื่อฟังก์ชันนั้นเมื่อทำงานผิดพลาดได้ง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์รูปแบบนี้ ได้แก่ Data Flow Diagram ,Structure Chart และ Entity Relationship Diagram รูปแบบการพัฒนาอย่างนี้ค่อนข้างดี แต่ก็ยังมีข้อเสียบางประการที่พบ คือ การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ทำได้ลำบากเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการ(Requirement) นอกจากนี้ ซอฟต์แวร์ที่มีการพัฒนาขึ้นมาแต่ละครั้ง มักไม่ถูกนำมาใช้ใหม่ในการพัฒนาซอฟต์แวร์อื่น ๆ ถัดไป ซึ่งเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่ากล่าวคือขาดความสามารถในการนำซอฟต์แวร์ที่พัฒนาแล้วกลับมาใช้ใหม่ (Reusability)

การพัฒนาซอฟต์แวร์รูปแบบใหม่ที่ได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบันรูปแบบหนึ่งในอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์คือ การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ Component Base (Component Base Development) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงวิธีการพัฒนาซอฟต์แวร์ในแบบเดิม ที่ทำการสร้างการทำงานทุกอย่างเองหมดและรวมกันอยู่เป็นซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ มาเป็นการพัฒนาชิ้นส่วนย่อย ๆ ที่เรียกว่า Component โดยที่Component เหล่านี้นำมาสร้างเป็นซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่อีกทีหนึ่ง

แนวโน้มในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในปัจจุบันApplication ส่วนใหญ่มักถูกออกแบบให้ทำงานร่วมกับ Application ตัวอื่นได้ การที่ Application เหล่านั้นจะสามารถติดต่อกันได้ แน่นอนการติดต่อย่อมต้องเป็นไปในลักษณะของการขอใช้บริการและการให้บริการซึ่งกันและกัน ดังนั้น Applicationที่จะมีความสามารถดังกล่าวได้ จะต้องถูกออกแบบมาเฉพาะตามรูปแบบที่ได้กำหนดคือ COM(Component Object Model) และเรียกชิ้นส่วนซอฟต์แวร์ที่ให้บริการนั้นว่า COM Object

Component Object Model(COM) เป็นสถาปัตยกรรมทางซอฟต์แวร์ชนิดหนึ่งที่ได้นำเอาไบนารีซอฟต์แวร์คอมโพเนนต์(Binary Software Components) มาสร้างเป็น Application และCOM ยังเป็นสถาปัตยกรรมพื้นฐานของไฮเลเวล ซอฟต์แวร์ เซอร์วิส (Higher – level Software Service) เช่นเดียวกับ Object Linking and Embedded(OLE)

อีกนัยหนึ่งคือ COM เป็นสถาปัตยกรรมที่ทำให้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ สามารถติดต่อทำงานร่วมกันได้ โดยใช้มาตราฐานแบบ Binary Object คือวิธีการติดต่อกันจะใช้หลักการทาง Object Oriented แต่ Object ที่ว่านี้จะอยู่ในรูปโปรแกรมที่คอมไพล์แล้วซึ่งอาจจะเป็น DLL หรือโปรแกรมที่สามารถทำงานได้โดยตัวเอง เช่น โปรแกรม EXE ก็ได้ด้วยวิธีการนี้โปรแกรมที่ติดต่อกันก็ไม่จำเป็นต้องเขียนด้วยภาษาเดียวกันก็ได้ ผลก็คือผู้พัฒนาซอฟต์แวร์สามารถใช้วิธีการมาตรฐานเพียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างเดียวเท่านั้นในการที่จะทำให้ซอฟต์แวร์ของตนติดต่อทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ของผู้อื่นได้ ไม่จำเป็นต้องทราบว่าซอฟต์แวร์ที่เราจะติดต่อด้วยจะเขียนด้วยภาษาอะไร

**1) ส่วนประกอบของ COM Object**

COM Object ก็มีส่วนประกอบเหมือนกับObject ทั่ว ๆ ไป แต่ว่าในส่วนของฟังก์ชันที่เป็นสมาชิกแล้ว มันจะมีการจัดกลุ่มเอาฟังก์ชันที่มีการทำงานในลักษณะที่เกี่ยวข้องกันไว้ด้วยกันเป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมี Function table เฉพาะเป็นของตัวเอง ดังนั้น COM Object จึงมีได้หลาย Function table แต่ละ Function table นี้เราจะเรียกว่าเป็นส่วนของ Interfaceนั่นก็คือมันสามารถมีได้มากกว่า 1 Interface(Multi Interface) ซึ่งต่างจากObjectทั่วไปที่มีได้เพียง 1 Interface ( Single Interface) เท่านั้น

**2) คุณสมบัติของ COM Object**

COM Object จะมีคุณสมบัติทุกอย่างเหมือนกับObject ทั่วไป จะแตกต่างกันก็เพียงเรื่องของการสืบทอดคุณลักษณะจากคลาสพ่อซึ่งจะมีแค่เพียงการสืบทอดในส่วนของ Interface เท่านั้น เหตุผลก็คือ Implementation inheritance นั้นอาจทำให้สูญเสียคุณสมบัติ Encapsulation ของคลาสที่เป็นParent ได้

ส่วนในเรื่องของการนำเอาส่วนโปรแกรมที่มีอยู่แล้วกลับมาใช้ใหม่นั้น COM Object อาศัยกลไกที่เรียกว่า Containment และ Aggregation ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไปในหัวข้อเรื่องของการนำCode กลับมาใช้ใหม่

**3) Interface**

ทุกInterface จะมีชื่อ 2 ชื่อ ชื่อหนึ่งเป็นชื่อทั่วไปที่ใช้เรียกหรืออ้างอิงถึงโดยคนทั่วไป เป็นชื่อตัวอักษรส่วนใหญ่จะให้ขึ้นต้นอักษร I เพื่อสื่อความหมายว่าเป็นชื่อของ Interface โดยปกติชื่อนี้จะไม่มีความเป็นเอกเทศเนื่องจากว่าอาจมีนักพัฒนาบางกลุ่มที่พัฒนา Object ขึ้นมาแล้วมีชื่อInterface ไปตรงกับของคนอื่นได้ทำให้เวลาใช้งานเกิดความไม่สะดวกและอาจเกิดการผิดพลาดขึ้นได้ ตัวอย่างของชื่อทั่วไปนี้ก็เช่น IUnknown ซึ่งเป็นชื่อของ Interfaceหนึ่งซึ่งมีความสำคัญมากดังจะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อส่วนสำคัญของ Interface

ส่วนอีกชื่อหนึ่งเป็นชื่อที่ถูกใช้งานหรืออ้างอิงโดยซอฟต์แวร์ เป็นชื่อที่ซับซ้อนกว่าชื่อทั่วไป แต่จะมีความเป็นเอกเทศคือรับประกันได้ว่าไม่ซ้ำกับชื่อของInterfaceอื่นแน่นอนซึ่งเรามักจะบอกกันว่ามันเป็น Globally Unique Identifier (GUID) ในเชิงของซอฟต์แวร์มันจะถูกเรียกว่า Interface Identifier (IID) โดยจะมีลักษณะเป็นค่าของตัวเลขขนาด16 Byte

การทำให้ชื่อนี้มีความเป็นเอกเทศได้นั้นต้องอิงกับลักษณะสองประการ คือความเป็นเอกเทศในเรื่องของเวลาและสถานที่ ซึ่งจะใช้เวลา ณ ขณะที่ COM Object นั้นถูกสร้างขึ้นมาในการบ่งบอกถึงความเป็นเอกเทศแต่เท่านี้ยังไม่พอยังต้องรวมกับแอดเดรสของเครื่องที่มันถูกสร้างขึ้นมาด้วย ซึ่งในแต่ละเครื่องก็จะใช้หมายเลขของการ์ด Network เป็นตัวที่จะบ่งบอกถึง

เอกสารนี้ [illegible] ไม่อนุญาตให้ [illegible] ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นเอกเทศในเรื่องของสถานที่ได้หรือหากว่าไม่มีการ์ดดังกล่าวก็จะใช้วิธีการสุ่มตัวเลขขึ้นมาแทน ทั้งเวลาและสถานที่ดังกล่าวถูกนำมารวมกันแล้วสร้างให้เป็น IIDขึ้นมา

ในการสร้าง COM Object นั้นสามารถพัฒนาได้โดยใช้ภาษาโปรแกรมใด ๆ ที่เป็นภาษาแบบ Object เช่น C++ หรือ Visual Basic และ Tool อื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งก็จะช่วยให้เราสามารถพัฒนา Object ขึ้นมาได้ง่าย

**4) Dispatch Interface**

การที่จะให้ทุกๆ Component รู้จัก method ของใน Component จะต้องมี Interface มาตรฐานชุดหนึ่งหนึ่ง Interface นี้จะเรียกว่า Dispatch Interface ภายใน Interface นี้จะมี method มาตรฐานชื่อ Invoke เพื่อทำหน้าที่อ้างถึง method อื่นๆ ใน Interface โดยใช้ ID ของ method (DISPID) แทนการเข้าถึงโดยใช้ pointer ไปยัง method นั้นโดยตรง เมื่อทำการ Instance Interface นี้มาใช้งานฝั่ง Client จะสามารถเรียกใช้ method ใน Interface นี้ได้เหมือนกับเป็น public method ของ object ปกติทั่วไป ดังจะยกตัวอย่างเป็นภาษา Visual Basic ได้ดังนี้

```
Sub SpellCheck()
        Dim Obj As Excel.Application
        Set Obj = CreateObject("Excel.Application")
        Word = InputBox("Enter word")
        If Obj.CheckSpelling(Word) Then
                MsgBox("Valid word")
        Else
                MsgBox("Word not found")
        End If
End Sub
```

จากตัวอย่างจะมีการประกาศตัวแปรที่เป็น Application Object ของ Excel ด้วยข้อความ Dim Obj As Excel.Application จากนั้นจึงทำการสร้าง Application Object ด้วยคำสั่ง CreateObject("Excel.Application") แล้วกำหนดค่าของ Obj ให้เป็น Application Object ที่สร้างขึ้นมาใหม่นี้ด้วยคำสั่ง Set เมื่อตัวแปร Obj ได้รับการกำหนดค่าเรียบร้อยแล้วจะสามารถใช้งานได้เหมือนกับเป็น Application Object คือจะมีตัวแปรและ method ที่เป็นสมาชิกของ Object ให้เรียกใช้ได้จากฝั่ง Client ในที่นี้คือ โปรแกรมที่เขียนขึ้นจาก Visual Basic นั่นเอง ถ้าจะมองให้ลึกลงไปในขั้นตอนของการสร้าง Object นั้นจะมีการเรียก CoCreateInstance ซึ่งฟังก์ชันใน COM library ที่ใช้สำหรับสร้าง Instance ของ Component โดยกำหนด CLSID ของ

เอกสารนี้ถือลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Component ลงไปและ CLSID นี้จะได้มาจากการค้นหาในไฟล์ Registry ของวินโดวส์ ในไฟล์นี้จะมีส่วนหนึ่งที่เก็บชื่อของ Object และค่า CLSID ของ Object นั้นอยู่คู่กัน ส่วนหน้าที่ในการค้นนี้จะตกเป็นของฟังก์ชัน CreateObject ของ Visual Basic

**2.2.18 การสืบค้นผลสอบจากไฟล์ Microsoft Access**

การจัดการไฟล์ตารางชนิด Access นั้น เราจะใช้ DAO ซึ่งเป็นตัวแปรบางอย่างที่ VB6 ที่ใช้ในการติดต่อกับฐานข้อมูล ดังที่จะกล่าวต่อไป

| | ลำดับที่ | เลขที่สอบ | ชื่อ | นามสกุล | สาขาวิชา |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 40013 | นางสาวจารุกัญญ์ | สมบัตินา | คณิตศาสตร์ประยุกต์ |
| | 2 | 40019 | นางสาวกาญจน์กนก | ไบยา | คณิตศาสตร์ประยุกต์ |
| | 3 | 40051 | นายทัศยุ | จุลสุคนธ์ | เคมีอุตสาหกรรม |
| | 4 | 40052 | นายนิติ | ถนอมศรี | เคมีอุตสาหกรรม |
| | 5 | 40053 | นายวสุ | จอนสมาน | ฟิสิกส์ประยุกต์ |
| | 6 | 40054 | นายวีรพงษ์ | ศิริวิบูลย์ | วิทยาการคอมพิวเตอร์ |
| | 7 | 40091 | นางสาวอริณี | ผู้พัฒนพงศ์ | สถิติประยุกต์ |
| | 8 | 40102 | นายเอกพล | จงพิ ศุทธิโสภณ | ฟิสิกส์ประยุกต์ |
| | 9 | 40120 | นางสาวกิรณา | ธรรมสุข | เคมีอุตสาหกรรม |
| | 10 | 40127 | นางสาวสุภัชยา | บุญประสม | สถิติประยุกต์ |

**รูปที่ 2.35** แสดงตาราง Access

**2.2.19 Data Access Object (DAO)**

DAO เป็นตัวแปรชนิดพิเศษที่ VB 6 มีมาเพื่อใช้ติดต่อกับฐานข้อมูล DAO ถ้าจะมองให้เข้าใจจริงๆก็เปรียบเสมือนเป็นชนิดของตัวแปรแบบหนึ่ง เหมือนอย่าง Integer หรือ String แต่มันสามารถที่จะทำหน้าที่เหมือนเป็นตัวแทนของ ฐานข้อมูล คิวรี ที่อยู่ใน disk หรือ ในหน่วยความจำก็ได้ โดยที่สามารถทำการค้นหาข้อมูลได้โดยที่ไม่ต้องแสดงข้อมูลบนหน้าจอ

นอกจากนี้ก็ยังมี Object อีกประเภทหนึ่งที่จะใช้ คือ RDO (Remote Data Object๗) ซึ่งเอาไว้ติดต่อกับฐานข้อมูลที่อยู่บน Database Server

สำหรับส่วนประกอบต่างๆพื้นฐานของ DAO ก็จะมี DbEngine , Workspace, Database, Recordset

สิ่งที่ DAO จะมีความแตกต่างทางด้านการทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ Data Control ทำงานกับฐานข้อมูลคือ DAO จะยังไม่เปิดฐานข้อมูลขึ้นมาตราบใดที่ยังไม่มีการสั่งให้เปิดขึ้นมา ฉะนั้นเวลาเริ่มทำงานเราก็ต้องสั่งให้เปิดฐานข้อมูลขึ้นมาก่อนจะเริ่มทำงานใดๆต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปรกติการที่เราจะทำการควบคุมหรือจัดการใดๆกับฐานข้อมูลก็จะต้องมี DBMS แต่ว่าเราสามารถจะใช้ Jet Engine เข้ามาทำงานแทนได้ โดยเราจะทำการติดต่อกับ Jet Engine ผ่านทาง Object DbEngine ซึ่งตัว DbEngine นี้ ก็จะมีการแบ่งพื้นที่การทำงานออกเป็น Workspace โดยเราสามารถเลือกได้ว่าจะให้ Database ของเราทำงานกับ Workspace อันไหน ก็ได้ เมื่อประกาศอ้าง Object ที่จะใช้กับ Workspace นั้นเรียบร้อยแล้ว เราก็จะทำการเปิดฐานข้อมูลโดยใช้ Object ตัวนั้นในการเปิดฐานข้อมูลต่อไป

เมื่อเราต้องการที่จะใช้งานข้อมูลใดๆในตารางเราจะต้องเปิด Recordset ขึนมาทำงานเสียก่อนเพื่อใช้อ้างอิงกับ Table,Field,Record ใดๆที่อยู่ในฐานข้อมุลนั้น ๆ เช่นถ้าต้องการจะนับจำนวน Record ที่มีอยู่ในตารางนั้นหรือจะสั่งให้เก็บ Record ใดๆที่ตรงตามเงื่อนไขที่เกิดจากการทำด้วย Query เป็นต้น.

สำหรับการใช้งานของ Recordset นี้เราก็ยังแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ประเภทคือ

**1) Recordset แบบ Table** Record แบบนี้จะทำการจัดการข้อมูลในตารางได้เพียงทีละตารางเท่านั้นและใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลในตาราง โดยใช้การอ้างอิงจาก Index ซึ่งทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้เร็ว แต่จะมีข้อเสียตรงที่ใช้จัดการข้อมูลเป็นบางส่วนของตารางไม่ได้

**2) Recordset แบบ Dynaset** การใช้ Recordset แบบนี้จะทำให้เข้าถึงข้อมูลได้ช้ากว่า แต่ก็มีข้อดีกว่า คือสามารถจัดการกับข้อมูลได้ทีละหลายๆตาราง โดยเราสามารถเลือกดึงข้อมูลเฉพาะบาง Record หรือบาง field ที่ต้องการจากหลายๆตารางได้โดยการใช้คำสั่ง SQL

**3) Recordset แบบ Snapshot** จะจัดการข้อมูลทีละหลายๆตารางได้เหมือนกับแบบ Dynaset แต่จะทำงานได้เร็วกว่า แต่เราไม่สามารถทำการแก้ไขข้อมูลได้

**2.2.20 แฟ้มข้อมูลเสียง**

ข้อมูลเสียงสำหรับการตอบรับโทรศัพท์จะเก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูลเสียง เมื่อต้องการตอบข้อมูลออกทางสายโทรศัพท์โปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูลเสียงที่ต้องการแล้วส่งให้โมเด็มแปลงเป็นสัญญาณเสียงออกไปตามสายโทรศัพท์โดยแฟ้มข้อมูลเสียงที่ใช้ในการตอบรับมีดังนี้

1. แฟ้มข้อมูลเสียงแสดงการต้อนรับผู้สอบถามเข้าสู่ระบบ เช่น "ขอต้อนรับเข้าสู่ระบบตอบผลสอบอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง"
2. สอบแฟ้มข้อมูลเสียงตัวเลข 0-9 ใช้ในการทวนรหัสประจำตัวสอบ โดยจะอ่านข้อมูลเสียงตัวเลขขึ้นมาตามรหัสที่ใช้ ข้อมูลเสียงของตัวเลขที่อ่านเข้ามานี้จะอยู่ในลักษณะที่แยกกันเป็นตัวเลขเดี่ยวๆ ดังนั้นจะต้องทำการเรียบเรียงเสียงของตัวเลขเหล่านี้ขึ้นมาใหม่เพื่อให้เป็นรหัสประจำตัวที่ถูกต้องก่อนที่จะส่งไปให้โมเด็มตอบออกไปทางสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

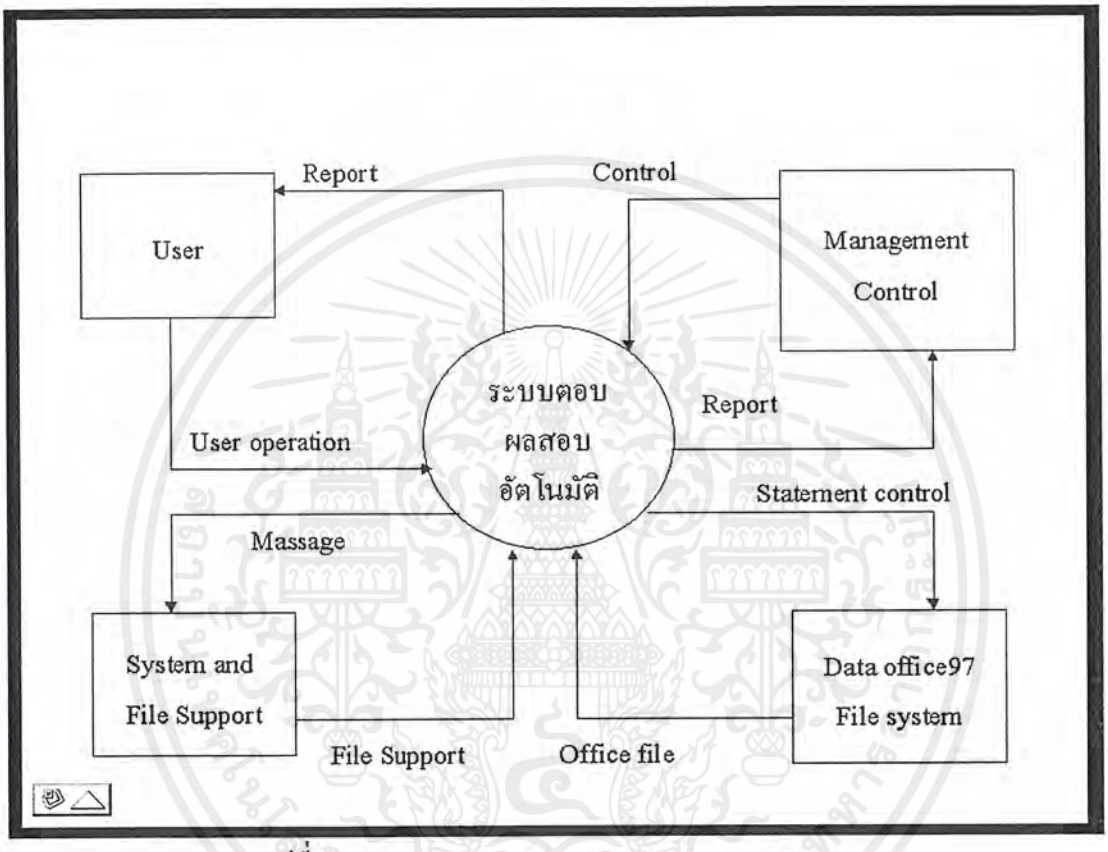
3. แฟ้มข้อมูลเสียงของแต่ละสาขาวิชา เช่น "วิทยาการคอมพิวเตอร์" "คณิตศาสตร์ประยุกต์" เป็นต้น โดยการเลือกแฟ้มข้อมูลเสียงของสาขาวิชาจะเทียบจากรหัสวิชาที่ค้นได้จากข้อมูลผลสอบของนักศึกษาที่เก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูลตามที่กล่าวมาแล้ว
4. แฟ้มข้อมูลเสียงรายละเอียดการรายงานตัว เช่น "หลักฐานที่ต้องนำมา คือ หนึ่ง บัตรประจำตัวสอบ สอง สำเนาทะเบียนบ้าน
5. แฟ้มข้อมูลเสียงการตอบผลการสอบ เช่น ในกรณีที่สอบผ่าน "สอบได้สาขาวิชา" ถ้าสอบไม่ผ่าน "ไม่พบรหัสนี้ในบัญชีรายชื่อ"
6. แฟ้มข้อมูลเสียงการออกจากระบบ เช่น "ขอบคุณที่ใช้บริการระบบตอบผลสอบอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# Data Flow Diagram

## Data flow Diagram ของโปรแกรม



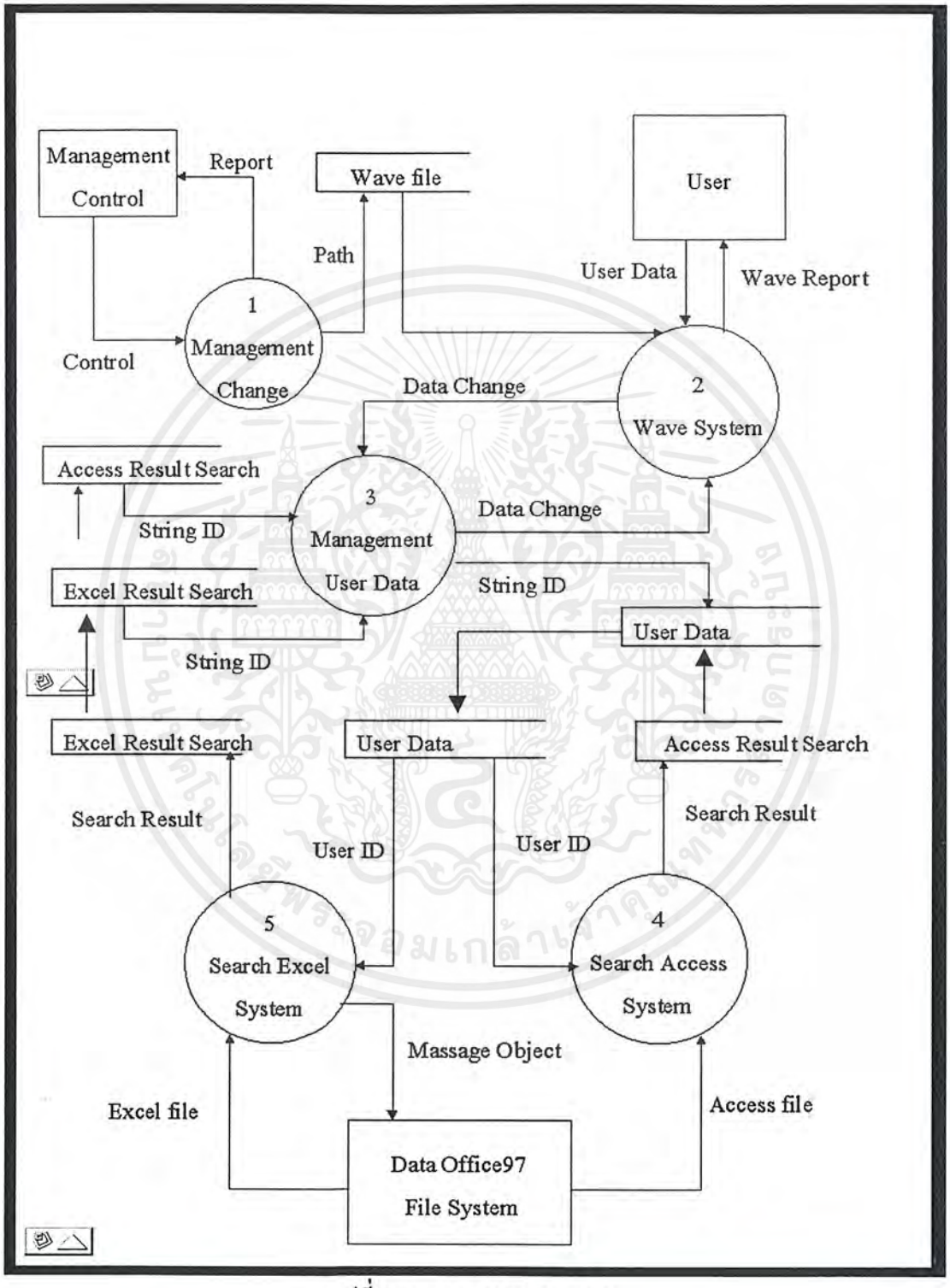

**รูปที่ 3.1** แสดง Context Diagram แผนภาพรวมระบบ

จากรูปที่ 3.1 แสดง Context Diagram ของระบบตอบผลสอบอัตโนมัติ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ 4 Entity ภายนอก ดังนี้

1. User : User จะส่งการควบคุม (กดรหัสนักศึกษา และ การกระทำต่าง ๆ ) และรับข้อความตอบรับจากระบบ
2. Management Control : ผู้ใช้ระบบจะสามารถทำการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของระบบได้ เช่น File Wave , File ที่ใช้ในการตอบผลสอบ เป็นต้น โดยจะติดต่อระบบกับ User interface ของระบบ และ ได้รับการเปลี่ยนแปลงจากระบบผ่านทาง Report ของ User interface เช่นกัน
3. System and File support : ระบบจะติดต่อกับ Operating system และเรียกใช้ File ภายนอก โดยดึงมาใช้ และติดต่อกับระบบโดยส่ง Massage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Data Office97 File System : ระบบจะมีการติดต่อกับ Object ของ Office97 System เพื่อจัดการกับ File Excel




**รูปที่ 3.2** แสดง DFD Level 1

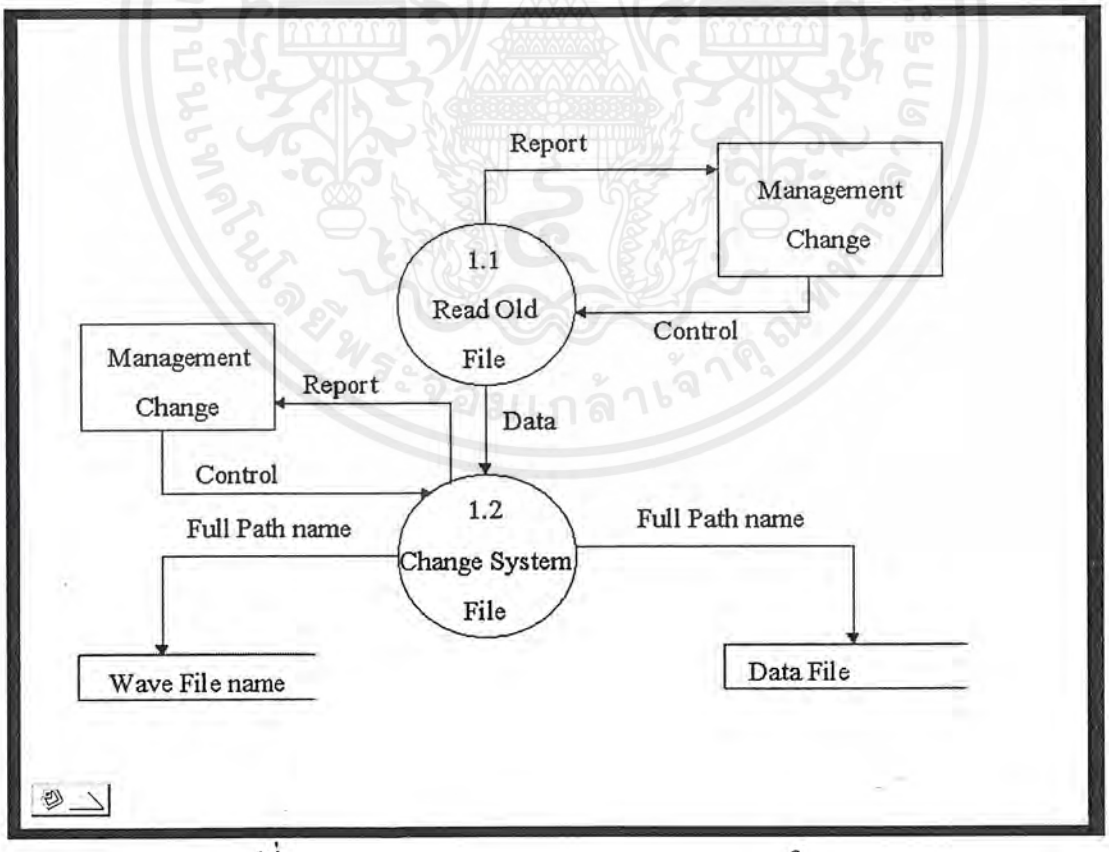
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 แสดง DFD ระดับที่ 1 ซึ่งระบบจะแบ่งออกเป็น 5 Process

1. Management Change
2. Wave System
3. Management User Data
4. Search Access System
5. Search Excel System

DFD Level 1 จะเป็นการมองภาพการทำงานของระบบระหว่าง Process ต่าง ๆ ของระบบเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ระบบรับ User data จาก Entity User มา
2. ระบบทำการจักการกับ Wave file ที่ต้องใช้ในขั้นตอนนั้น
3. ระบบส่ง User ID ไปที่ Management User Data เพื่อทำการเปลี่ยน Type ของ User ID เพื่อที่จะสามารถนำในค้นหาได้
4. ระบบทำการค้นหาผลสอบโดยการทำงานที่ Process 4 และ 5
5. ระบบส่งข้อมูลไปที่ Process 3 และ 2 เพื่อรายงานคำตอบไปที่ User



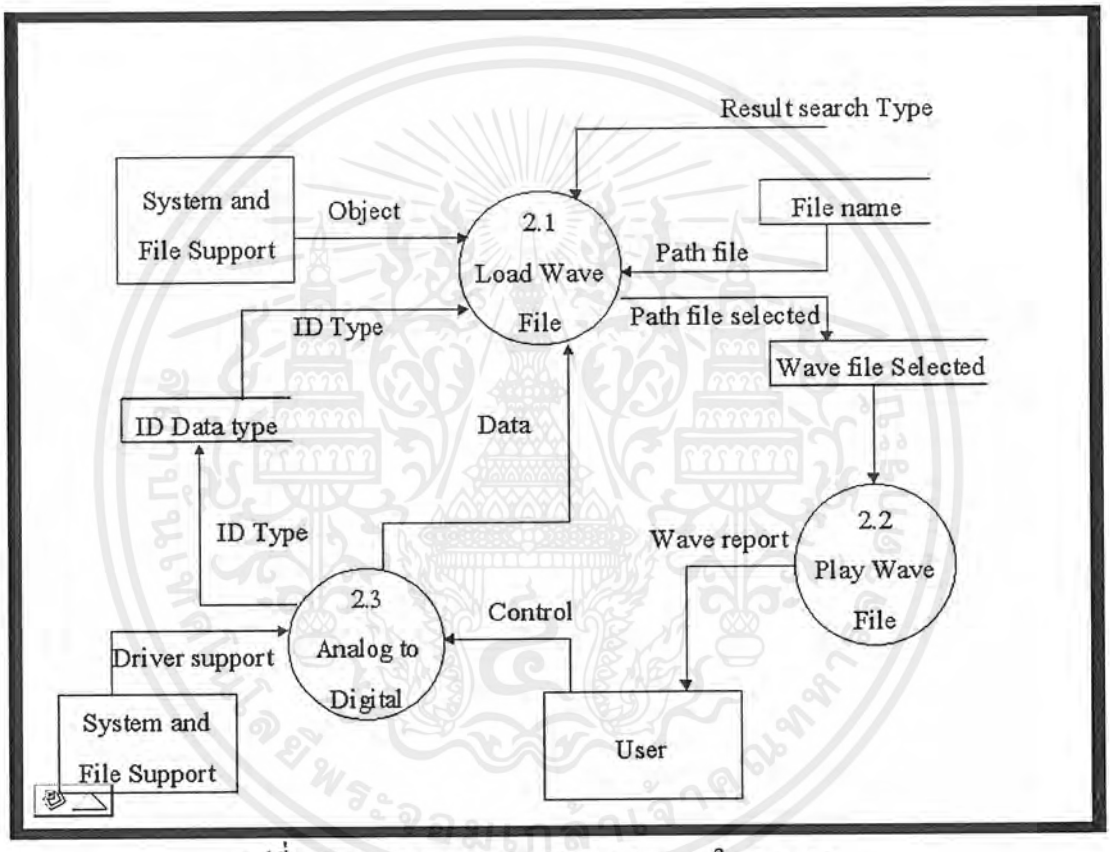

**รูปที่ 3.3** DFD Level 2 ของ Management Change ใน Level 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.3 แสดง DFD ระดับที่ 2 ขยายการทำงานของโพรเซส Management Change ในระดับที่ 1 ซึ่งมีการทำงาน 2 โพรเซส

การทำงานของโพรเซสนี้สามารถจะเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ของระบบได้ โดยผ่านทาง User interface ขั้นตอนการทำงานคือ

1. ทำการ Read ข้อมูลครั้งแรกหรือข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงล่าสุดมากแสดงผ่าน User Interface
2. ทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลและค่าต่าง ๆ ของระบบโดยผ่าน User Interface
3. ทำการบันทึกข้อมูลที่ทำการเปลี่ยนแปลง

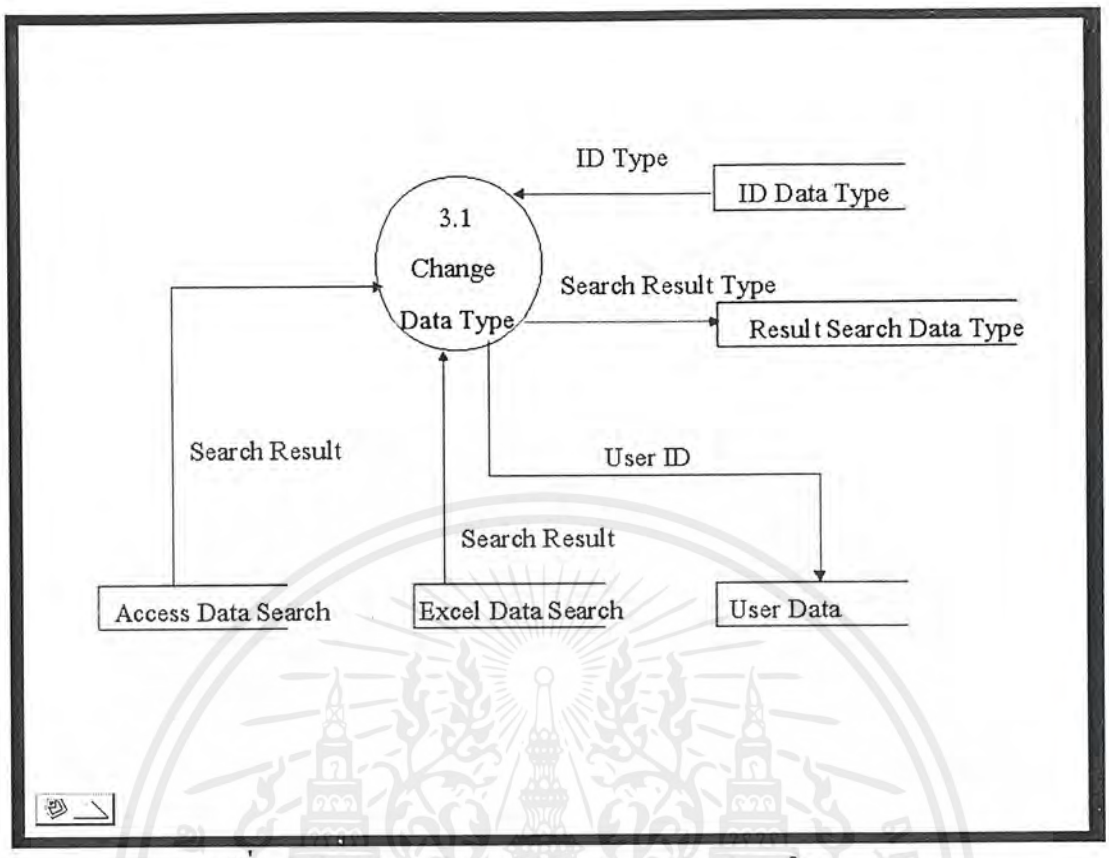



**รูปที่ 3.4** DFD Level 2 ของ Wave System ใน Level 1

จากรูปที่ 3.4 แสดง DFD ระดับที่ 2 ขยายการทำงานของโพรเซส Wave System ซึ่งมีการทำงาน 3 โพรเซสโดย Process ที่ทำการจัดการเกี่ยวกับระบบ Wave File มีการทำงานดังนี้

1. ระบบจะทำการ Load Wave File ที่ใช้โดยรับค่า Result Search Type มาค้นหา
2. ทำการ Play Wave File ออกไป
3. การรับข้อมูลจาก User โดยจะทำการเปลี่ยน จาก Analog เป็น Digital โดยใช้ File Support
4. ทำการบันทึก ID Type เพื่อทำการค้นหา

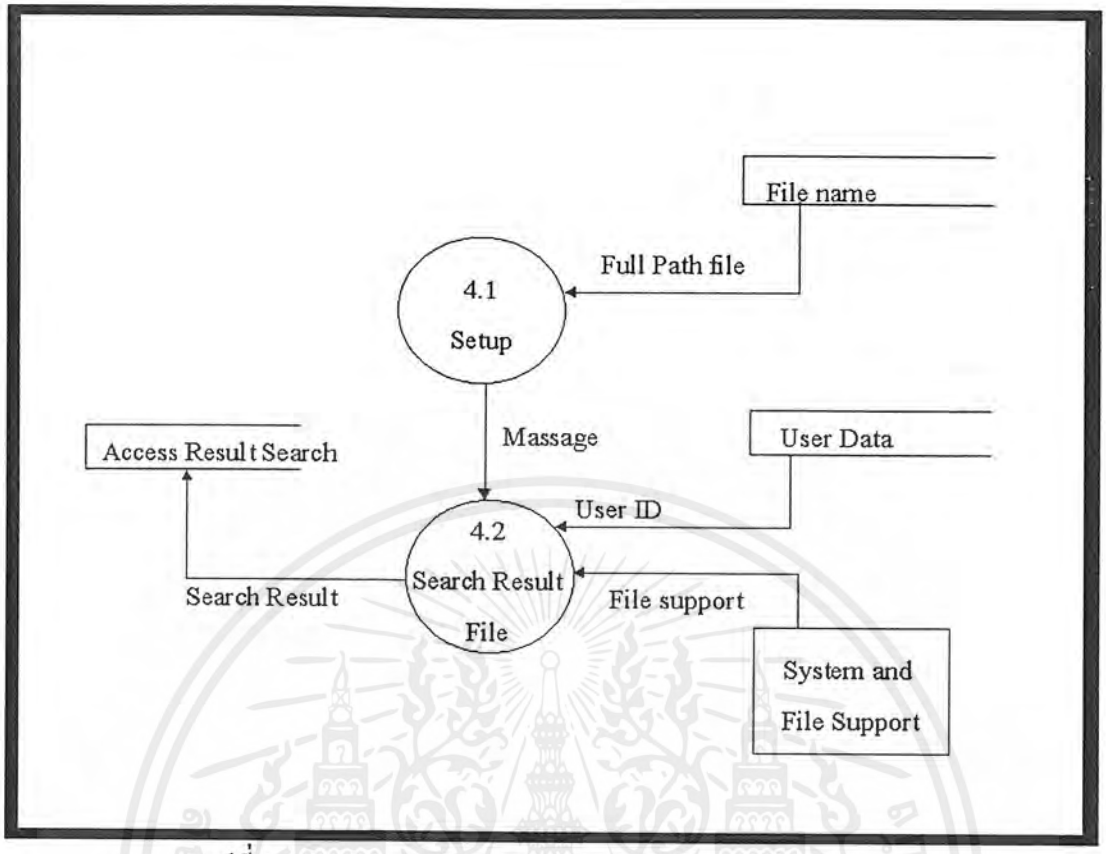
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.5** DFD Level 2 ของ Management User Data ใน Level 1

จากรูปที่ 3.5 แสดง DFD ระดับที่ 2 ขยายการทำงานของโพรเซส Management User Data ในระดับที่ 1 ซึ่งมีการทำงาน 1 โพรเซส เป็น Process ที่ทำการจัดการเกี่ยวกับการเปลี่ยน Data Type เพื่อที่จะนำไปใช้ใน Process ค้นหาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

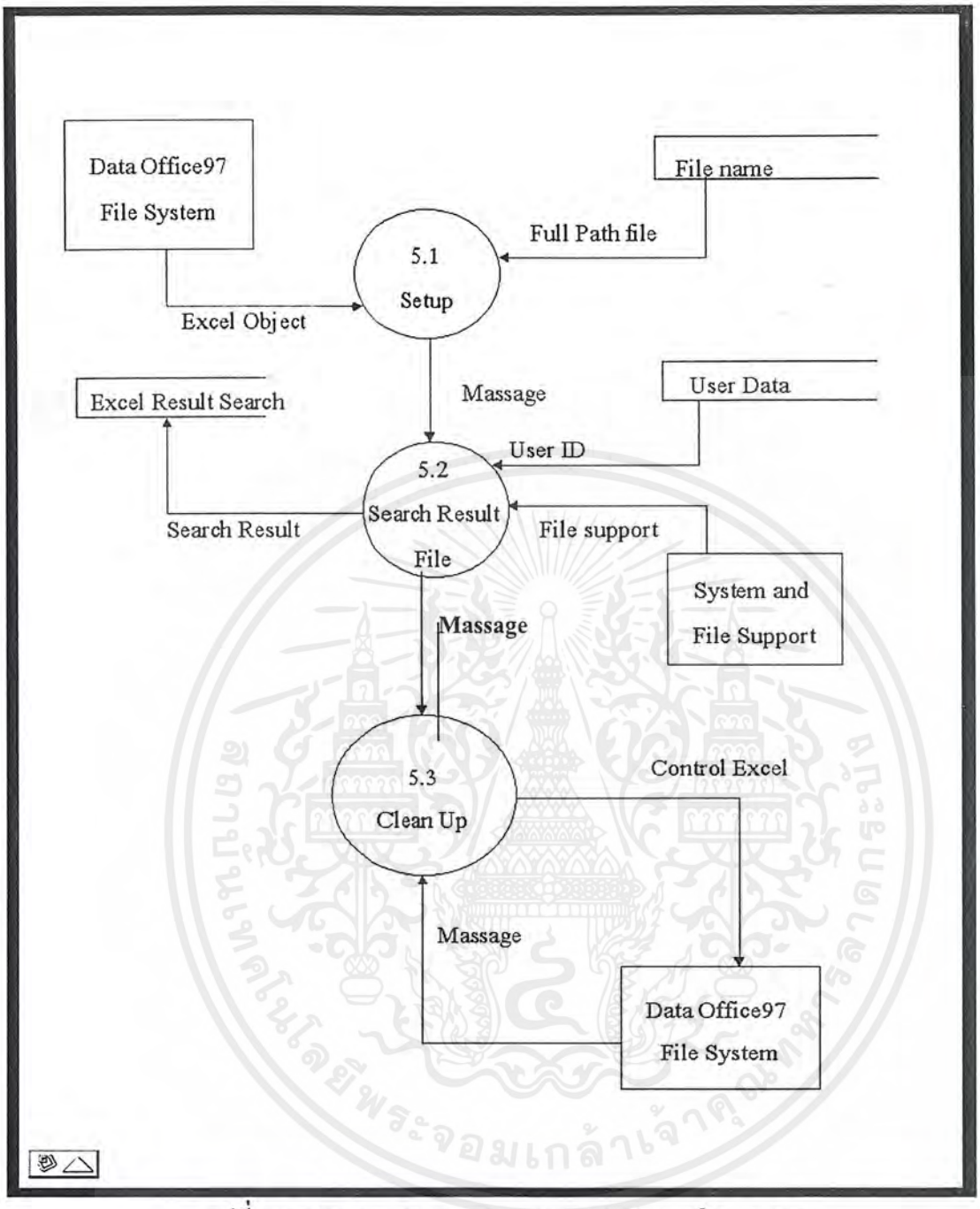



**รูปที่ 3.6** DFD Level 2 ของ Search Access System ใน Level 1

จากรูปที่ 3.6 แสดง DFD ระดับที่ 2 ขยายการทำงานของโพรเซส Search Access System ในระดับที่ 1 ซึ่งมีการทำงาน 2 โพรเซส โดย Process มีหน้าที่จัดการการค้นหาผลการสอบโดยใช้ Access File ในการค้นหา มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ทำการ Setup เพื่อติดต่อกับ Access Database และเปิดตารางข้อมูล
2. ทำการค้นหาผลการสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.7** DFD Level 2 ของ Search Excel System ใน Level 1

จากรูปที่ 3.7 แสดง DFD ระดับที่ 2 ขยายการทำงานของโพรเซส Search Excel System ในระดับที่ 1 ซึ่งมีการทำงาน 3 โพรเซส โดย Process มีหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการค้นหาผลสอบโดยการใช้ Excel File ในการค้นหา โดยมีการทำงานดังนี้

1. ทำการ Setup การติดต่อกับ Excel File โดยการใช้ Object ของ MS Office97 และทำการเปิด File Excel
2. ทำการค้นหาผลสอบ
3. ทำการ Clean Up Excel Object ที่เรียกใช้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ประเมินผลโครงการ

โปรแกรมนี้ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการบริการแจ้งผลสอบให้กับนักศึกษาที่โทรสอบถามเข้ามา จากการที่ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการทดสอบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมา ผลที่ได้คือโปรแกรม สามารถที่จะทำงานได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ตรงตามจุดประสงค์ของผู้จัดทำ สามารถที่จะให้บริการตอบผลสอบให้กับนักศึกษาที่มาสอบกับสถาบันได้ โดยโปรแกรมสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนที่ได้วางไว้ และในระหว่างแต่ละขั้นตอนโปรแกรมไม่มีการชะงักหรือติดขัดระหว่างทำงานและทำงานได้ครบทุกขั้นตอน

ทางคณะผู้จัดทำได้ทดสอบเปิดโปรแกรมให้ทำงานเป็นเวลา 2 วัน เริ่มตั้งแต่เวลาหกนาฬิกาของวันที่ 1 เมษายน 2543 จนถึงเวลาหกนาฬิกาของวันที่ 3 เมษายน 2543 ผลปรากฏว่าไม่เกิดการหยุดชะงักของโปรแกรมเนื่องจากโปรแกรมมีข้อผิดพลาด ประสิทธิภาพของโปรแกรมนี้หลังจากได้ทำการทดสอบใช้โปรแกรมแล้วอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ โปรแกรมสามารถที่จะตอบผลสอบให้กับนักศึกษาที่โทรเข้ามาได้ แต่การตอบแต่ละครั้งยังใช้เวลานาน และเสียงที่ได้เมื่อใช้กับตู้ PABX ของทางสถาบันเบามากในบางครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลและข้อเสนอแนะโครงการ

ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าระบบตอบผลสอบอัตโนมัติที่ได้จัดทำขึ้นนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่นำไปใช้ ตลอดจนช่วยทุ่นค่าใช้จ่าย และช่วยให้นักศึกษาที่ไม่มีเวลาหรือไม่สะดวกที่จะมาดูผลสอบด้วยตัวเองได้รับการอำนวยความสะดวกสามารถที่จะรู้ผลสอบและได้รับทราบรายละเอียดสำคัญของสถาบันได้เช่น เดียวกับผู้ที่มาดูผลด้วยตนเอง

สำหรับผู้ที่ต้องการนำระบบไปพัฒนาต่อนั้น ทางคณะผู้จัดทำมีข้อเสนอแนะดังนี้

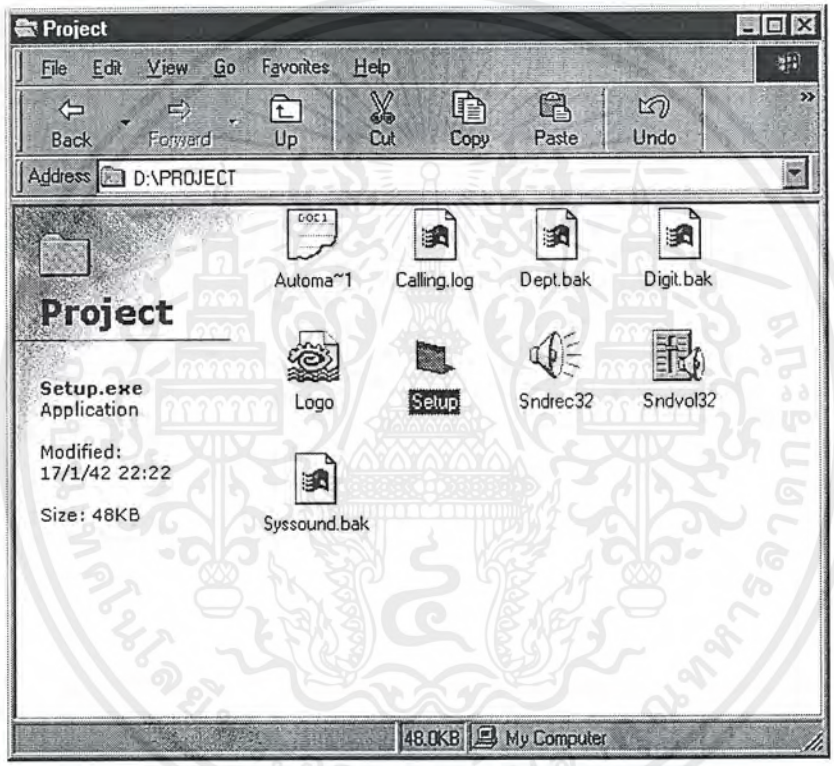
- ไฟล์เสียงตอบรับไม่ควรมีความยาวเกินไปเนื่องจากจะทำให้เสียเวลามากในการตอบแต่ละคน
- ระบบโทรศัพท์ควรเป็นสายตรงเบอร์เดียว ไม่ควรต่อกับตู้ PABX เนื่องจากผู้ใช้มักจะติดต่อกับคนมากกว่าจะติดต่อกับเครื่อง อีกทั้งยังอาจทำให้ระบบทำงานผิดลอจิก เพราะคุณสมบัติบางประการของตู้ PABX
- ไม่ควรปรับเสียงให้ดังเกินไป เนื่องจากลำโพงของโทรศัพท์สามารถรับได้ระดับหนึ่งเท่านั้น หากมีความดังเกินกว่าที่ลำโพงจะรับได้เสียงจะซ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

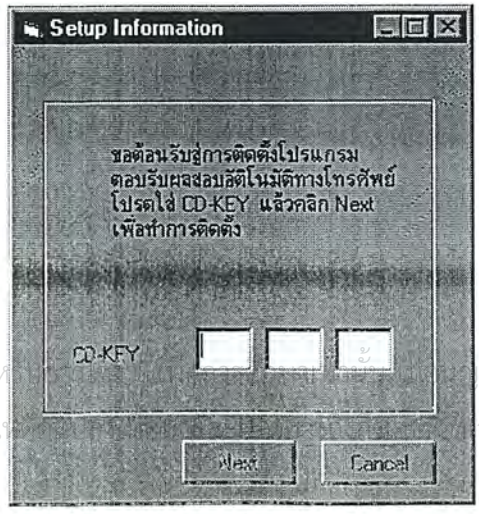
# ภาคผนวก
# การติดตั้งโปรแกรมและคู่มือการใช้งาน

## 1. การติดตั้งโปรแกรมลงบนเครื่อง

1.1 ดับเบิ้ลคลิกที่ **Setup** ดังรูป

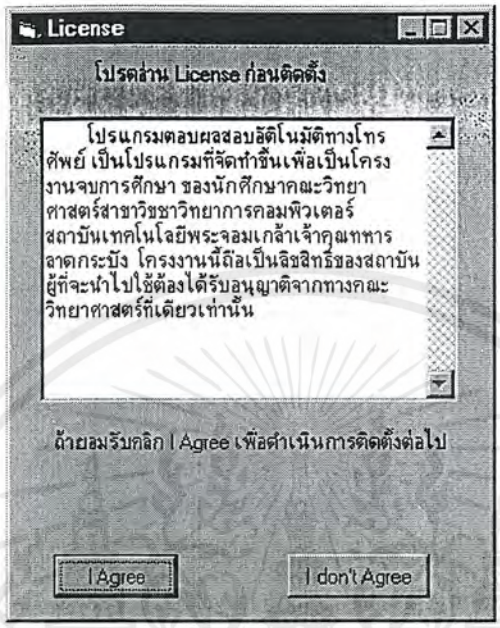



1.2 จะปรากฏหน้าจอให้ป้อน Password เมื่อป้อน Password เสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำการกดปุ่ม Next ดังรูป

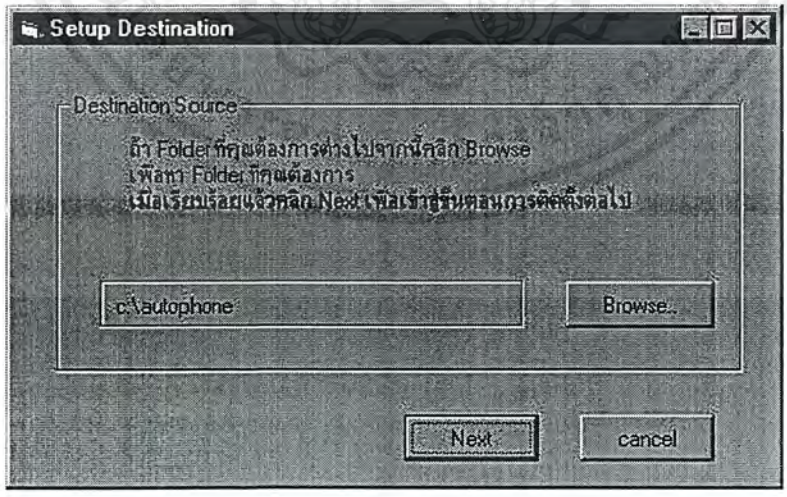



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำห าตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิใ อกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 จะปรากฏหน้าจอแจ้งเงื่อนไขเกี่ยวกับการลงโปรแกรม เมื่ออ่านเงื่อนไขจบและตกลงตามเงื่อนไขให้คลิกปุ่ม I Agree ดังรูป



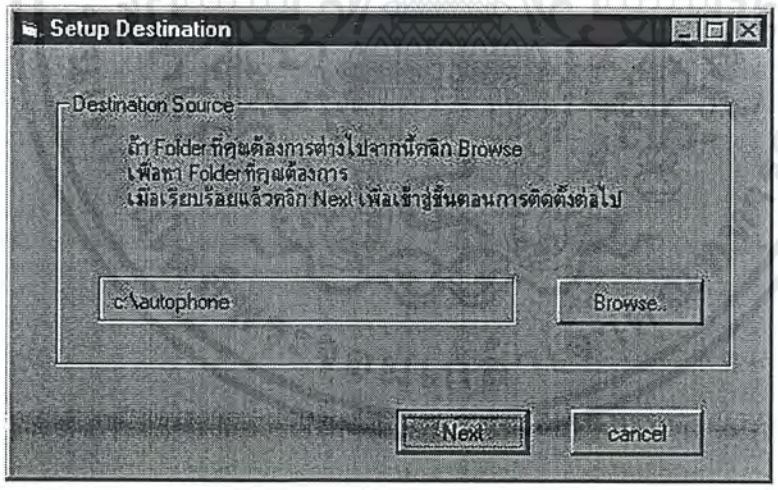

1.4 จะปรากฏหน้าจอให้ทำการสร้างพื้นที่ที่จะติดตั้ง Program ลงไป โดยโปรแกรมจะตั้งค่า Default ไว้เป็น C:\autophone ถ้าต้องการเปลี่ยนให้กดปุ่ม Browse ดังรูป




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

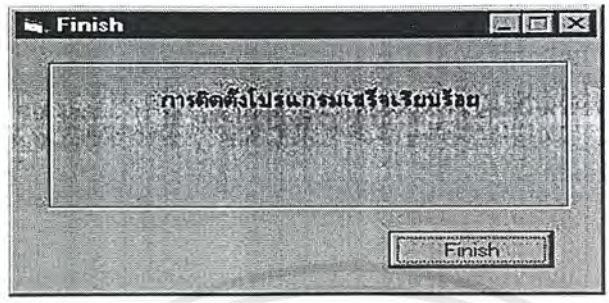
1.5 เมื่อเรากดปุ่ม Browse จะปรากฏหน้าจอให้เปลี่ยน ไดเรกทอรี่ใหม่ที่ต้องการจะใช้ติดตั้งโปรแกรม เมื่อเลือกได้แล้วกดปุ่ม OK

1.6 เมื่อคลิก OK แล้วจะกลับมาที่หน้าจอดังรูป ให้คลิก Next เพื่อติดตั้งโปรแกรม



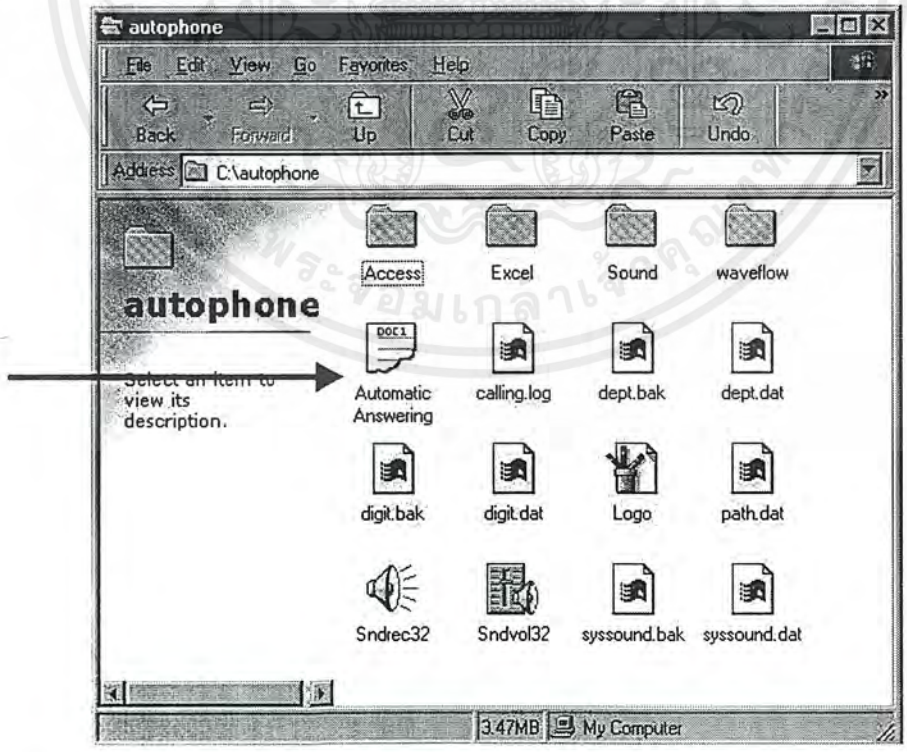

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 โปรแกรมจะเข้าสู่ขั้นตอนของการติดตั้งโปรแกรม เมื่อโปรแกรมถูกติดตั้งเสร็จแล้วจะปรากฏหน้าจอดังรูป ให้คลิก Finish




## 2. คู่มือการใช้งานโปรแกรม

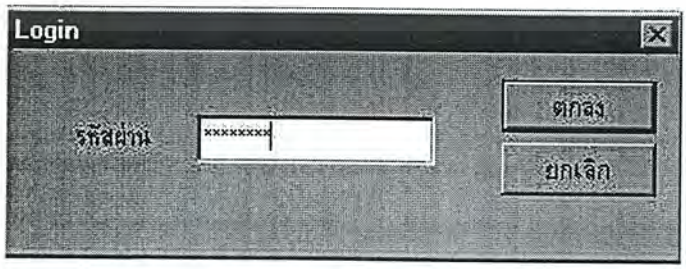
2.1 เข้าไปในไดเรกทอรีที่ลงโปรแกรมไว้ ในที่นี้คือ **C:\Autophone** จะปรากฏไฟล์ต่างๆ ดังรูป และจะพบไฟล์ที่ใช้ในการรันโปรแกรมคือไฟล์ Automatic Answering ให้ดับเบิ้ลคลิกที่ไฟล์นี้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

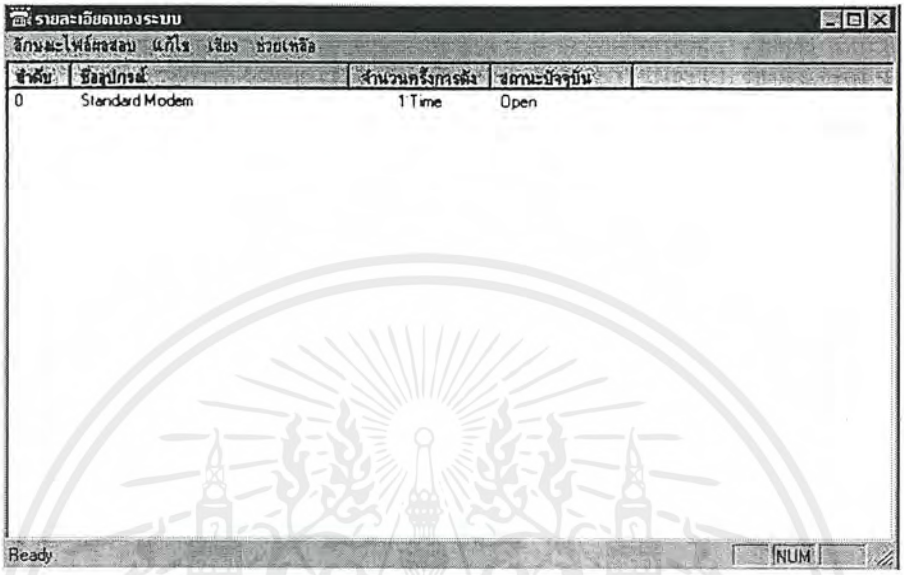
2.2 จะปรากฏหน้าจอหลักของโปรแกรม ซึ่งจะมีปุ่มให้เลือกว่าต้องการแก้ไขข้อมูล ระบบ หรือจะออกจากโปรแกรม ดังรูป

2.3 ถ้าผู้ใช้เลือกที่จะทำการแก้ไขข้อมูลของระบบ จะต้องมีรหัสผ่านเพื่อเข้าไปแก้ไขข้อมูลระบบ โดยจะปรากฏหน้าจอให้ทำการป้อนรหัสผ่านดังรูป เมื่อผู้ใช้ทำการป้อนรหัสผ่านเรียบร้อยแล้วให้คลิกที่ปุ่มตกลง โดยค่ารหัสผ่านที่กำหนดเป็นค่า default คือ "*password*" ซึ่งผู้ใช้สามารถแก้ไขได้ในภายหลัง



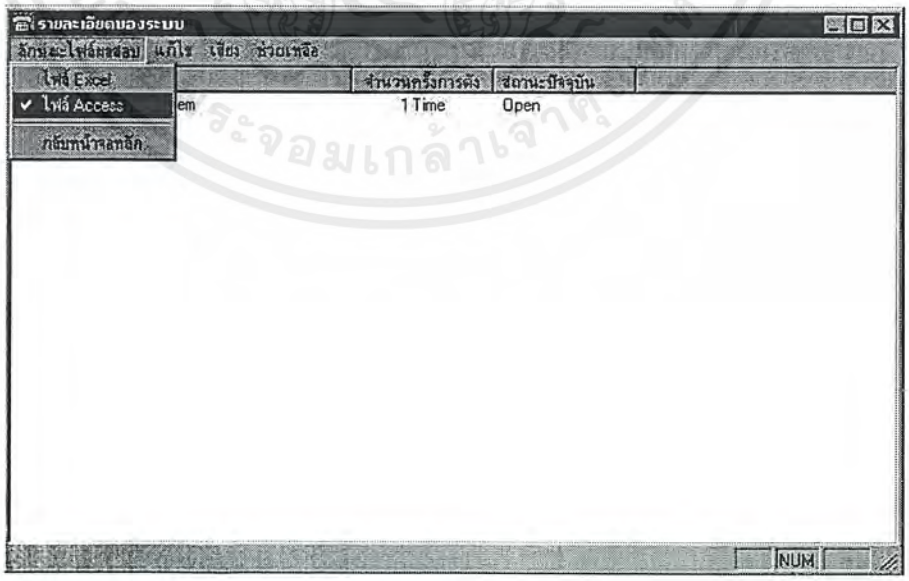

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 จะปรากฏหน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลระบบ โดยหน้าจอนี้จะแสดงสถานะการทำงานของโปรแกรมขณะนั้นและชนิดของโมเด็มที่ต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขณะนั้น ดังรูป



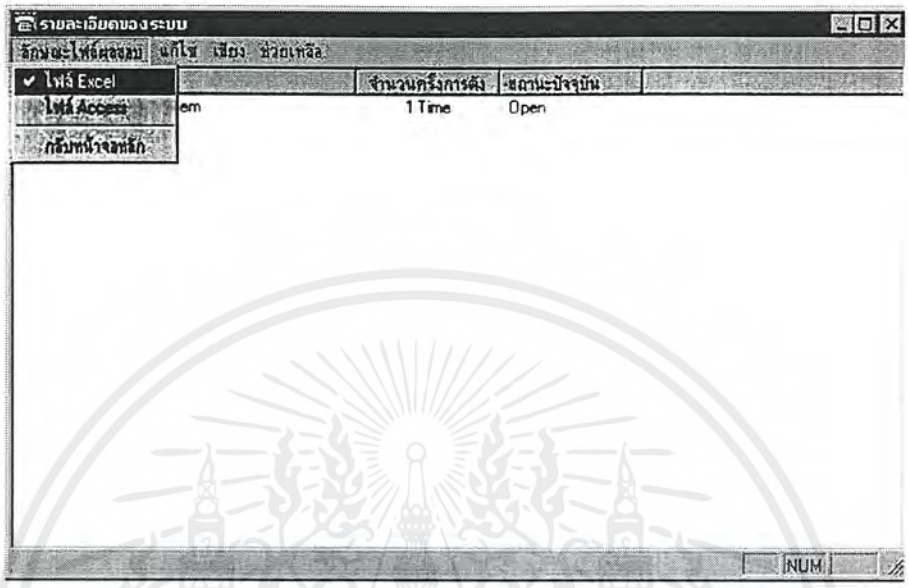

2.5 การแก้ไขข้อมูลระบบ

2.5.1 การกำหนดให้โปรแกรมทำงานกับตารางข้อมูลชนิด Access ให้เลือกเมนู “ลักษณะไฟล์ของระบบ” แล้วเลือก “ไฟล์ Access”

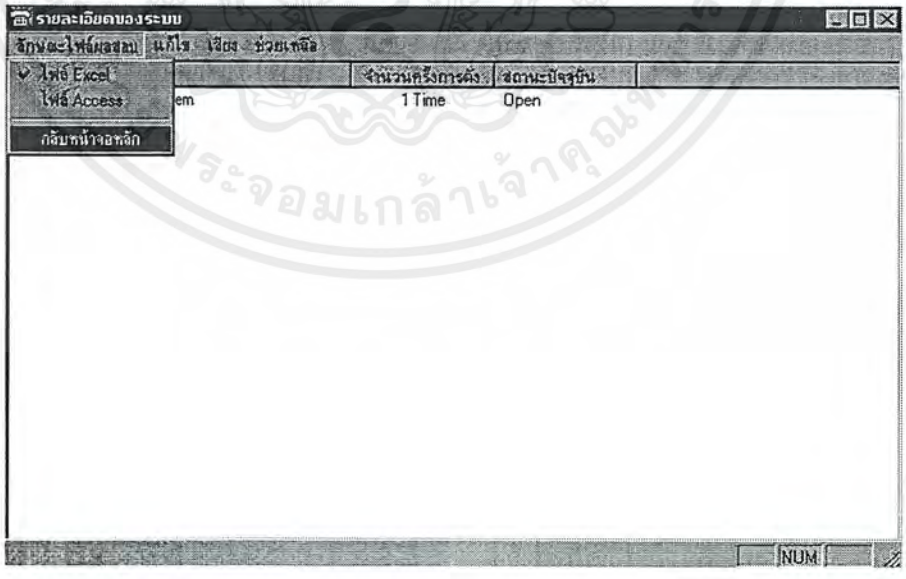



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การกำหนดให้โปรแกรมทำงานกับตารางข้อมูลชนิด Excel ให้เลือกเมนู "ลักษณะไฟล์ของระบบ" แล้วเลือก "ไฟล์ Excel"



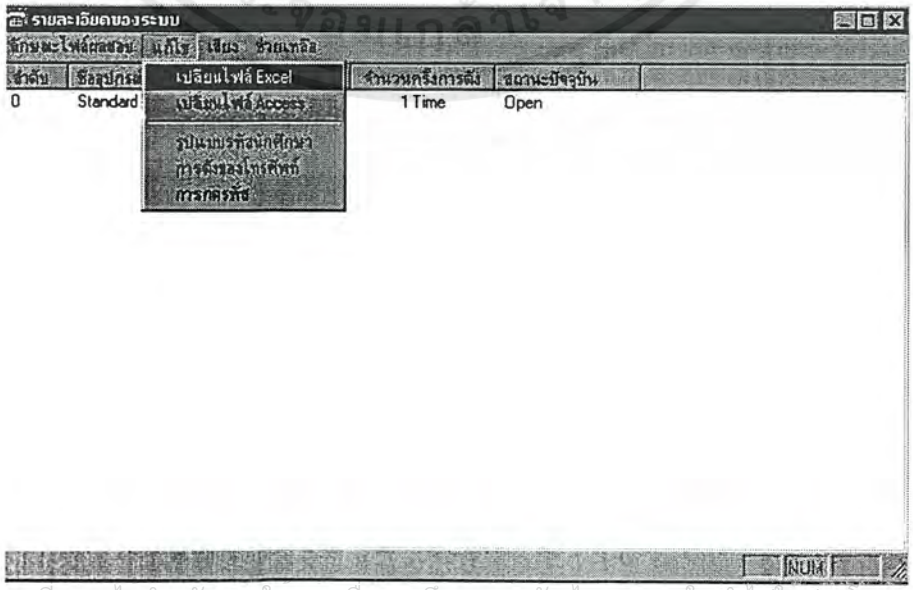

2.5.3 เมื่อต้องการกลับเข้าสู่หน้าจอหลักของโปรแกรม ให้เลือกเมนู "ลักษณะไฟล์ของระบบ" แล้วเลือก "กลับหน้าจอหลัก" ดังรูป




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

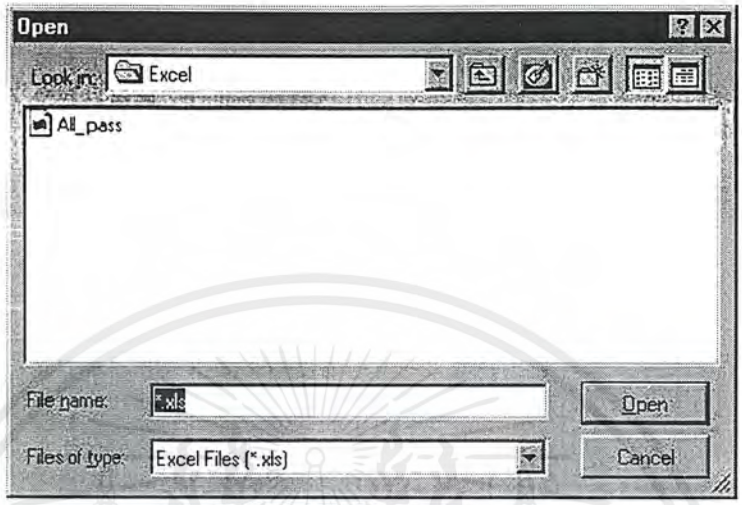
โปรแกรมก็จะกลับสู่หน้าจอหลักดังรูป

2.5.4 การเปลี่ยนตารางไฟล์ Excel ให้เลือกเมนู “แก้ไข” แล้วเลือกรายการ “เปลี่ยนไฟล์ Excel” ดังรูป

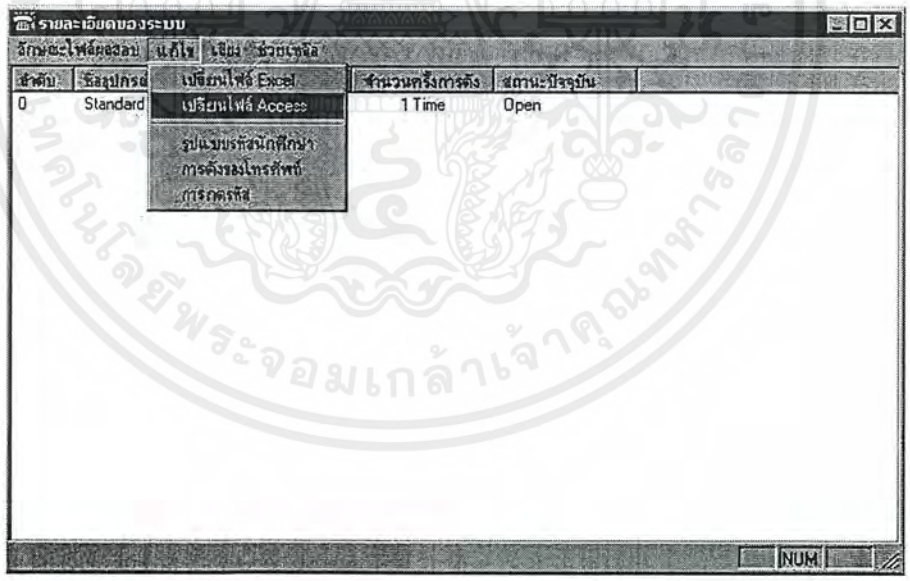



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะปรากฏหน้าจอให้ทำการเลือกไฟล์ Excel ที่จะเปลี่ยน เมื่อเลือกเสร็จแล้ว คลิกปุ่ม Open ดังรูป

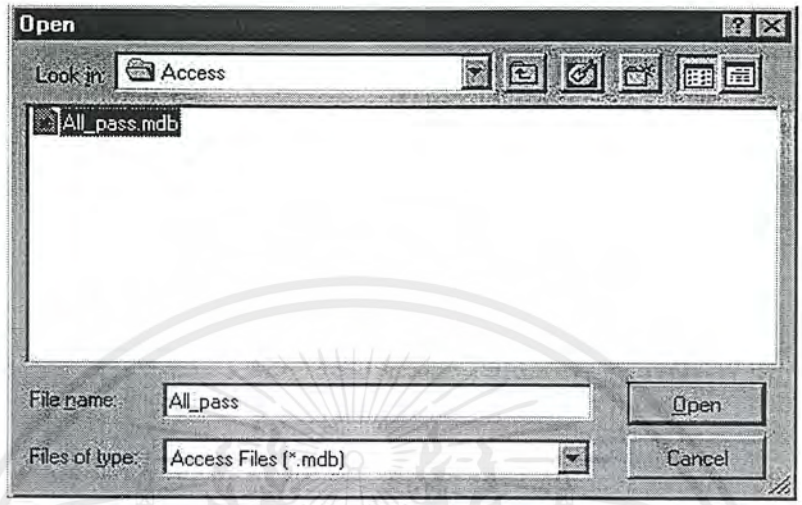



2.5.5 การเปลี่ยนตารางไฟล์ Access ให้เลือกเมนู "แก้ไข" แล้วเลือกรายการ "เปลี่ยนไฟล์ Access" ดังรูป

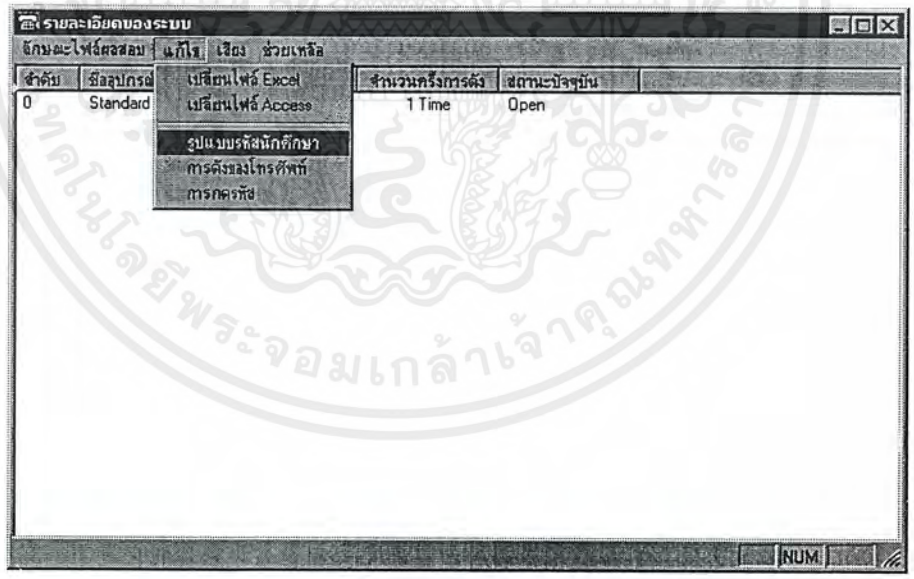



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

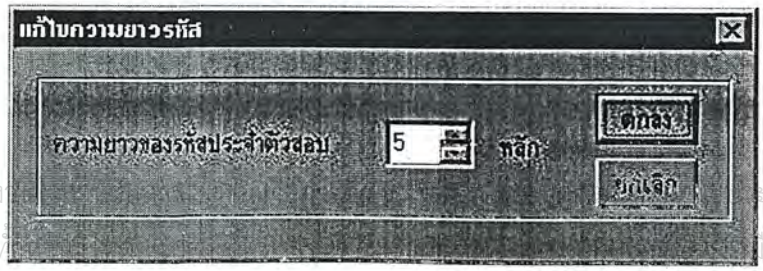
จะปรากฏหน้าจอให้ทำการเลือกไฟล์ Access ที่จะเปลี่ยน เมื่อเลือกเสร็จแล้ว คลิกปุ่ม Open ดังรูป




2.5.6 การกำหนดความยาวของรหัสนักศึกษา ให้คลิกเลือกเมนู "แก้ไข" แล้วเลือกรายการ "รูปแบบรหัสนักศึกษา" ดังรูป




จะปรากฏหน้าจอให้ทำการเลือกความยาวของรหัสนักศึกษาที่ต้องการใช้ในโปรแกรมดังรูป เมื่อเลือกเสร็จแล้วกดปุ่ม "ตกลง" ดังรูป

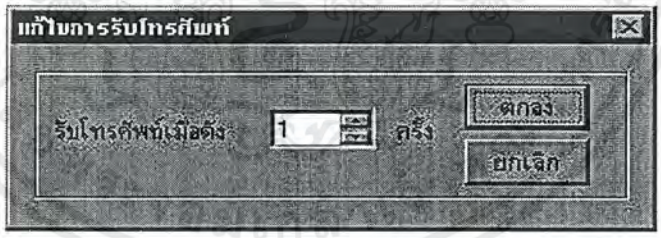



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 กำหนดจำนวนครั้งการดังของโทรศัพท์

ผู้ใช้สามารถกำหนดได้ว่าจะให้สัญญาณโทรศัพท์ดังกี่ครั้งก่อนที่โปรแกรมจะรับสาย เช่นให้สัญญาณดัง 2 ครั้งแล้วจึงรับสายเป็นต้น สามารถกำหนดได้โดยเลือกเมนู "แก้ไข" ให้เลือกรายการ "การดังของโทรศัพท์" ดังรูป

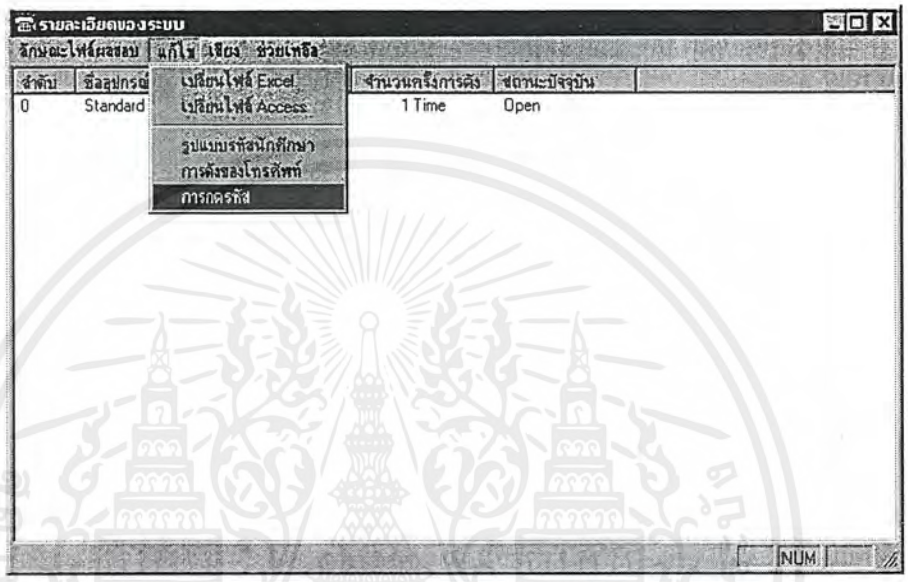
จะปรากฏหน้าจอให้ทำการกำหนดดังรูป ให้เลือกจำนวนครั้งแล้วคลิกตกลง



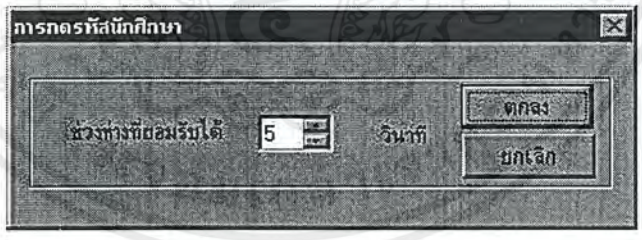

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8 การกำหนดช่วงห่างของการกดรหัสประจำตัวสอบ

ผู้ใช้สามารถกำหนดได้ว่าจะให้โปรแกรมยอมรับช่วงห่างของการกดแต่ละ digit ของรหัสสอบว่าให้นานเท่าใดได้ โดยสามารถกำหนดได้โดยเลือกเมนู "แก้ไข" เลือกรายการ "การกดรหัส" ดังรูป

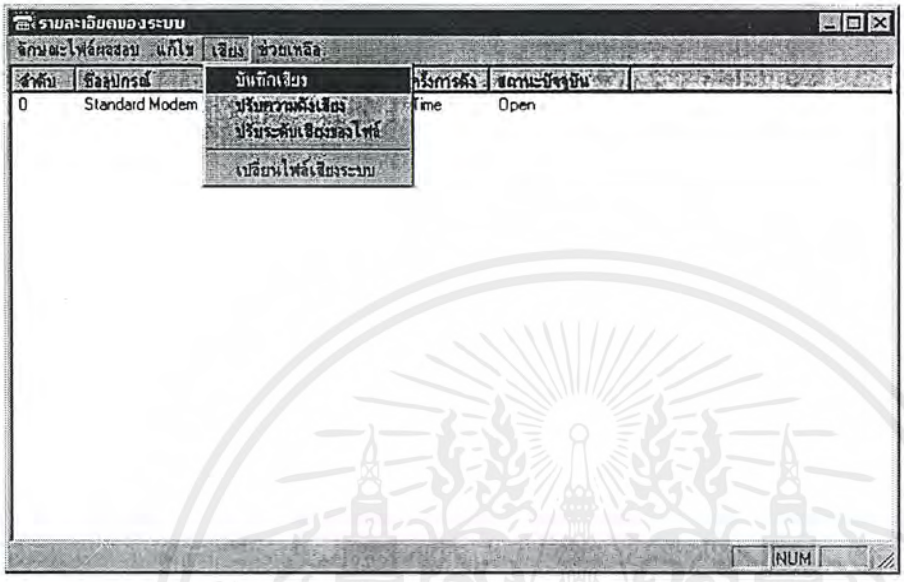



จะปรากฏหน้าจอให้ทำการกำหนดค่าดังรูป ให้เลือกช่วงห่างแล้วคลิกตกลง




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.9 การบันทึกเสียง ทำได้โดยเลือกเมนูหลัก “เสียง” แล้วเลือกรายการ “บันทึกเสียง” ดังรูป

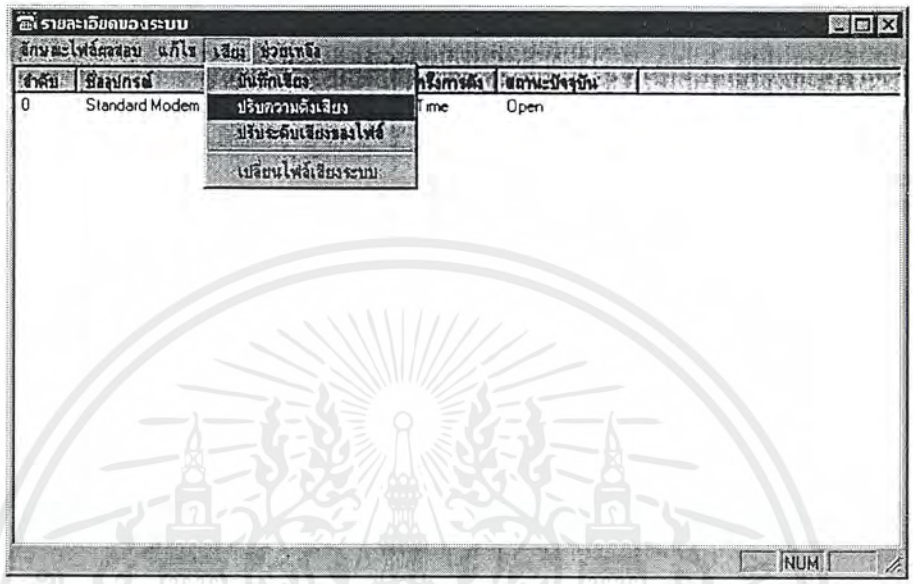



จะปรากฏหน้าจอของโปรแกรม Sound Recorder ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ทำการบันทึกเสียง ดังรูป

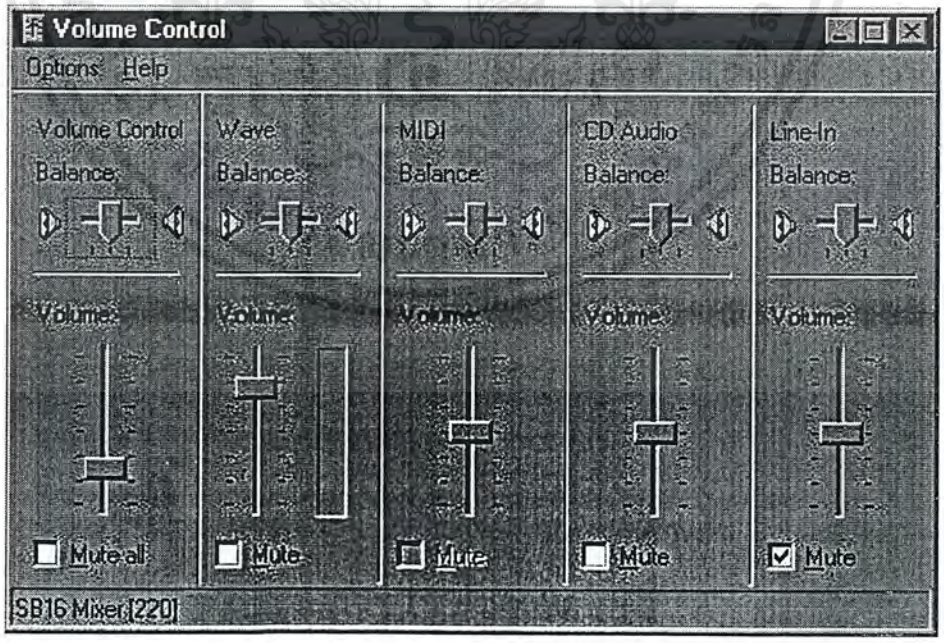
ให้เลือกที่เมนู “File” แล้วเลือกที่รายการ “New” เมื่อจะเริ่มบันทึกเสียงให้กดที่ปุ่มวงกลม(Record) เมื่อจบการบันทึกเสียงให้กดปุ่มรูปสี่เหลี่ยม(Stop) แล้วให้เลือกที่เมนู “File” แล้วเลือกที่รายการ “Save” เป็นอันเสร็จสิ้นการบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.10 การปรับความดังเสียง ทำได้โดยเลือกเมนูหลัก “เสียง” แล้วเลือกรายการ “ปรับความดังเสียง” ดังรูป

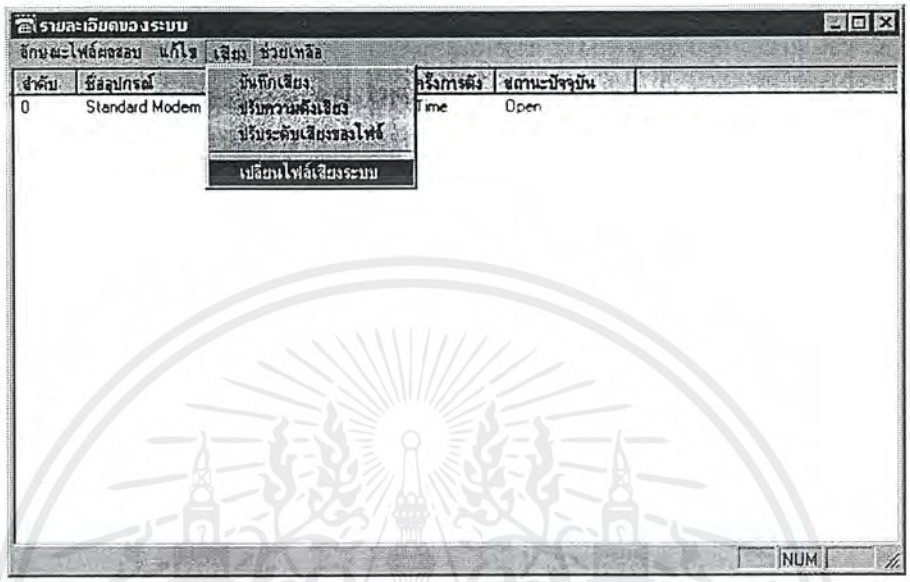



เมื่อเลือกเสร็จแล้วจะปรากฏหน้าจอ Volume Control ให้ทำการปรับแต่งค่าความดัง ดังรูป

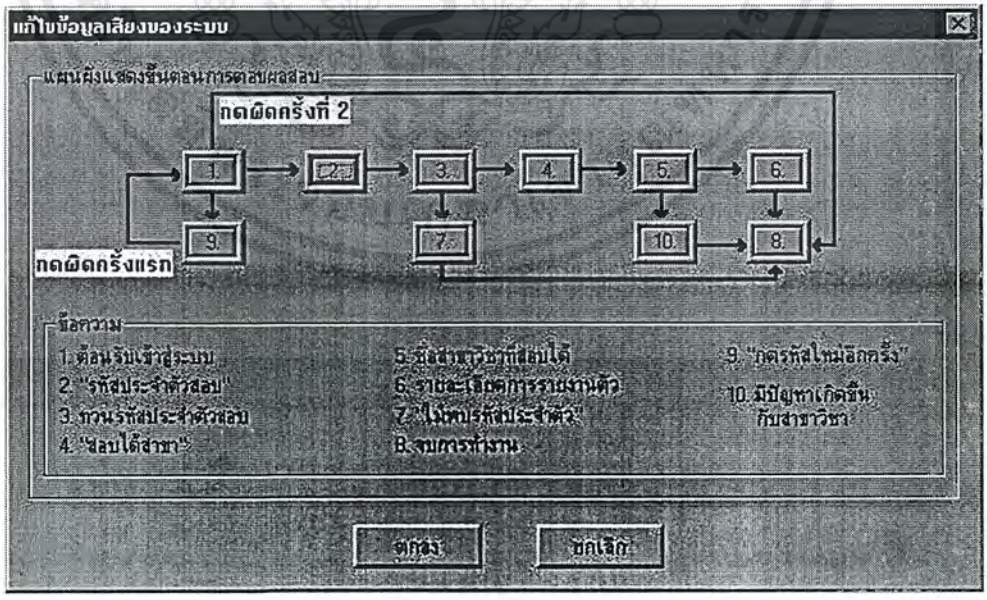



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.11 การเปลี่ยนไฟล์เสียงที่ใช้ในโปรแกรม ทำได้โดยเลือกเมนูหลัก “เสียง” เลือกรายการ “เปลี่ยนไฟล์เสียงระบบ” ดังรูป

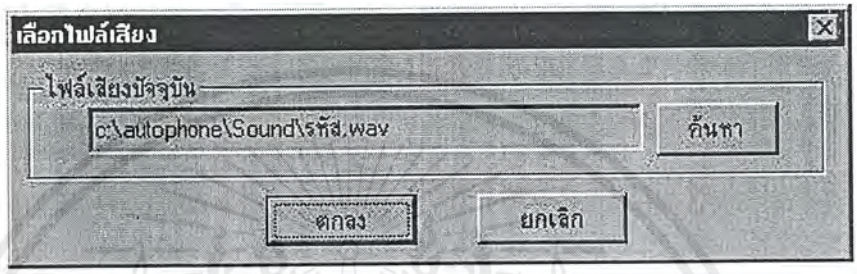



จะปรากฏหน้าจอแสดงรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของส่วนต่างๆ ในโปรแกรมและไฟล์เสียงของแต่ละขั้นตอน ดังรูป



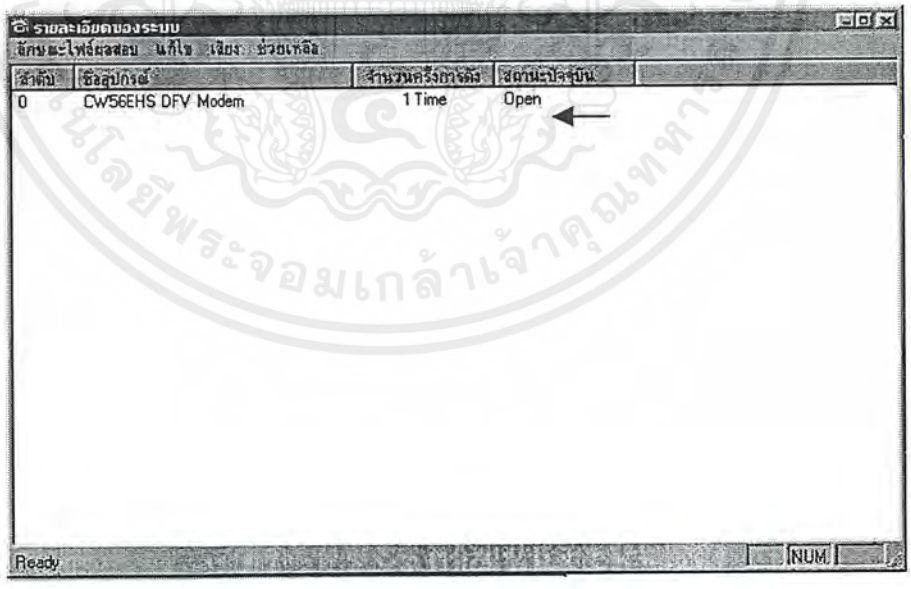

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนไฟล์เสียงของแต่ละขั้นตอนโดยคลิกที่ขั้นตอนนั้นๆ เช่น การเปลี่ยนไฟล์เสียงที่ใช้ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งเป็นไฟล์เสียงที่มีข้อความ "กรุณากดหมายเลขประจำตัวสอบ" นั้นสามารถทำได้โดยรูปสี่เหลี่ยมหมายเลข 2 จะปรากฏหน้าจอให้เลือกไฟล์เสียงที่ใช้ ให้ป้อน Path ของไฟล์เสียงที่จะใช้ลงไป หรือกด Browse เพื่อหา Path ที่ไฟล์นั้นอยู่ เมื่อเสร็จแล้วกดปุ่ม "ตกลง" ดังรูป



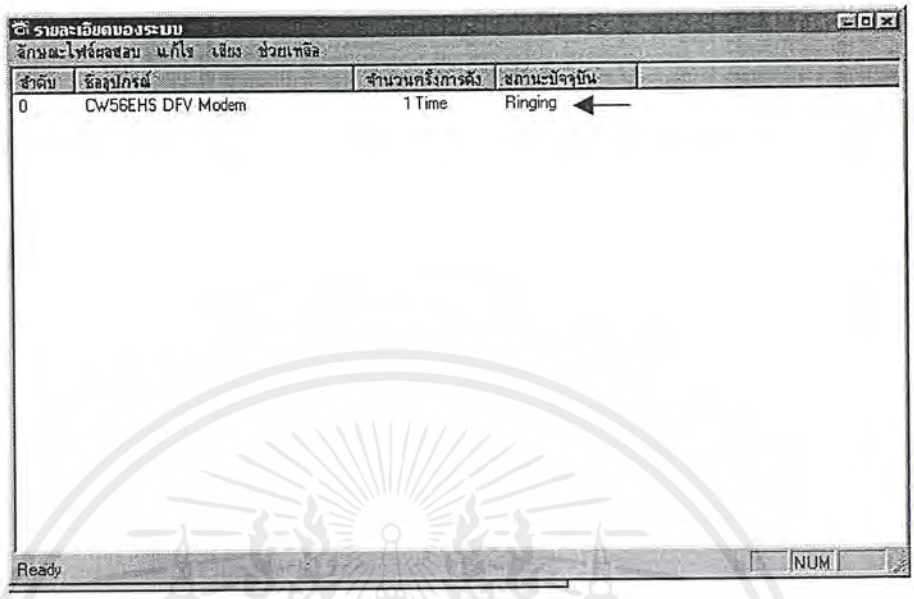

2.6 สถานะในการทำงานของโปรแกรม

2.6.1 เมื่อเริ่มเปิดโปรแกรม จะอยู่ในสถานะ Open ซึ่งหมายถึงว่าขณะนี้พร้อมรับสายโทรศัพท์ที่จะโทรเข้ามา ดังรูป

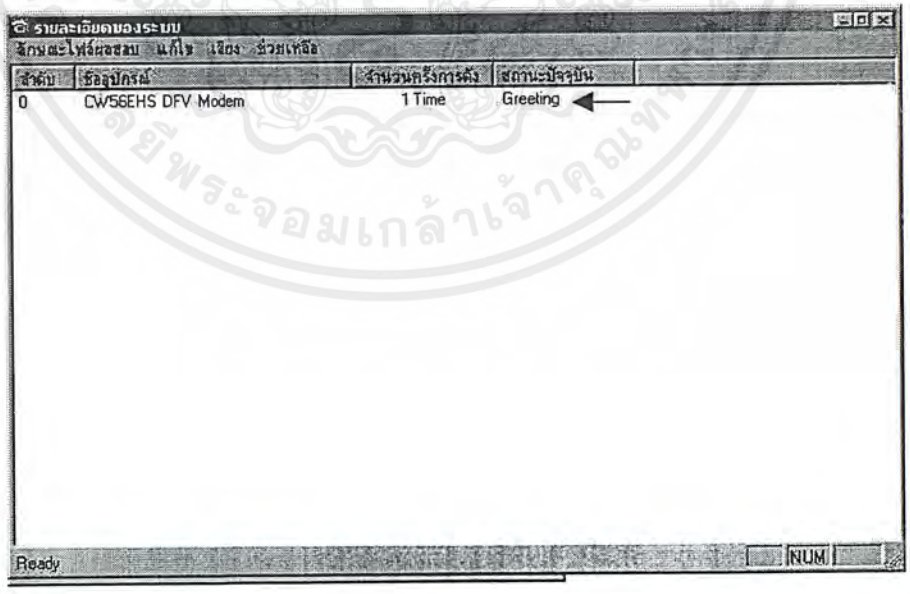



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 เมื่อได้รับสัญญาณว่ามีสายโทรเข้ามา สถานะของโปรแกรมจะเปลี่ยนเป็น Ringing ซึ่งแสดงว่าขณะนั้นมีคนโทรเข้ามา ดังรูป

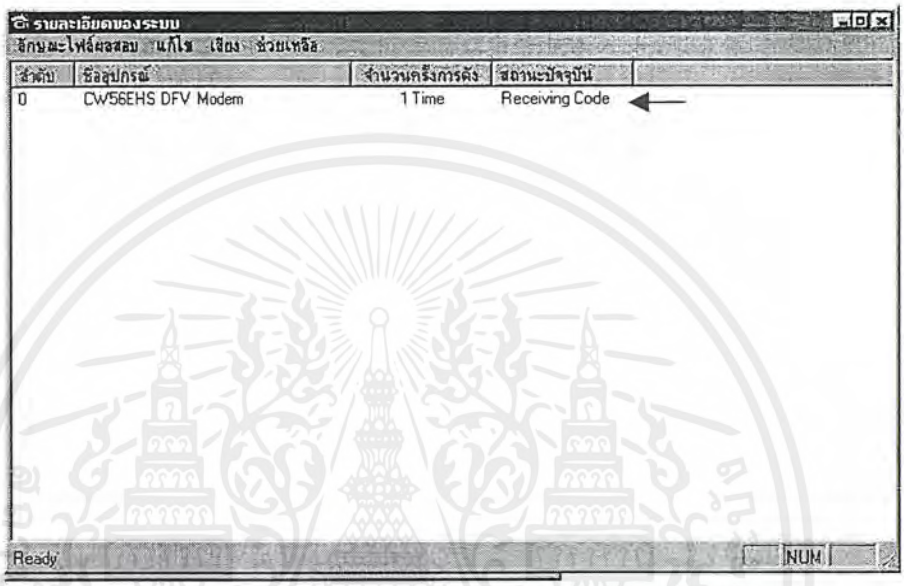



2.6.3 เมื่อรับสายที่โทรเข้ามาแล้ว สถานะของโปรแกรมจะเปลี่ยนเป็น Greeting ซึ่งโปรแกรมจะพูดข้อความต้อนรับผู้ที่โทรเข้ามา และบอกให้ทำการกดหมายเลขประจำตัวสอบ ดังรูป

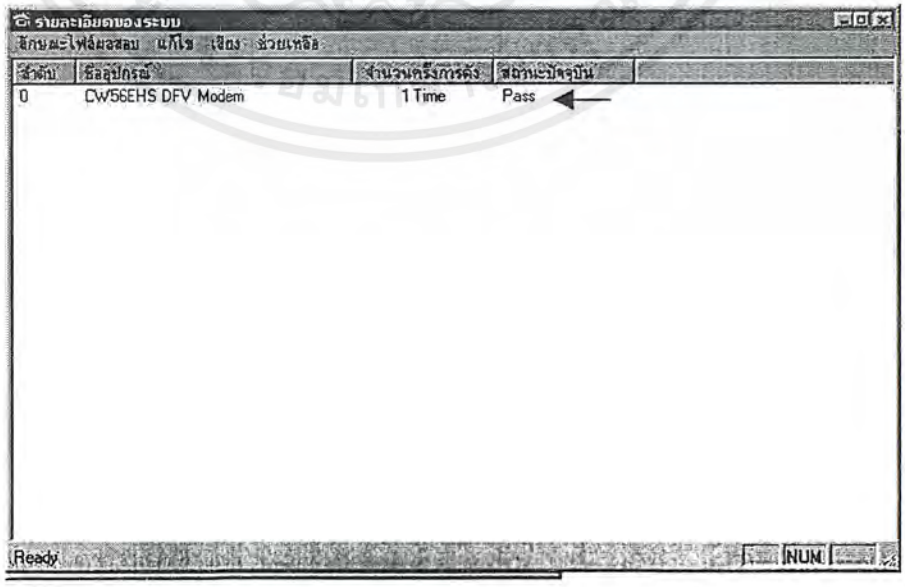



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 เมื่อเสร็จการส่งข้อความต้อนรับแล้ว สถานะจะเปลี่ยนเป็น Receiving Code ซึ่งหมายถึงว่าขณะนั้นโปรแกรมรอรับหมายเลขประจำตัวสอบจากผู้ที่โทรเข้ามา แล้วนำหมายเลขประจำตัวสอบนั้นไปตรวจสอบกับฐานข้อมูลเพื่อตอบผลการสอบของหมายเลขประจำตัวสอบนั้นออกมา ดังรูป

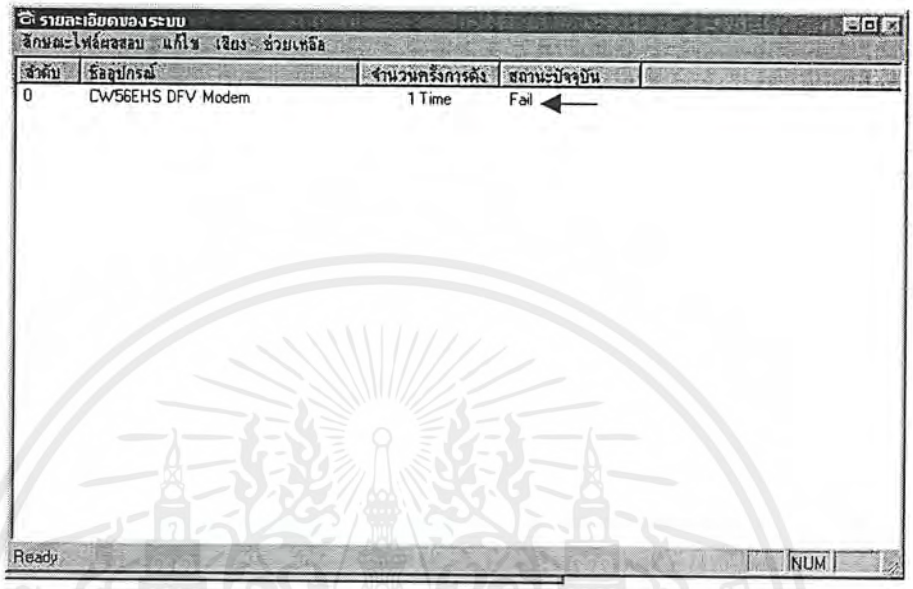



2.6.5 เมื่อนำหมายเลขประจำตัวสอบนั้นไปเช็คกับฐานข้อมูลแล้วหมายเลขนั้นสอบผ่าน สถานะของโปรแกรมจะเปลี่ยนมาเป็น Pass และจะทำการตอบข้อความว่าสอบผ่าน ดังรูป

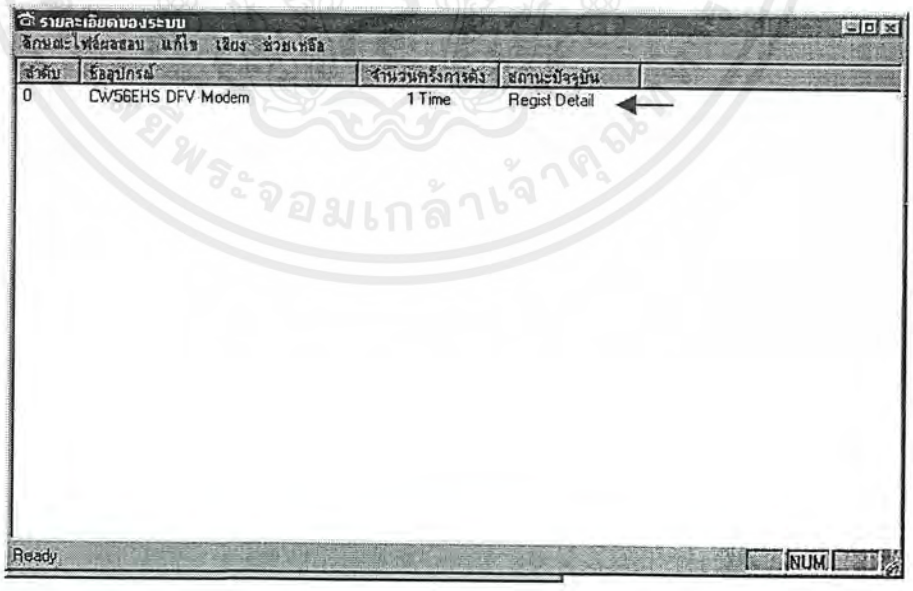



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 เมื่อนำหมายเลขประจำตัวสอบนั้นไปเช็คกับฐานข้อมูลแล้วไม่พบหมายเลขนั้น สถานะจะเปลี่ยนเป็น Fail และทำการตอบข้อความว่าสอบไม่ผ่าน ดังรูป

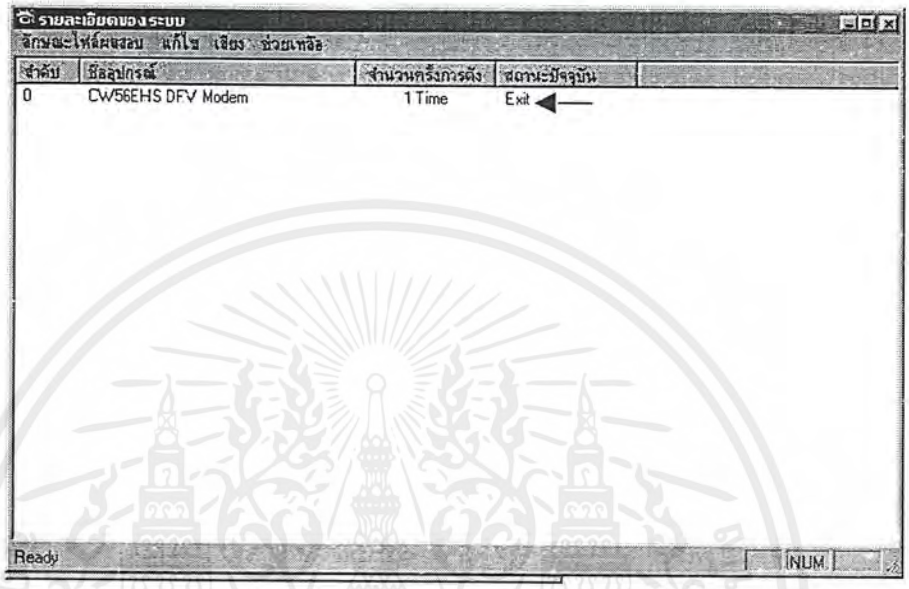



2.6.7 เมื่อทำการตอบข้อความสอบผ่านแล้ว โปรแกรมจะแจ้งรายละเอียดการรายงานตัวหลักฐานที่ต้องนำมา สถานที่ สถานะจะเปลี่ยนเป็น Register Detail ดังรูป

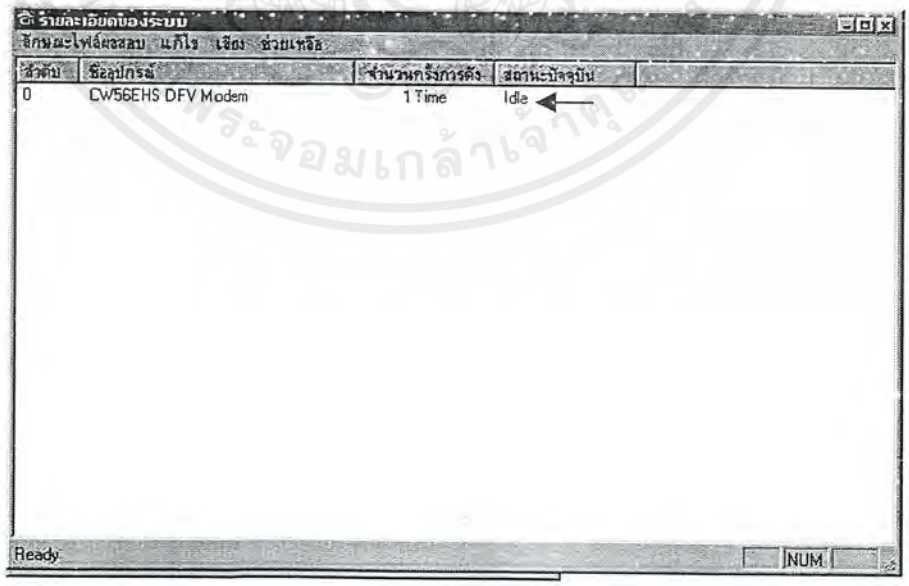



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.8 เมื่อแจ้งรายละเอียดการรายงานตัวเสร็จ สถานะของโปรแกรมจะเปลี่ยนเป็น Exit และแจ้งให้ผู้โทรศัพท์อยู่ทราบว่าเสร็จสิ้นการทำงานแล้ว ดังรูป




2.6.9 เมื่อผู้ที่โทรเข้ามาวางสายเรียบร้อย สถานะจะเปลี่ยนเป็น Idle ซึ่งแสดงว่าสายว่าง พร้อมจะรับสายใหม่ที่จะโทรเข้ามา ดังรูป




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


1. ฉัตรชัย สุมามาลย์. ม.ป.ป. **การสื่อสารข้อมูล.** กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์.
2. นิรุธ อำนวยศิลป์. 2542. **คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual C++ version 6.0.** กรุงเทพ : Success Media.
3. Gofton, P.W. 2538. **คัมภีร์การใช้งานการสื่อสารอนุกรมบน PC.** แปลจาก **Mastering Serial Communications.** เรียบเรียงโดย จิรศักดิ์ เหลืองอุไร. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น
4. สุวิพล สิทธิชีวภาค. ม.ป.ป. **พื้นฐานแห่งการสื่อสารข้อมูล.** กรุงเทพฯ : IBIZ.
5. Amundsen, M.C. 1996. **MAPI, SAPI, TAPI Developer's guide.** Indiana : SAMS Publishing.
6. Microsoft Corporation. 1992-1998. **Microsoft Developer Network Library for Visual Studio 6.0.** [Compact Disc]. USA : Microsoft Corporation.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้