เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

Automatic Voice Mail In Telephone

โดย

นายฉัตรชัย อัศวเรืองพิภพ รหัส 34102074

นายดำรงค์ บิลอิดดริส รหัส 34102118

นางสาวทรงศรี มุกสกุลรัตน์ รหัส 34103125

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปีการศึกษา 2537

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

จัดทำโดย

นายฉัตรชัย อัศวเรืองพิภพ รหัส 34102074

นายดำรงค์ ปิลอิดดริส รหัส 34102118

นางสาวทรงศรี มุกสกุลรัตน์ รหัส 34103125

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ สมลักดิ์ เชียร์ศิริกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

ฉัตรชัย อัศวเรืองพิภพ
ดำรงค์ บิลอิดดริส
ทรงศรี มุกสกุลรัตน์

อ.สมศักดิ์ เชียร์ศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

การใช้งานระบบเครือข่ายโทรศัพท์เพื่อการติดต่อสื่อสารได้พัฒนามายาวนาน จนกระทั่งในปัจจุบัน เป็นเครือข่ายการติดต่อสื่อสารที่ใหญ่ที่สุดสามารถติดต่อกันได้เกือบจะทั่วโลก ระบบคอมพิวเตอร์ก็ได้อาศัยระบบเครือข่ายของโทรศัพท์ในการส่งข้อมูลติดต่อสื่อสารระหว่างกัน จะเห็นได้ว่าระบบคอมพิวเตอร์และระบบการติดต่อสื่อสาร (Computer and Communication) ได้พัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่กันอย่างมากมาย

โครงงานชิ้นนี้เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับระบบเครือข่ายโทรศัพท์ให้สามารถติดต่อและใช้งานผ่านกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

การทำงานของระบบ จะเป็นการใช้งานเกี่ยวกับระบบจัดการเสียง (Sound management system) มีหน้าที่เกี่ยวกับการอัดเสียง (Record) และการเล่นเสียง (Play) เป็นต้น และมีส่วนที่จัดการเกี่ยวกับโทรศัพท์ (Telephone management system) มีหน้าที่คอยตรวจสอบสถานะของสายโทรศัพท์ที่ติดต่ออยู่ เช่น มีสัญญาณ Ringing เข้ามา หรือเมื่อต้องการโทรออก แล้วสายปลายทางมีสถานะเป็นอย่างไร เช่น สายว่าง Ring back tone หรือสายไม่ว่าง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC VOICE MAIL IN TELEPHONE

CHATCHAI ASAWAREANGPIPOP
DUMRONG BILIDARIS
SONGSRI MUKSAKULRAT

ADVISOR
SOMSAK CHEANSIRIKUL
SEMESTER 2/1994

ABSTRACT

The telephone network for communication has evolved for many years until it is now the largest network in the world. While the telephone network has been evolving, computer system has also developed simultaneously and utilizes this property of telephone network.

This project make use of sound card to arrange recording and playing voice and control card to regulate the operation of telephone line.

This system is sound management part, which arranged for playing and recording sound. Another one is telephone management part, which checks for the status of telephone line.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 Hardware

ส่วนบันทึกและถ่ายทอดสัญญาณเสียงพูด 2

ทฤษฎีและหลักการ 2

CVSD 5

วงจรและการทำงาน 7

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์ 17

ระบบสัญญาณต่างๆของโทรศัพท์ 22

ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง 23

ส่วนตรวจจับสัญญาณทางโทรศัพท์ 31

วงจรแปลงความถี่ของระบบ Tone ของโทรศัพท์ 37

ส่วนสร้างสัญญาณ DTMF 42

ส่วนควบคุมการยกหูและวางหู 50

ส่วนถ่ายทอดสัญญาณ 52

บทที่ 3 Software 54

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 59

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์การทดลอง 65

หนังสืออ้างอิง

กิตติกรรมประกาศ

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

อุปกรณ์ประเภทเครื่องตอบรับโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ มีบทบาทอย่างมากในการติดต่อทางโทรศัพท์เพราะช่วยลดปัญหาในการโทรแล้วไม่พบผู้รับซึ่งทำให้เสียเงินและเวลา โดยเครื่องตอบรับโทรศัพท์โดยอัตโนมัติจะรับฝากข้อความเสียงไว้ ซึ่งผู้ถูกเรียกสามารถสอบถามข้อความนี้จากเครื่องตอบรับโทรศัพท์ได้ หรือผู้เรียกอาจจะฝากข้อความไว้เมื่อมีผู้โทรเข้ามาก็จะแจ้งข้อความดังกล่าวให้ คุณสมบัติดังกล่าวเป็นคุณสมบัติพื้นฐานที่เครื่องตอบรับโทรศัพท์โดยอัตโนมัติทั่วไปควรจะมี ปัจจุบันระบบคอมพิวเตอร์ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาก ซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้ในเครื่องตอบรับโทรศัพท์โดยอัตโนมัติทำให้มีขีดความสามารถเพิ่มมากขึ้น

แม้ว่าโดยหลักการแล้วเครื่องตอบรับโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ จะเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะกับสำนักงาน แต่การใช้งานในประเทศยังไม่เป็นที่นิยมมากนัก ซึ่งหากพิจารณาจากสินค้าประเภทนี้ที่มีขายอยู่ในตลาดอาจแบ่งได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ กลุ่มหนึ่งจะใช้เทคโนโลยีที่ไม่สูงมากนัก ซึ่งมักจะเป็นระบบเทปที่ต้องต่อกับเทปบันทึกเสียง การใช้งานไม่สะดวกและไม่เหมาะกับงานสำนักงานเพราะต้องเสียเวลาในการกลับเทปไปมาและต้องมีเจ้าหน้าที่คอยช่วยจัดการและรักษาความลับ กลุ่มที่สองจะใช้เทคโนโลยีที่สูงขึ้นมาคือใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย มีระบบซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพแต่ยังมีราคาสูงอยู่

ถ้าหากพิจารณาเครื่องตอบรับโทรศัพท์โดยอัตโนมัติที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์แล้ว จะเห็นว่าสามารถพัฒนาประสิทธิภาพได้ง่าย โดยใช้เทคนิคทางซอฟต์แวร์ ซึ่งทำให้เครื่องตอบรับโทรศัพท์โดยอัตโนมัติไม่เป็นแต่อุปกรณ์ที่รับโทรศัพท์หรือฝากข้อความเท่านั้น แต่ยังสามารถทำให้เป็นอุปกรณ์ที่ให้บริการข่าวสารทางโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ฮาร์ดแวร์

ส่วนบันทึกและถ่ายทอดสัญญาณเสียงพูด

ทฤษฎีและหลักการ

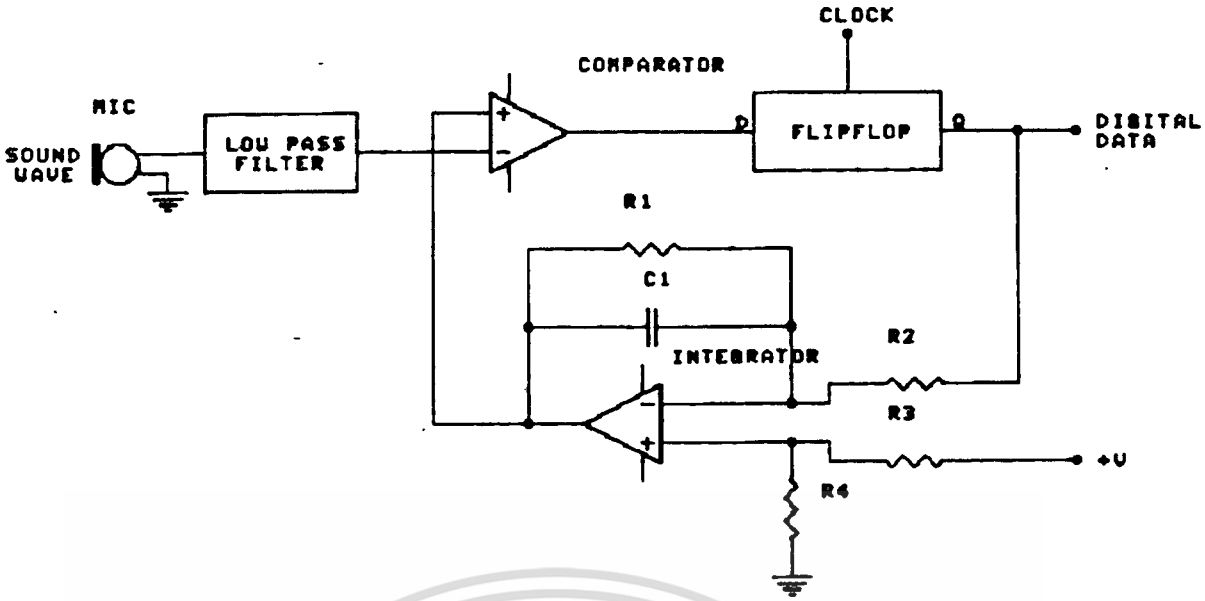
ในการบันทึกเสียงพูด จะต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณจากอนาลอกไปเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital converter) ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีในที่นี้จะกล่าวแต่เฉพาะวิธีที่ใช้ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คือ วิธี Continuously Variable Slope Delta modulator-demodulator (CVSD) ทั้งนี้เนื่องจากจะทำให้ประหยัดหน่วยความจำในการเก็บข้อมูล

- เดลต้ามอดดูเลชั่น (Delta Modulation)

เทคนิคของเดลต้ามอดดูเลชั่น จะไม่ใช่การสุ่มสัญญาณหนึ่งจุดแล้วแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลหนึ่งเวิร์ดที่มีความละเอียดเป็นจำนวนบิตที่ต้องการ แต่จะใช้วิธีเปรียบเทียบความสูงหรือการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเสียงแทน

ข้อมูลที่ได้ก็คือทิศทางของการเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็มีเพียงขึ้นหรือลงเท่านั้น ดังนั้นความกว้างของข้อมูลดิจิตอลจึงใช้บิตเดียวก็เพียงพอ ข้อดีของการเดลต้ามอดดูเลชั่นก็คือ มีการใช้หน่วยความจำน้อยกว่าวิธีการแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

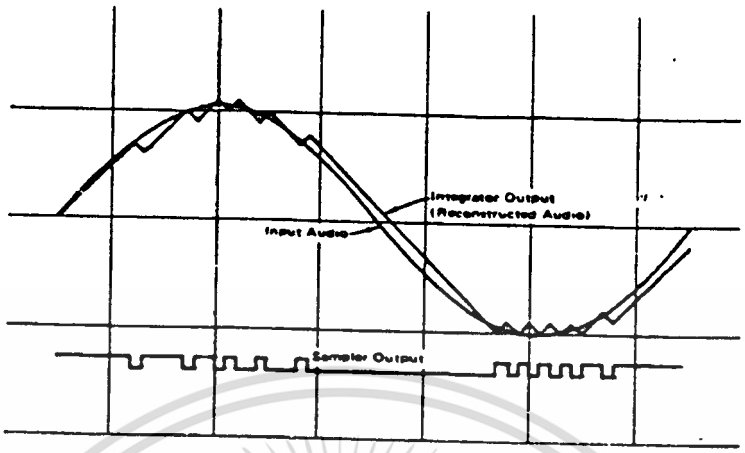


รูปที่ 2.1 แสดงวงจรเบื้องต้นของเดลต้ามอดดูเลชั่นในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล

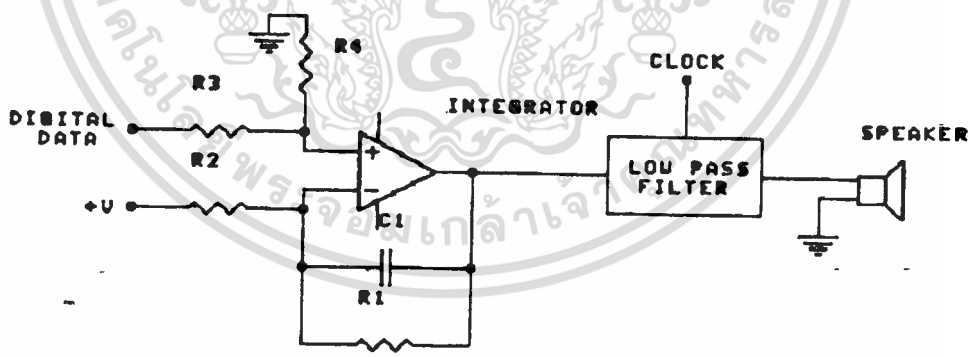
รูปที่ 1 เป็นวงจรเบื้องต้นของเดลต้ามอดดูเลชั่น คอมพาราเตอร์ (Comparator) จะทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณอินพุตปัจจุบันกับสัญญาณอินพุตก่อนหน้า ซึ่งได้จากการป้อนกลับมายังอินทิเกรเตอร์ (Integrator) เอาต์พุตจากการเปรียบเทียบถูกป้อนผ่านฟลิบฟลอปที่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกาเพื่อให้ได้เป็นข้อมูลดิจิตอล ซึ่งก็คือการกำหนดอัตราการสุ่มสัญญาณนั่นเอง

สัญญาณที่ได้จากคอมพาราเตอร์และจากอินทิเกรเตอร์ เปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุตแสดงได้ดังรูปที่ 2 ลักษณะเช่นนี้จะพบว่า ยิ่งความถี่ของสัญญาณนาฬิกามีค่าสูงก็ยิ่งสามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่แคบได้มากขึ้น ทำให้ได้คุณภาพเสียงที่ดีขึ้น แต่ก็สิ้นเปลืองหน่วยความจำมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นความถี่เท่าใดจึงจะเพียงพอคงต้องใช้การทดลอง โดยการนำเอาต์พุตสุดท้ายที่เป็นข้อมูลดิจิตอลผ่านวงจรแปลงกลับในรูปที่ 3 แล้วฟังเสียงก็ได้ หากเสียงที่ได้ออกมาฟังรู้เรื่องก็ใช้ที่ความถี่ค่านั้นก็ได้ สำหรับเสียงพูดที่คุณภาพเทียบเท่าเสียงจากโทรศัพท์ซึ่งมีแถบกว้างประมาณ 4 KHz คือ เสียงที่มีความถี่ประมาณ 16 KHz แต่ที่ความถี่ต่ำถึง 9.6 KHz ก็ยังสามารถฟังรู้เรื่อง. ความถี่นี้เองจะเป็นตัวกำหนดอัตราเร็วของข้อมูล (Bit rate) ซึ่งที่ความถี่ 16 KHz อัตราเร็วของข้อมูลก็เท่ากับ 1,600 บิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณอินพุตกับเอาต์พุตที่ได้จากการอินทิเกรเตอร์และคอมพาราเตอร์



รูปที่ 2.3 แสดงวงจรที่ใช้แปลงข้อมูลดิจิตอลกลับเป็นสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

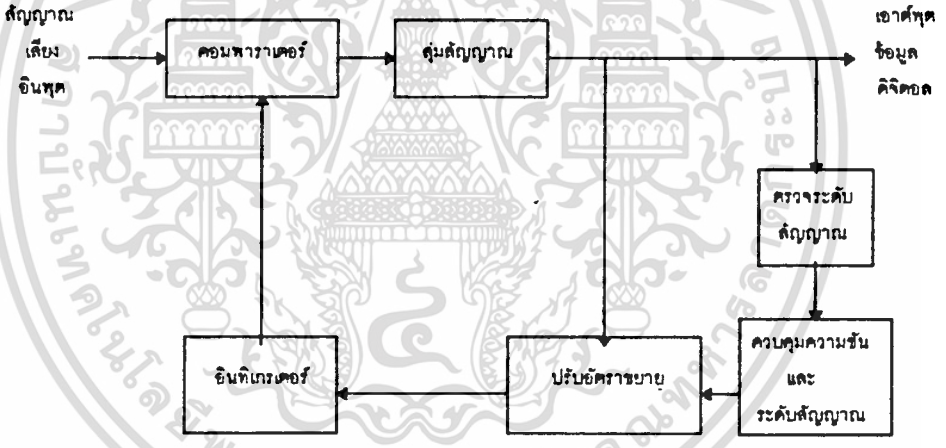
- CVSD

ข้อจำกัดของวิธีการเดลต้ามอดดูเลชั่นก็คือ

1. แถบกว้างความถี่ที่ใช้งาน ซึ่งถูกจำกัดโดยความถี่สัญญาณนาฬิกา และจะสูงกว่าความถี่สูงสุดของสัญญาณอินพุตมากกว่า 2 เท่าขึ้นไป

2. ความเร็วของการเปลี่ยนแปลงความสูงของสัญญาณ หรือไดนามิกเรนจ์ (Dynamic Range) ระบบเดลต้ามอดดูเลชั่นธรรมดามีค่าไดนามิกเรนจ์ที่แคบ จำเป็นต้องมีส่วนเพิ่มเติมทำหน้าที่ขยายไดนามิกเรนจ์ให้กว้าง โดยการควบคุมอัตราการขยายของอินทิเกรเตอร์ เพื่อให้ตอบสนองต่อสัญญาณที่มีความชันมากๆได้ทัน

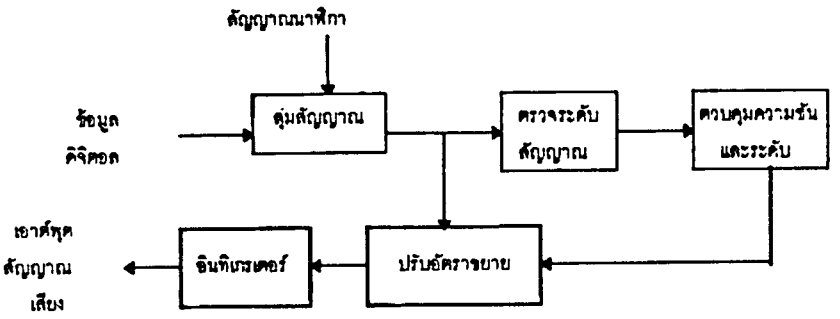
ระบบนี้มีชื่อเรียกใหม่ว่า ระบบเดลต้ามอดดูเลชั่นแบบเปลี่ยนแปลงความชันต่อเนื่อง หรือ CVSD (Continuously Variable Slope Delta modulator-demodulator)



รูปที่ 2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล (การเข้ารหัสของวิธี CVSD)

ส่วนของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล ประกอบด้วย คอมพาราเตอร์ และอินทิเกรเตอร์ สัญญาณอินพุตที่ป้อนให้กับคอมพาราเตอร์ คือสัญญาณอนาลอกที่จะทำการแปลงและเอาต์พุตจากอินทิเกรเตอร์ ซึ่งจะถูกนำมาเปรียบเทียบกันโดยจะให้เอาต์พุตเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยมีคล็อก (Clock) เป็นตัวควบคุมจังหวะการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนเปลี่ยนแปลงข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง (การถอดรหัสของวิธี CVSD)

ส่วนของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียงจะมีองค์ประกอบคล้ายๆกับส่วนของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล

ระบบ CVSD ทั้งส่วนการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล และส่วนการแปลงกลับจากสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกแสดงได้ดังรูปที่ 4 และ 5 ตามลำดับ วิธีการของ CVSD ก็คือ จะมีการตรวจระดับสัญญาณ โดยอาจใช้วิธีการจัดให้มีรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลดิจิตอลล่าสุดจำนวน 3 ถึง 4 บิต แล้วตรวจดูว่าเป็น 0 หมด หรือ 1 หมดหรือไม่ ถ้าใช่แสดงว่าขณะนี้อัตราขยายของอินทิเกรเตอร์ต่ำเกินไป การตอบสนองต่อความชันของสัญญาณไม่ทัน ก็จะทำการเพิ่มอัตราการขยายให้สูงขึ้นเฉพาะในช่วงนั้น

ในส่วนของการแปลงกลับก็จะต้องมีการทำงานในลักษณะเดียวกัน คือมีรีจิสเตอร์ตรวจดูข้อมูลว่าเป็น 0 หมด หรือ 1 หมดหรือไม่ แล้วจัดการควบคุมอัตราการขยายให้สอดคล้องกัน จากที่ได้กล่าวมาอัตราเร็วของข้อมูล (Bit rate) สำหรับวิธีการเดลต้ามอดดูเลชั่นนี้มีค่าเท่ากับความถี่สัญญาณนาฬิกา เสียงพูดที่มีคุณภาพเท่ากับระบบโทรศัพท์ที่แถบความกว้าง 4 KHz ต้องใช้ความถี่นาฬิกา 16 KHz ได้ข้อมูลดิจิตอลมีบิตเรต 16 Kบิตต่อวินาที หรือพูดอีกอย่างหนึ่งได้ว่า การบันทึกเสียง 1 วินาที ต้องใช้หน่วยความจำ 16 Kบิต ถ้าต้องการบันทึกยาวนานขึ้นก็ต้องใช้หน่วยความจำมากขึ้นเป็นทวีคูณ

ปัจจุบันมีการคิดค้นและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาทำหน้าที่บันทึก และถ่ายทอดเสียงแทนเทป ซึ่งให้ความสะดวกและคล่องตัวมากขึ้น ถึงแม้ว่าวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะบันทึกและถ่ายทอดเสียงได้ไม่มากเท่ากับเทป แต่เมื่อเทียบประโยชน์ในการใช้งานบางอย่างแล้วนับว่าคุ้มค่ามากกว่า ในที่นี้ เราเลือกใช้ไอซีสำเร็จรูปของโมโตโรลาเบอร์ MC3417 ซึ่งมีการแปลงสัญญาณโดยวิธี CVSD นี้ เนื่องจากเป็นไอซีที่สามารถหาได้ง่ายและรวมการเข้ารหัสและถอดรหัสไว้ในตัวเดียวกัน รายละเอียดโดยสมบูรณ์ของไอซีเบอร์ MC3417 สามารถศึกษาได้จากข้อมูลของไอซีเบอร์นี้ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรการทำงาน

หัวใจของวงจรส่วนนี้ได้แก่ MC3417 ซึ่งเป็นไอซีที่ใช้แปลงสัญญาณข้อมูลอนาลอกเป็นดิจิตอล และจากดิจิตอลเป็นอนาลอกแบบ CVSD ซึ่งจะให้เอาต์พุตหนึ่งบิตต่อการแซมปลิ้งหนึ่งครั้ง เพื่อให้ทำการรับส่งข้อมูลกับพีซีได้ จึงต้องมีวงจรซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากอนุกรมเป็นขนานและจากขนานเป็นอนุกรม โดยในการบันทึกสัญญาณอนุกรมจะผ่านไปสู่วงจรแปลงจากอนุกรมเป็นขนาน และในการเล่นกลับข้อมูลแบบขนานจากพีซีจะถูกแปลงเป็นอนุกรมเพื่อส่งให้กับไอซีตัวนี้

การทำงานของวงจรจะเริ่มจากเมื่อให้สัญญาณเสียงผ่านทางไมโครโฟน สัญญาณจะถูกกำหนดขนาดแบนด์วิดท์ของสัญญาณโดยวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน โดยจะให้มีค่าความถี่คัทออฟประมาณ 4 KHz เพื่อลดอัตราการแซมปลิ้งในการเข้ารหัสให้มีค่าต่ำ วงจรส่วนเข้ารหัสจะทำการเปลี่ยนสัญญาณที่ป้อนเข้าไปเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยใช้การเข้ารหัสแบบ CVSD (Contunuously Variable Slope Delta modulation-demodulation) สัญญาณดิจิตอลที่ได้จะถูกป้อนให้ วงจรส่วนเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ ทั้งหมดนี้เป็นการทำ งานในส่วนการบันทึกเสียง

ส่วนการทำงานในส่วนเล่นกลับ จะเป็นการนำสัญญาณดิจิตอลที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ผ่านส่วนเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เปลี่ยนเป็นสัญญาณเสียงออกที่ลำโพง โดยเริ่มจากข้อมูลที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ถูกส่งผ่านส่วนเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะถูกส่งเข้าไปในส่วนการถอดรหัสซึ่งใช้วิธีการเดียวกันกับการเข้ารหัสคือแบบ CVSD จะได้สัญญาณอนาลอกออกมาโดยผ่านวงจรกรองความถี่เพื่อลดสัญญาณรบกวนที่เกิดเนื่องจากการถอดรหัส แล้วผ่านวงจรขยายป้อนให้กับลำโพง ซึ่งจะได้สัญญาณเสียงเหมือนกับตอนที่ทำการบันทึก

Hardware สำหรับส่วนที่เกี่ยวกับสัญญาณเสียงแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. วงจรส่วนอนาลอก เป็นวงจรเกี่ยวกับการขยายสัญญาณเสียง, การกรองความถี่เสียง, และการแปลงสัญญาณเสียงซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล หรือการแปลงดิจิตอลเป็นอนาลอก

2. วงจรส่วนดิจิตอลเป็นวงจรเกี่ยวกับการสร้างสัญญาณคล็อกควบคุมระบบ และวงจรอินเตอร์เฟสกับเครื่องคอมพิวเตอร์

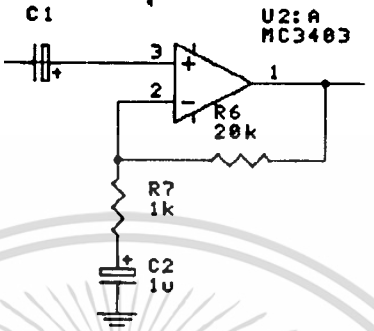
- รายละเอียดของวงจรในแต่ละส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจรกรองความถี่และขยายสัญญาณด้านส่วนอินพุต

- วงจรขยายสัญญาณด้านอินพุต

เนื่องจากแอมปลิจูดของสัญญาณเสียงในสายโทรศัพท์มีค่าสูงสุดไม่เกิน 2 Vpp ซึ่งมีค่าต่ำเมื่อต้องการป้อนสัญญาณเสียงเข้าวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ดังนั้นจึงมีวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier) เพื่อเพิ่มขนาดอินพุตให้มีค่าที่เหมาะสม รูปวงจรแสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรขยายสัญญาณด้านอินพุต

- วงจรกรองความถี่

เสียงมีค่าความถี่ประมาณ 50 Hz - 3.3 Khz ดังนั้นเพื่อลดทอนสัญญาณรบกวนอื่นๆที่ไม่ใช่ความถี่เสียงหรือยอมให้สัญญาณความถี่เสียงผ่านไปได้ จึงต้องมีวงจรกรองความถี่ ซึ่งแบ่งเป็นสองส่วน ดังนี้

1 ส่วนกรองความถี่เสียงสูงกว่า 50 Hz ผ่าน มีรูปวงจรดังแสดงดังรูปที่ 7

รูปที่ 2.7 แสดงวงจรส่วนกรองความถี่สูงกว่า 50 Hz ผ่าน

จากสมการ $f = 1/(2\pi RC)$ สมการที่ 2.1

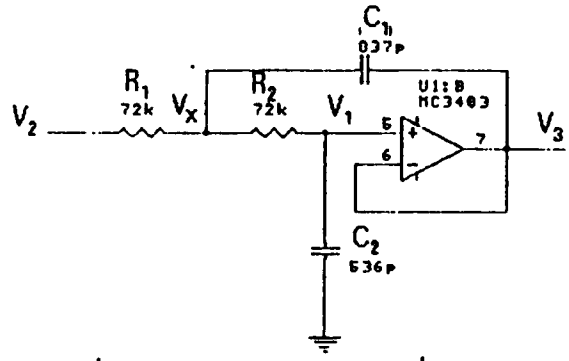
จากรูปแทนค่าในสมการ $f = 1 / 2\pi(3.3u)(1k) = 48.3$ Hz

นั่นคือวงจรนี้ให้ความถี่สูงกว่าความถี่ประมาณ 50 Hz ผ่านได้เป็นวงจรไฮพาสฟิลเตอร์

2 วงจรกรองความถี่สูงกว่า 3.3 Khz ผ่าน

เป็นวงจรกรองความถี่สัญญาณแบบอันดับ 2 ประกอบด้วยออปแอมป์ และวงจร RC ดังรูปที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงวงจรกรองความถี่ Low pass filter

พิจารณาโดยใช้การวิเคราะห์แบบโนดจะได้สมการดังนี้

$$\begin{bmatrix} 1/R1 + 1/R2 + sC1 & -1/R2 \\ 1/R2 & 1/R2 + sC1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vx \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} sC1 & 1/R1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V3 \\ V2 \end{bmatrix}$$ **สมการที่ 2.2**

จะได้ Feedback Tranfer Function

$$T_{FB} = \left.\frac{V_1}{V_3}\right|_{V_2=0} = \frac{s / R_2C_2}{s^2+s[(1/R_1C_1)+(1/R_2C_2)+(1+R_2C_1)]+(1+R_1R_2C_1C_2)}$$ **สมการที่ 2.3**

$V_3V_2 = 0$

Forward Transfer Function

$$T_{FF} = \left.\frac{V_1}{V_2}\right|_{V_3=0} = \frac{1 / R_1R_2C_1C_2}{s^2+s[(1/R_1C_1)+(1/R_2C_2)+(1/R_2C_1)]+(1/R_1R_2C_1C_2)}$$ **สมการที่ 2.4**

$V_3V_2 = 0$

ซึ่งจะได้ทรานเฟอฟังก์ชันของวงจรดังสมการ

$$Tv = \frac{kNff}{D-kNfb^2}$$ **สมการที่ 2.5**

เมื่อ Nfb , Nff คือเศษของ Tfb , Tff ตามลำดับ

D คือส่วนของทั้ง Tfb และ Tff

k คืออัตราการขยายมีค่าประมาณ 1+(R2/R1) ในที่นี้ เท่ากับ 1

ดังนั้นจะได้ว่า

$$T_V = \frac{k / R_1R_2C_1C_2}{s^2+s[(1/R_1C_1)+(1/R_2C_2)+(1/R_2C_1)]+(1/R_1R_2C_1C_2)}$$ **สมการที่ 2.6**

จากฟังก์ชันของอัตราขยายแรงดันอันดับ 2 ของวงจรกรองความถี่ Low pass

$$\frac{Vo}{Vin} = \frac{W_p^2}{s^2+(Wp/Qp)s+Wp^2}$$ **สมการที่ 2.7**

ซึ่งความถี่ cut off มีค่าเท่ากับความถี่ โพล

$$W^2 = W_p^2 = 1 / R_1R_2C_1C_2$$ **สมการที่ 2.8**

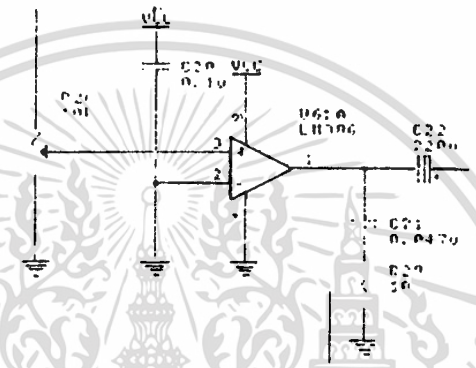
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าเท่ากับ $1/2\pi(72k)(72k)(837pF)(536pF) = 3.3$ kHz

- วงจรกรองความถี่และวงจรขยายสัญญาณส่วนเอาท์พุท

- วงจรขยายส่วนเอาท์พุท

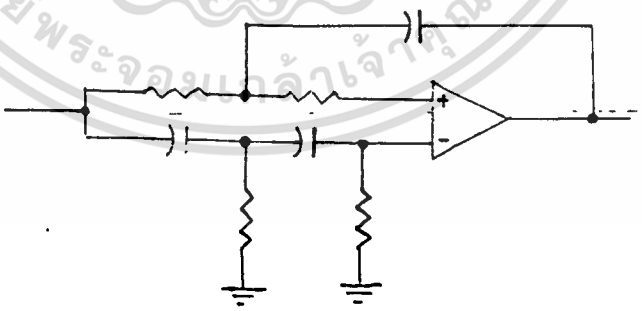
ใช้วงจร power amplifier ซึ่งทำให้สัญญาณเสียงที่ถูกแปลงกลับจากดิจิตอลมาเป็นอนาลอกถูกขยายขึ้น เพื่อนำกลับออกไปทางคู่สายโทรศัพท์หรือให้ออกทางลำโพงก็ได้ รูปวงจรแสดงได้ดังรูปที่ 9



รูปที่ 2.9 แสดงวงจรขยายส่วนสัญญาณส่วนเอาท์พุต

จากรูปใช้ IC LM386 เป็น Low Voltage Audio Power Amp. มีเกนเท่ากับ 20

- วงจรกรองความถี่ส่วนเอาท์พุท



รูปที่ 2.10 แสดงวงจรกรองความถี่ส่วนเอาท์พุต

วงจรข้างต้น จะทำการกรองสัญญาณที่ออกจากขา 7 ของ MC3417 ซึ่งมีสัญญาณเป็นแบบสามเหลี่ยมให้มีความเรียบขึ้น จากนั้นสัญญาณเสียงที่ได้จะถูกกรองอีกครั้งด้วยวงจรกรองความถี่สัญญาณแบนด์พาส เพื่อให้สัญญาณมีความถี่อยู่ในช่วง 50Hz ถึง 3.3 kHz รายละเอียดของวงจรเหมือนกับภาคอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-วงจรเข้ารหัสและถอดรหัสดิจิตอลด้านอินพุตและเอาท์พุต

ใช้การเข้ารหัสและถอดรหัสแบบ CVSD โดยใช้ IC เบอร์ MC 3417 CVSD MOD&DEMOD สำหรับการทำงานในวงจรเราจะใช้สัญญาณ Clock 16 Khz เป็นความถี่ Sampling สำหรับการเข้าและถอดรหัส ขา 15 เป็นขาที่เลือกระหว่างการเข้าหรือถอดรหัส (Encode / Decode) สำหรับการแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล ขานี้จะถูกป้อนด้วย Vcc เป็นการกำหนดให้ IC ทำการเข้ารหัส ส่วนการแปลงดิจิตอลเป็นอนาลอกจะถูกต่อลงกราวด์เป็นการกำหนดให้ IC ทำการถอดรหัส ขา 9 และ 13 เป็นขาสัญญาณดิจิตอล เอาท์พุทและอินพุทตามลำดับ ตามรูปที่ 11 และ 12 ซึ่งเป็นวงจรเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณดิจิตอลด้าน อินพุทและเอ้าท์พุท

- วงจรอินเตอร์เฟสและวงจรดิจิตอลสร้างสัญญาณ Clock

- วงจรสร้างสัญญาณ Clock

ในระบบจะต้องมีสัญญาณ Clock เพื่อใช้สำหรับการสร้างสัญญาณอินเทอร์รัพท์ และป้อนให้กับวงจรแปลงสัญญาณ A/D , D/A รวมทั้งใช้ในการแปลงข้อมูลแบบอนุกรมให้เป็นแบบขนาน หรือข้อมูลแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรม

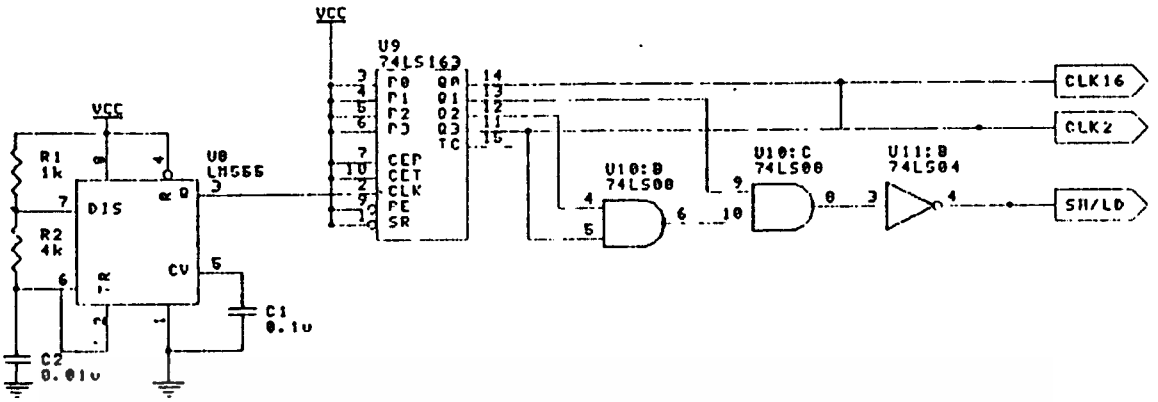
สัญญาณ Clock พื้นฐาน

1. Clock หลักของระบบ 2 kHz สำหรับการสร้างสัญญาณอินเทอร์รัพท์ เพื่อให้มีการอินเทอร์รัพท์ทุกๆ 500 uS เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับการแปลงจากอนุกรมเป็นขนานแล้ว (1 Byte ในทุกๆ 500 uS) เข้าไปใน PC

2. Clock 16 kHz สำหรับการแปลงสัญญาณ (D/A , A/D) โดยป้อนให้กับ MC3417 และแปลงข้อมูลแบบอนุกรมเป็นแบบขนาน โดยป้อนให้กับ IC 74LS164 8-bit parallel out serial shift register

3. Clock shift/load ใช้สำหรับการแปลงข้อมูล parallel ให้เป็น series โดยป้อนให้กับ IC 74 LS166 (parallel - load 8 - bit shift register)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงวงจรสร้างสัญญาณ Clock

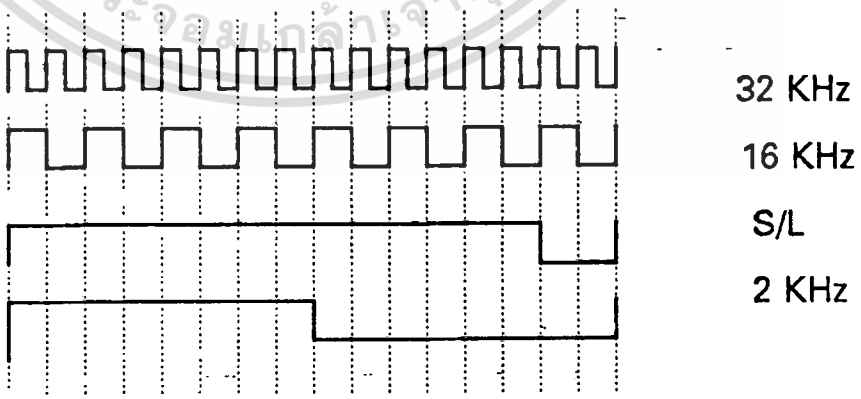
สัญญาณ Clock ที่ใช้สร้างโดย IC Timer 555 โดยมีความถี่ประมาณ 32 kHz

คำนวณได้จากสูตร $f = \frac{1.443}{(R_1+2R_2)*C_2}$ Hz สมการที่ 2.9

(R_1 = 1k , R_2 = 4k , C_2 =0.01uF)

นำมาหาร 2 และ 16 โดยใช้ 74LS163 synchronous 4-bit counter ได้ความถี่ 16kHz และ 2 kHz ตามลำดับ

สำหรับ Diagram เวลาของสัญญาณ Clock ในระบบแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.12 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจรอินเตอร์เฟส

- วงจร decode address สำหรับ port I/O

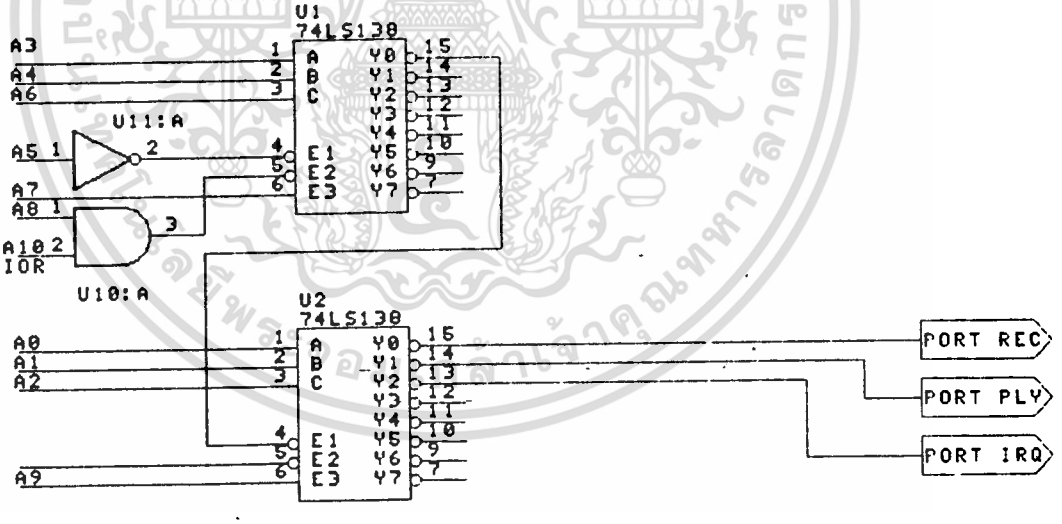
ใช้เทคนิคในการดีโค้ดแบบ Fixed ซึ่งเป็นวิธีการดีโค้ดที่ง่ายและสะดวกในการดีโค้ดแอดเดรส หรือกลุ่มของแอดเดรสของพอร์ท I/O ซึ่งวิธีนี้เป็นการกำหนดจำนวนของแอดเดรสที่ต้องการใช้ จากนั้นจึงทำการเลือกบล็อกของแอดเดรสที่ยังไม่ถูกใช้งานโดยคาร์ดหรือวงจรอินเตอร์เฟสอื่นๆ (บล็อกของแอดเดรสที่เลือกต้องมีจำนวนแอดเดรสเพียงพอกับที่ต้องการใช้งาน) แล้วจึงออกแบบวงจรที่ทำการดีโค้ดแอดเดรสที่ต้องการ

port ที่ต้องการ ได้แก่

1 port REC ใช้สำหรับการบันทึกข้อมูลลง harddisk ใน PC ใช้ port 2A0

2 port PLAY ใช้สำหรับนำข้อมูลจาก harddisk ออกมาทางคู่สายโทรศัพท์หรือลำโพง ใช้ port 2A1

3. port set_IRQ ใช้สำหรับสร้างสัญญาณอินเทอร์รัพท์ในการบันทึกหรือแสดงข้อมูล ใช้ port 2A2



รูปที่ 2.13 แสดงวงจรดีโค้ดพอร์ท

- วงจร interface data in

เป็นวงจรนำข้อมูลเสียงที่แปลงเป็นดิจิตอลแบบอนุกรม 8 บิต จาก MC3417 ผ่าน IC 74LS164 เปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบขนาน ใช้อัตราการเลื่อนข้อมูลเป็น Clock 16 kHz ส่งเข้าขาดาต้าของสล็อตในพีซี (D0-D7) โดย IC 74LS373 (octal D-type transparent latch) รูปวงจรแสดงดังรูปที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

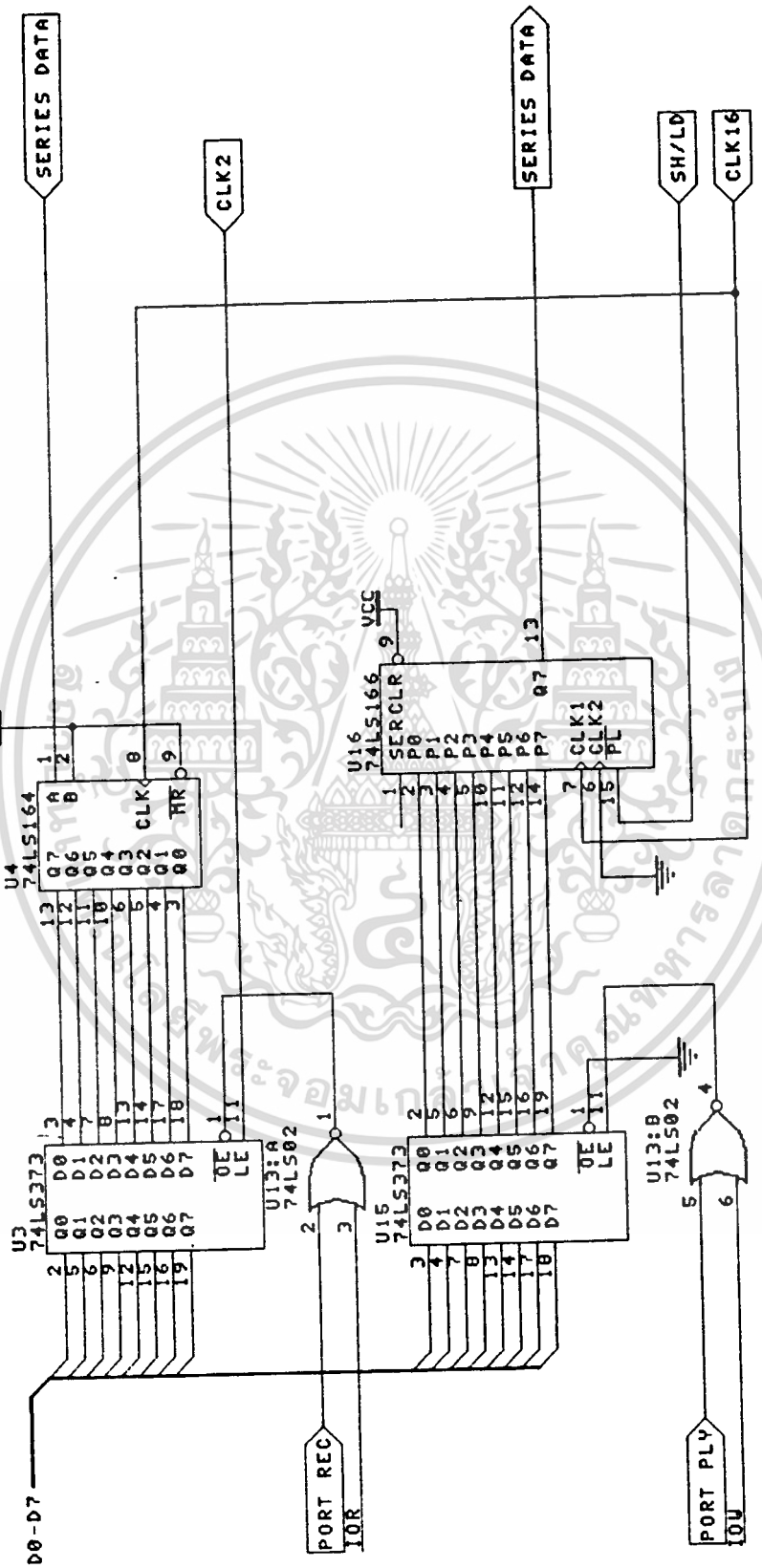
- วงจรสร้างสัญญาณอินเทอร์รัพท์

การสร้างสัญญาณอินเทอร์รัพท์จะใช้ซอฟแวร์ควบคุมโดยจะส่งข้อมูล 00H มาควบคุม IC 74 LS125 (Bus buffer) ผ่านทาง IC 74LS374 (Edge - triggered flip-flops) ใช้ส่งผ่านสัญญาณ Clock 2 kHz ที่เกิดจาก IC 74LS74 เพื่อส่งออกไปเป็นสัญญาณอินเทอร์รัพท์ แล้วใช้โปรแกรมควบคุมการรีเซท สัญญาณอินเทอร์รัพท์ที่ IC 74LS74 ดังแสดงในรูปที่ 17 สัญญาณอินเทอร์รัพท์ที่สร้างขึ้นกำหนดใช้เป็น IRQ5

- วงจร interface data out

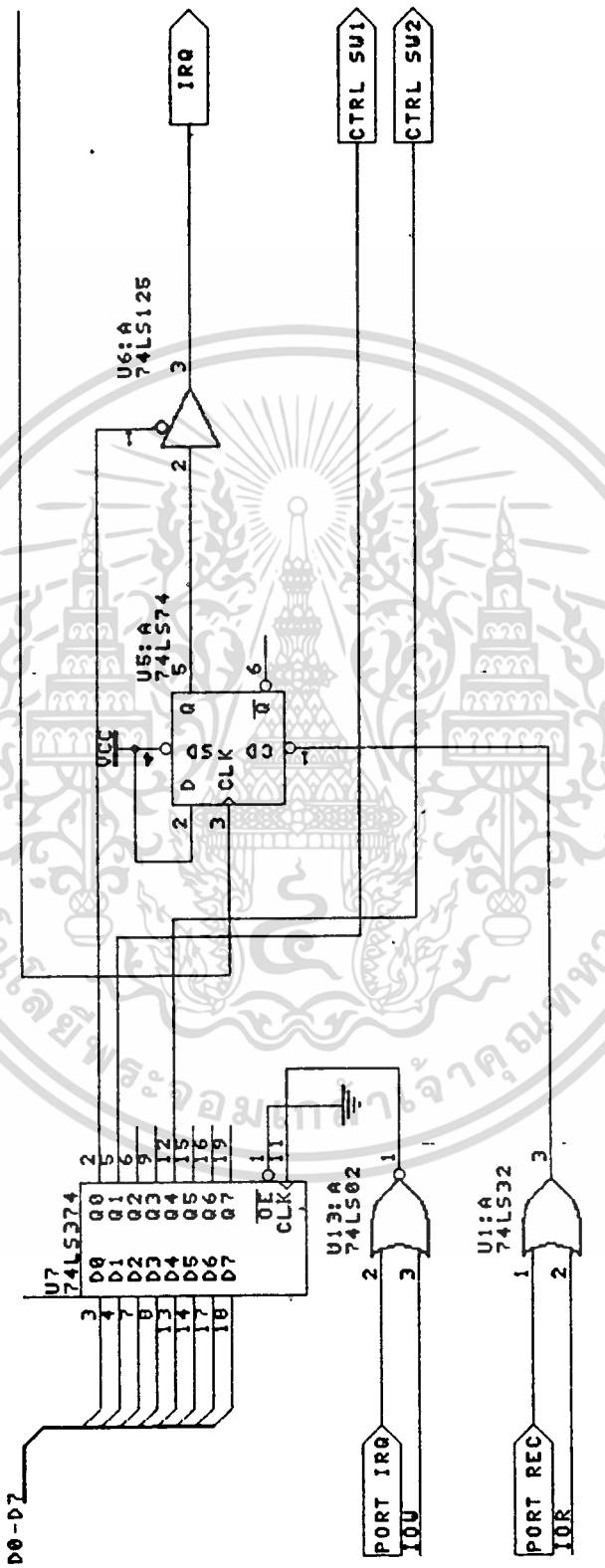
เป็นวงจรนำข้อมูลเสียงที่เก็บไว้เป็นไฟล์ ออกมาโดยผ่านทาง IC 74LS373 แล้วแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นอนุกรม โดยใช้ IC 74LS166 และใช้สัญญาณ shift/load เป็นสัญญาณ Clock สำหรับการนำข้อมูลออกจากพีซีในแต่ละครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



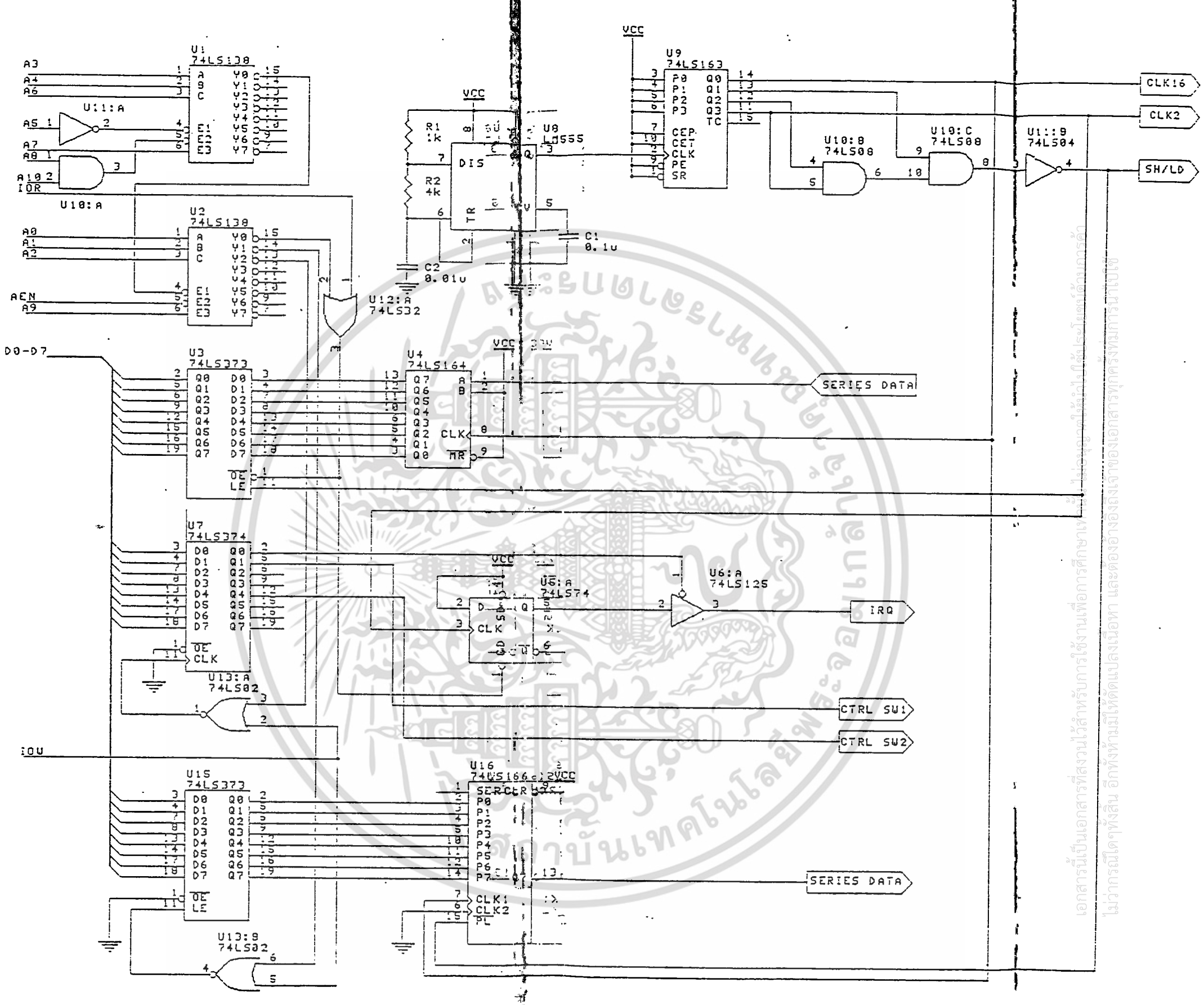
รูปที่ 2.14 แสดงวงจรอ่านอินพุตและเอาต์พุตของสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงวงจรการสร้างสัญญาณอินเทอร์รัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงวงจรดิจิตอลส่วนอินพุตและเอาต์พุต

กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปแล้วกระแสไฟฟ้าสลับจะมีค่าประมาณ 75 -80 โวลท์ ความถี่ 18 - 25 Hz

หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์ มี 2 แบบ คือ

- แบบหมุน (Rotary Dial)
- แบบกดปุ่ม (Push Button) ในโครงงานนี้เราจะใช้กับโทรศัพท์ประเภทนี้ได้เท่านั้น โดยหน้าปัดแบบนี้ ใช้กรรมวิธีของ Dual Tone Multifrequency (DTMF) ในการเลือกฟังก์ชันในการติดต่อกับ voice mail box โดยทั่วไปจะมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 แถว และ 3 คอลัมน์ และ เครื่องโทรศัพท์แบบมี 16 ปุ่ม โดยเพิ่มคอลัมน์ ดังตาราง

	High Group Frequency (Hz)				
	1209	1336	1417	1633	
697	1	2	3	A	R_1
770	4	5	6	B	R_2
852	7	8	9	C	R_3
941	*	0	#	D	R_4
	C_1	C_2	C_3	C_4	

รูปที่ 2.18 ตารางแสดงความถี่ผสมที่ใช้ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

ความถี่ที่ใช้ในแต่ละแถวและคอลัมน์ จะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ของทั้ง 4 แถว เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่ต่ำ (Low Group Freauency) และความถี่ทั้ง 4 คอลัมน์เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง (High Group Frenquency) การกดที่หมายเลขใด ๆ จะทำให้วงจรอิเลคทรอนิคส์ภายในเครื่องโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่ เช่น กดเลข 5 ความถี่ที่ผลิตออกมาคือ 77 Hz และ 1336 Hz เป็นต้น

- มาตรฐานความถี่ ที่ใช้กันและตำแหน่งเลขหมายต่าง ๆ จะถูกจัดไว้ให้มีลักษณะ ดังรูป สำหรับความผิดพลาดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้จะเป็น 1.5 เปอร์เซนต์ สำหรับการผลิตความถี่ และ 2.5 เปอร์เซนต์ สำหรับการรับหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ Telephone ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญคือ เครื่องส่ง (Transmitter) , เครื่องรับ (Receiver) , กระดิ่ง (ringer), Hook Switch และหน้าปัดสำหรับหมุน หรือ กดหมายเลข (Dial) สำหรับเครื่องส่ง และ เครื่องรับรวมเรียกว่า ปากพูดหูฟัง (Handset) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานเสียงที่เกิดจากการพูดให้เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับให้กลับเป็นพลังงานเสียงอีกครั้งหนึ่ง โดยเราจะใช้ Transmitter เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานเสียงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และใช้ receiver เป็นตัวเปลี่ยนพลังงาน ไฟฟ้าที่ได้รับให้กลับมาเป็นพลังงานเสียงอีกครั้งหนึ่ง

หลักการทำงานมีดังนี้

เมื่อมีคลื่นเสียงกระทบกับแผ่น Diaphragm จะทำให้แผ่น diaphragm สั่นไปมาพลังงานเสียงก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ในตำแหน่งที่แผ่น (Diaohramq) ถูกอัดจะทำให้ Electrode แผ่นหน้าเคลื่อนที่เข้าเป็นผลทำให้ผงถ่าน (carbongranule) ถูกอัดถูกติดกันมากยิ่งขึ้น การอัดตัวของผงถ่านนี้จะทำให้ความต้านทานระหว่าง แผ่น electrode ทั้งสองมีค่าลดลง ในทางตรงกันข้าม เมื่อแผ่น Diaphragm เคลื่อนที่ออกก็จะเป็นผลทำให้ Electrode แผ่นหน้าเคลื่อนที่ออกด้วย จึงทำให้ความต้านทางของ Transmitter เพิ่มขึ้น

หลักการของ Receiver คือ มีขดลวดพันอยู่ที่ขั้วทั้งสองของแม่เหล็กถาวรที่ต่อกันแบบอนุกรม แต่ขดลวดจะพันกลับทิศทางกัน แม่เหล็กถาวรนี้จะมีอำนาจแม่เหล็กดึงดูดแผ่น Diapham เข้ามาเมื่อมีกระแสไฟสลับ (Speech Current) ไหลผ่านขดลวดก็จะมีผลทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งอาจจะไปเสริมหรือต้านเส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร แผ่น diaphragm ก็จะเคลื่อนที่เข้าหรือ ออกตามขนาด และความถี่ของ Speech Current ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดคลื่นเสียงที่มีขนาด และความถี่เท่ากับ Speech Current ที่ไหลเข้ามาในวงจร คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นย่อมมีการสูญเสียไปบ้าง เนื่องจากมีการเปลี่ยนรูปพลังงาน ดังนั้นเอาท์พุตของเคลื่อนเสียงจะนอ้ยกว่าอินพุตของพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับที่ Receiver

กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ (Ringer) เมื่อมีการเรียกเข้า กระดิ่งที่เครื่องรับโทรศัพท์ของผู้เรียกจะดังขึ้น ซึ่งจะหมายถึง ชุมสายโทรศัพท์ได้ทำการสงกระแสไฟฟ้าสลับ (Ringing Voltage) มาบ้อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสัญญาณต่าง ๆ ของโทรศัพท์

สัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบโทรศัพท์ ประกอบด้วย

1 สัญญาณเรียก (Ringing Tone) เป็นสัญญาณที่ใช้ในการบอกแก่ผู้ที่อยู่ปลายทางว่าขณะนี้มีผู้ต้องการจะติดต่อด้วยทำการเรียกเข้ามายังโทรศัพท์เครื่องนั้นสัญญาณนี้จะเป็นสัญญาณไฟสลับ (AC) ที่มีขนาดประมาณ 48 โวลท์ และความถี่ 50 เฮิร์ทโดยจะดัง 1 วินาที และดับ 3 วินาทีสลับกันไป จนกว่าจะมีผู้รับสายหรือครบตามเวลาที่กำหนด

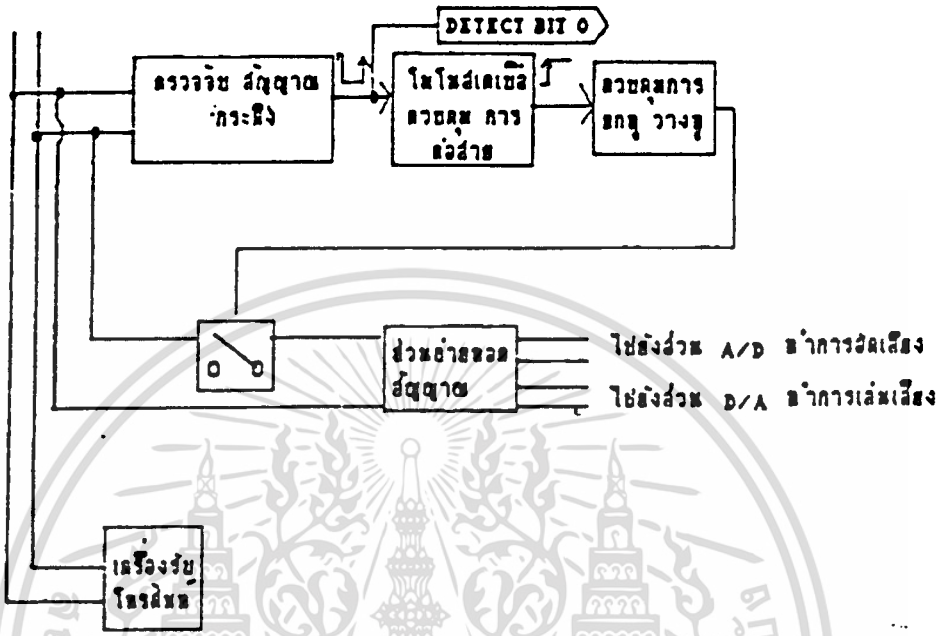
2.สัญญาณให้หมุน (Dial tone) เป็นสัญญาณที่บอกแก่ผู้เรียกเมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์เพื่อจะติดต่อไปยังคู่สายปลายทาง ให้หมุนหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อนั้นได้ โดยจะเป็นสัญญาณไฟสลับขนาด 5 โวลท์ความถี่ 400 เฮิร์ท

3.สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณที่ใช้บอกแก่ผู้เรียกหลังจากที่ผู้เรียกได้ทำการหมุนหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อนั้นเรียบร้อยแล้ว ว่าขณะนี้คู่สายปลายทางที่ต้องการติดต่อด้วยกำลังใช้งานอยู่ จึงไม่สามารถตัดต่อคู่สายให้ได้ โดยจะเป็นสัญญาณไฟสลับขนาด 5 โวลท์ ความถี่ 400 เฮิร์ท ดัง 0.5 วินาทีสลับกันไป

4.สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) สัญญาณนี้จะเกิดขึ้นในลำดับเดียวกับสัญญาณไม่ว่าง แต่จะเป็นการแจ้งให้ผู้เรียกทราบว่าสามารถติดต่อกับคู่สายปลายทางได้ และรอให้ผู้ที่อยู่ปลายทางทำการตอบรับสัญญาณเรียกนั้นอยู่ โดยจะเป็นสัญญาณไฟสลับขนาด 5 โวลท์ ความถี่ 400 เฮิร์ท ดัง 1 วินาที และดับ 3 วินาทีเช่นเดียวกับสัญญาณเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบส่วนตรวจจับกริ่งโทรศัพท์



รูปที่ 2.19 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนตรวจจับกริ่งโทรศัพท์

ระบบรับฝากข้อความทางโทรศัพท์อัตโนมัติ (เฉพาะส่วนที่ติดต่อกับเครื่อง com ซึ่งจะเป็นส่วนตรวจจับสัญญาณกริ่ง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

1 ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

2 ส่วนโมโนสเตเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เป็นส่วนที่ใช้สำหรับตรวจจับสัญญาณกระดิ่งที่มาตามสาย ในขณะที่มีผู้โทรเข้ามา อาศัยหลักพื้นฐานของสัญญาณโทรศัพท์ คือ ในขณะที่สายว่าง คู่สายโทรศัพท์จะมีแรงดันประมาณ 48 โวลต์ ซึ่งจ่ายมาจากชุมสายโทรศัพท์ และเมื่อมีผู้เรียกเลขหมายเข้ามาทางชุมสายจะจ่ายสัญญาณกระดิ่งมาเป็นแรงดันกระแสสลับที่มีแรงดันประมาณ 100 Vp-p ส่วนตรวจจับสัญญาณจะให้พัลส์ออกมาเมื่อมีกระดิ่งดังเข้ามา

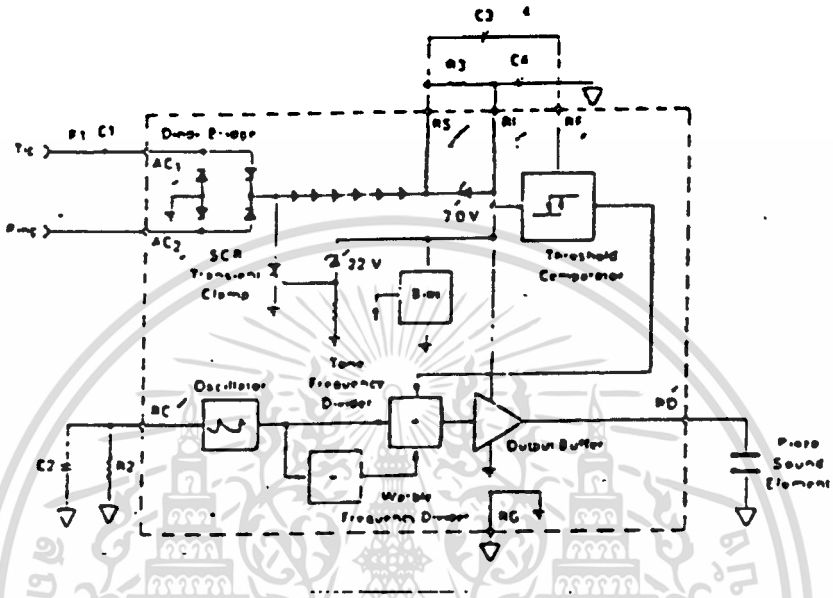
1.1 หลักการทำงานของ IC MC34012

สัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ซึ่งมีลักษณะเป็นสัญญาณไฟฟ้าสลับขนาด 100 โวลท์จะถูกนำมาผ่านวงจรเรียกว่า (Full Wave Diode Bridge) ทางขา AC1 และ AC2 ของ IC MC34012 (Telephone Tone Ringing) โดยมี R_1 ทำหน้าที่ควบคุมอินพุทอิมพีแดนซ์และจำกัดกระแสทรานเซียนต์จากสายโทรศัพท์ และ C_1 ทำหน้าที่ควบคุมอินพุตอิมพีแดนซ์ที่มีความถี่ต่ำ IC นี้ ได้ไฟเลี้ยงมาจากการเรคติไฟร์สัญญาณ AC ที่ป้อนเข้ามาทาง AC1 และ AC2 และจะทำให้ไฟนี้ไปทำให้วงจร Tone Generator (อยู่ภายใน IC) ซึ่งประกอบด้วยวงจร Relaxation Oscillator วงจรหารความถี่ (tone Frequency Devider) ทำงานและวงจร Relaxation Time จะทำให้กำเนิดความถี่ f_o ที่ถูกกำหนดโดย R_2 และ C_2 ที่ต่อเข้าที่ขา R_2 โดย f_o จะมีค่าตั้งแต่ 1.0 KH_z ถึง 10 KHz ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้อุปกรณ์ ในที่นี้ f_o มีค่า 4 KHz และทำให้มีสัญญาณเอาท์พุทที่ขา tone Ringer Output (R_o) มีขนาด $f_o/4$ ถึง $f_o/5$ Hz (ประมาณ 800 - 1000 H_z) 20 V

สำหรับความต้านทาน R_3 ในวงจรจะเป็นตัวกำหนดตัวแอมปลิจูดของสัญญาณ ringing ซึ่งเป็นสัญญาณเอาท์พุทออกที่ R_o โดยจะเริ่มจากสัญญาณที่เรคติไฟร์จากบริดจ์ไดโอดที่ขา AC_1 และ AC_2 จะทำให้เกิดค่ากระแสค่าหนึ่งที่ไหลผ่าน R_3 จะถูกกรองโดย C_3 ณ จุดอินพุทที่เข้าสู่วงจร Threshold เมื่อโวลเตจที่ตกคร่อม C_3 มีค่าเกิน 1 7 โวลท์ จะทำให้ (Threshol comparator) อีนาเบิลสัญญาณ Tone Ringing ออกมา (คา Line Transient ที่เกิดจากการหมุนโทรศัพท์ที่ชาร์จ C_3 จะยังมีค่าไม่มากพอที่ทำให้เกิดสัญญาณ Tone Gen ออกมา) ส่วน C_4 จะทำหน้าที่กรองไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้วงจร Tone Genertor สัญญาณเอาท์พุทที่ขา R_o จะถูกเรียงทิศกระแสโดยไดโอดบริดจ์แล้วส่งสัญญาณให้ออปโตคัปเปลอร์ (Opto Coupler). เปลี่ยนเป็นสถานะของลอจิกส่งให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทราบโดยถ้ามีสัญญาณเรียกจะให้ค่าทางสถานะลอจิกเป็น "1" แต่ถ้าไม่มีสัญญาณเรียกจะส่งสถานะลอจิก "0" ออกไป



รูปที่ 2.20 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในไอซี MC34012

1.2 หลักการทำงานของ OPTOCOUPLE

การนำเอาออปโต้คัปเปลอร์เข้ามาใช้วงจร ก็เพื่อจุดประสงค์ในการแยกส่วนของแรงดันไฟสูงที่เกิดจากสายโทรศัพท์ซึ่งมีค่าประมาณ 200 V_{ac} ในขณะที่มีสัญญาณกริ่งดังเข้ามาให้เชื่อมต่อกับวงจรที่มีระดับไฟเลี้ยงขนาด 5 V_{dc} ซึ่งตัวออปโต้คัปเปลอร์นี้จะมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องนำมาใช้ในงานเพื่อให้วงจรที่มีระดับแรงดันต่างกันมาก สามารถทำงานร่วมกันได้ ในส่วนของวงจรนี้ใช้ ออปโต้คัปเปลอร์ เบอร์ 4N25

สำหรับรายละเอียดของ 4N25 เป็นดังนี้

- วงจรมีโครงสร้างคล้ายกับ TTL มาตรฐาน
- ใช้ GaAS ไดโอดซึ่งปล่องแสดงอินฟาเรดไปยัง silicon NPN Phototransister
- การแปลง (Transfer) ของไฟกระแสตรงที่มีค่าสูง

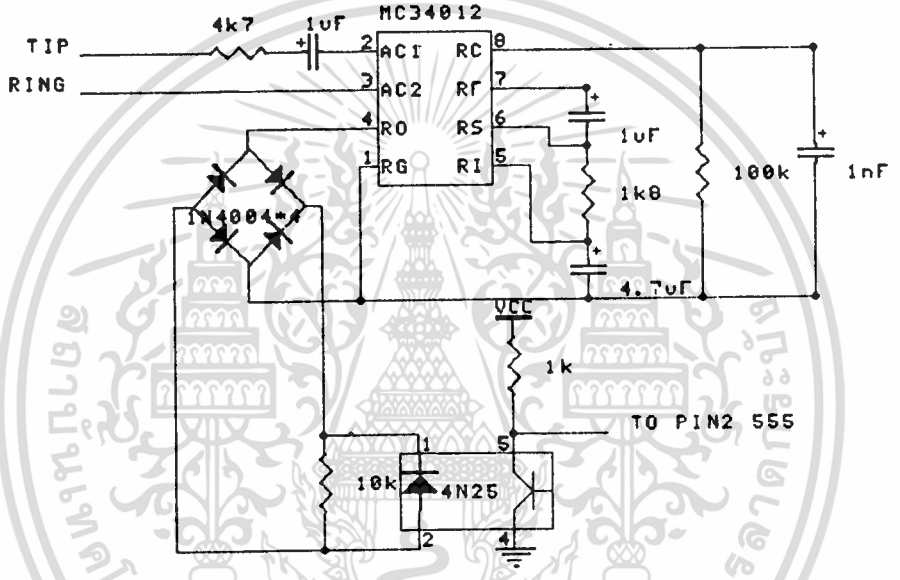
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถแยกวงจรที่มีระดับความดันที่ต่างกันได้ถึง + 25 KV
- ความเร็วในการสวิทช์ชิงค์สูง โดยมีค่า

Rise time (t_r) = 2 uSec

Fall time (t_f) = 2 uSec

1.3 วงจร DETECT RINGING



รูปที่ 2.21 แสดงวงจร detect ringing

- สัญญาณโทรศัพท์จะเข้าที่ขา 2 และ 3 เพื่อเป็นการเปลี่ยนสัญญาณที่ได้มาเป็นสัญญาณระดับต่ำ โดย IC MC34012

- เอาท์พุต จะเป็นสัญญาณระดับต่ำ โดยจะอยู่ที่ขา 1 และ 4 ซึ่งจะออกมาเป็นรูป PLUS โดยมีขนาด 20 โวลท์ 1000 เฮิร์ซ เรียกว่าสัญญาณ TONE RINGER และนำสัญญาณนี้ไปให้ แก่ OPTO-COUPLE 4N25 ซึ่งจะรับสัญญาณจาก MC34012 แล้วทำให้เปิดสวิสต์ของ Transister ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กระแสไหล เกิดสัญญาณลอจิกขนาด "1" เมื่อมีสัญญาณมาและเป็น "0" เมื่อไม่มีสัญญาณจาก MC 34012 แล้วส่ง OUTPUT ไปยังส่วน MONO-STABLE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โมโนสเตเบิล

เป็นส่วนที่จะให้พัลส์ 1 ลูกต่อสัญญาณกระดิ่ง 1 ครั้ง เป็นสัญญาณให้แก่ส่วนควบคุมการยกหู / วางหู

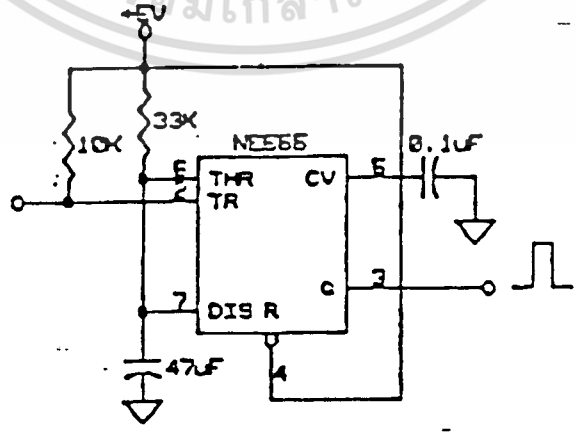
2.1 การทำงานของ IC NE555

เป็นวงจรที่เชื่อมกับโฟโต้ทรานซิสเตอร์ เพื่อทดสอบสัญญาณกริ่งของโทรศัพท์ที่โทรเข้ามาสัญญาณกริ่ง 1 ครั้งจะทำให้วงจรโมโนสเตเบิ้ล สร้างสัญญานทริก (Trig) 1 ครั้ง ตามจังหวะของเสียงกริ่ง สำหรับวงจรโมโนสเตเบิ้ลของโครงงานนี้ใช้ IC NE 555

รายละเอียดของ NE 555

- เป็น IC ที่มีการผลิต time delay และ ออสซิลเลเตอร์ได้ค่อนข้างจะถูกต้องโดยในส่วน ของ time delay จะใช้ร่วมกับอุปกรณ์ 2 ตัวคือ ความต้านทานและ ตัวเก็บประจุ เพื่อทำการกำหนดค่า time delay เท่านั้น
- ปรับค่า duty cycle ได้
- เอาท์พุตขา 3 เป็นได้ทั้งจ่ายกระแส และดึงกระแสประมาณ 200mA
- เอาท์พุตและไฟเลี้ยงมีระดับแรงดันเท่ากับ TTL มาตรฐาน

2.2 ตัวอย่างวงจรที่ใช้ IC NE555



รูปที่ 2.22 แสดงวงจรโมโนสเตเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปวงจร สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ค่าของความต้านทานที่ขา Dis และ ตัวเก็บประจุที่ขา THR เป็นตัวกำหนดความกว้างของพัลส์ (Pulse) โดยมีค่า

$t = 1.1Rc$

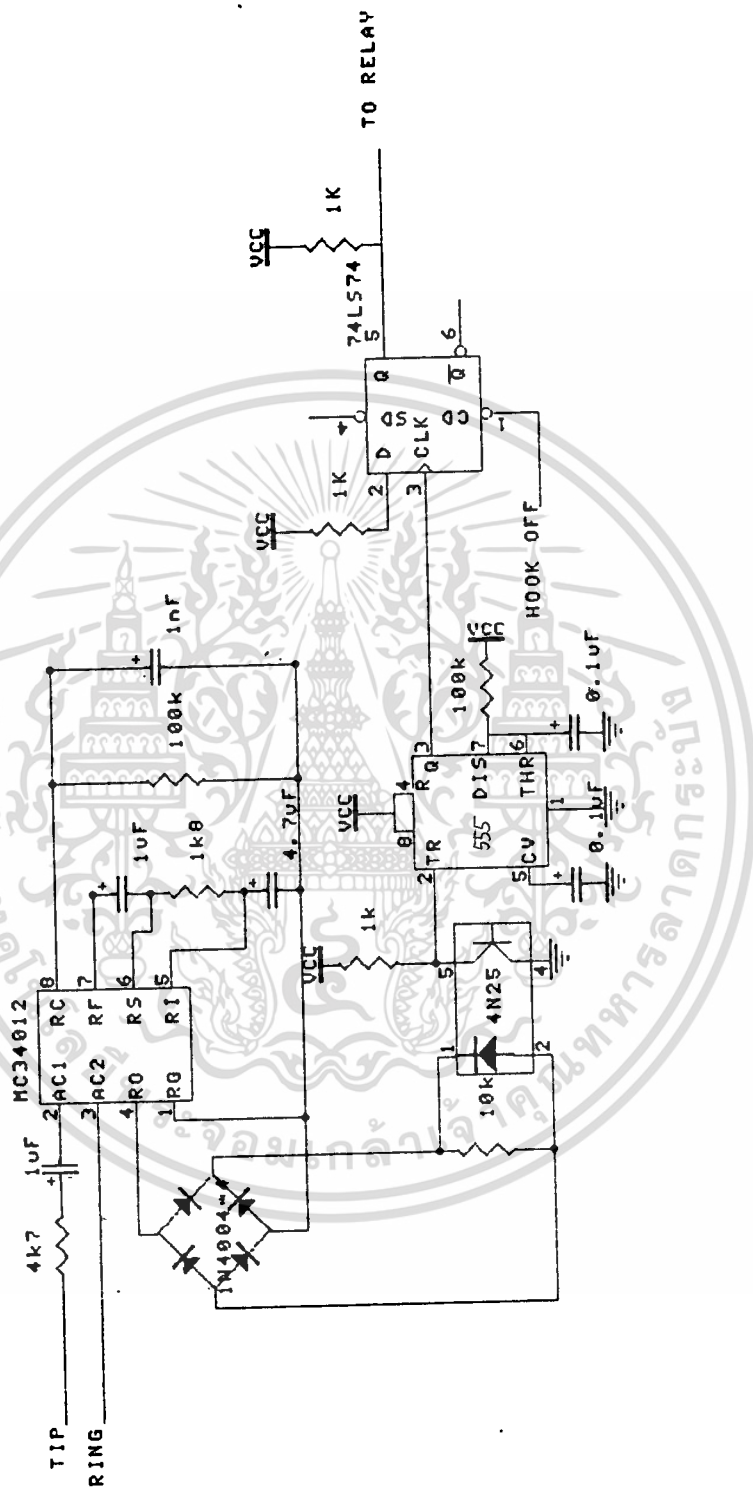
t ในวงจร ~1 sec

- ขารีเซ็ต(Reset) ทำหน้าที่รีเซ็ทไอซี NE555 ให้อยู่ในสภาพที่ทำงานในที่นี้ถูกต่อกับระดับแรงดันไฟ 5 โวลท์

- ขาทริกเกอร์ (Trigger) ทำหน้าที่รอรับสัญญาณทริกโดยจะทริกที่ขอบสัญญาณขาลง (Tailing edge) เท่านั้น

- OUTPUT เป็นสัญญาณพัลส์ 1 ลูกส่งต่อไปยัง D-FF เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมการยกและวางหู และนำไปใช้ในโปรแกรม COMPUTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงวงจรรวมที่ใช้งานในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนตรวจจับสัญญาณทางโทรศัพท์

สัญญาณโทรศัพท์ประกอบด้วย

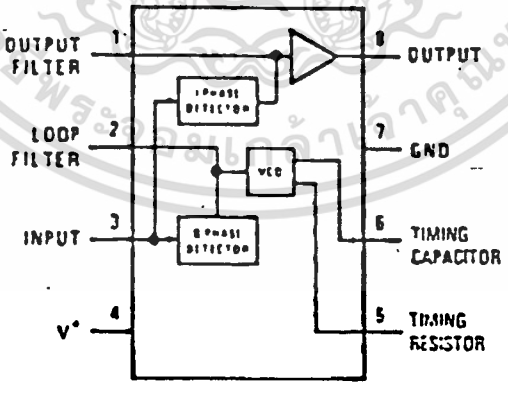
- สัญญาณให้หมุน (Dial Tone)
- สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)
- สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

ซึ่งสัญญาณเหลานี้เป็นสัญญาณที่มีความถี่ 400 H_zเท่ากันหมดแต่จะต่างกันที่ช่วงเวลาในการปรากฏความถี่ 400 H_z นี้เท่านั้น ดังนั้นการตรวจสอบสัญญาณทางโทรศัพท์ต่าง ๆ จึงใช้ IC LM567 ซึ่งเป็น Tone Decoder

1.ส่วนจับสัญญาณ

1.1 ส่วนประกอบของ IC LM567

เป็นวงจร Phase lock loop คือเป็นไอซีที่ให้สัญญาณ OUTPUT เป็น LOW ออกมาเมื่อความถี่ INPUT มีค่าเท่ากับความถี่ศูนย์กลาง (f_o) โดยสามารถตั้งความถี่ศูนย์กลาง และ Bandwidth เราสามารถตรวจจับความถี่ได้ตั้งแต่ 0.01 Hz - 500 kHz โดยมี Diagram ดังรูป



รูปที่ 2.24 แสดงไดอะแกรมไอซี LM 567

รายละเอียดและหน้าที่ของแต่ละขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- OUTPUT FILTER เป็นขาที่ใช้ใส่ C เพื่อเป็นตัวกรองสัญญาณที่จะส่งออกไปโดยค่า C จะกำหนดได้ดังนี้

$$C_3 = 2C$$

โดย C_3 = ค่า C ที่ขา 1

C_2 = ค่า C ที่ขา 2

- LOOP FILTER เป็นขาที่ใช้ใส่ C เพื่อเป็นตัวกรองสัญญาณที่จะรับเข้ามาโดยค่า C จะกำหนดได้ดังนี้

$$C_2 = n/f_o$$

ซึ่ง $1,300 < n < 62,000$

f_o = ค่าความถี่ศูนย์กลาง

- INPUT เป็นขาซึ่งใช้สัญญาณความถี่เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับความถี่ศูนย์กลาง

- V^+ ไฟเลี้ยงบวก มีค่าได้ดังนี้

$$4.75 < V^+ < 9$$

-TIMING REGISTER เป็นขาที่ใช้กำหนดความถี่ศูนย์กลางรวมกับขา TIMING CAPACITOR หรือขา 6

- TIMING CAPACITOR เป็นขาที่ใช้กำหนดความถี่ศูนย์กลาง โดยจะกำหนดค่าได้ดังนี้

$$f_o = 1/1.1(R_1C_1)$$

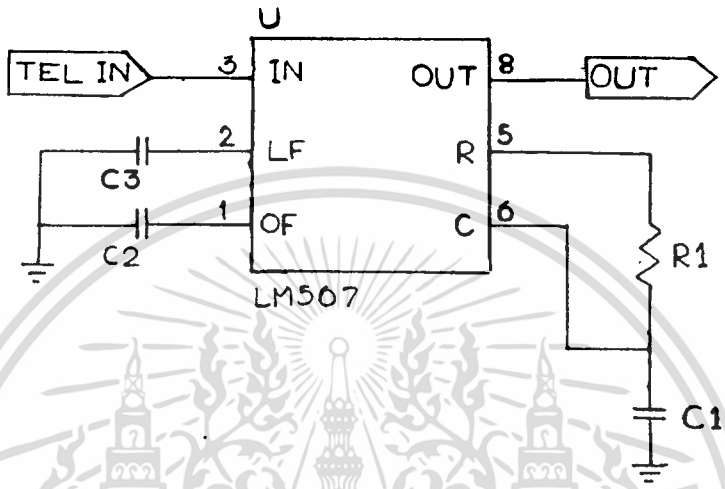
- GND ขา Ground ของ IC

- OUTPUT เป็นขาเอาท์พุต ที่จะส่ง GND ออกมาเมื่อสัญญาณ INPUT มีค่าความถี่เท่ากับ ค่าความถี่ศูนย์กลาง

1.2 วงจร จับสัญญาณที่ใช้ในโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้ตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์ที่มาจาก สายนอก ใช้ในการโทรออกจาก PABX เรา สามารถกำหนดความถี่ศูนย์กลางได้จากการกำหนดค่า R ที่ขา 5 และ C ที่ขา 6 ดังรูป



รูปที่ 2.25 แสดงวงจรที่ใช้ LM 567

จะได้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

- ความถี่ศูนย์กลาง (f_o) = 1/1 1(R_1C_1)
- จับสัญญาณจาก สายนอก

f_o = 400 Hz

C_1 = 0.47uF

R_1 ~ 5 k

- ค่า C ที่ขา (LOOP FILTER)

คำนวณจาก C_2 = n/f ซึ่ง 1,300 < n < 62,000

C_2 = 0 33 uF

- ค่า C ที่ ขา 1 (OUTPUT FILTER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณจาก $C_3 = 2C_2$

$C_3 = 1$ uF

- Bandwidth (BW) = $1070 \sqrt{[\ V_1 / f_o C_2]}$

V_1 = Input voltage (volt rms) $V_1 \leq 200$ mV

C_2 = ค่า C ที่ขา 2 uF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ส่วนโมโนสเตเบิล

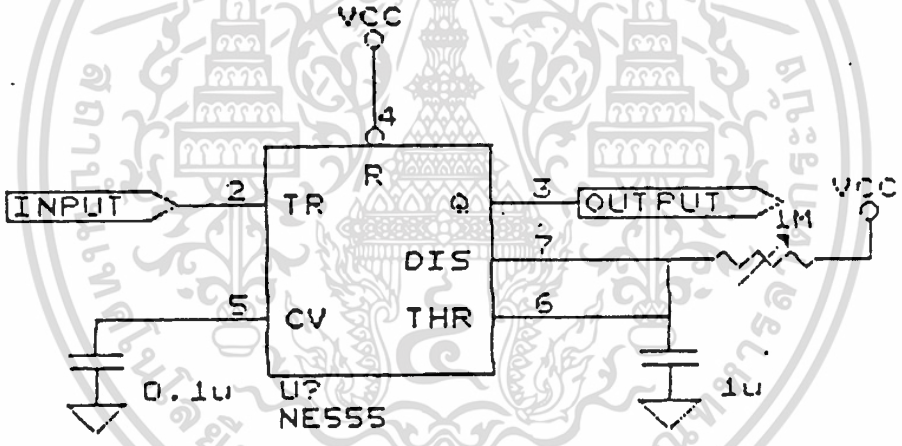
2.1 การทำงานของ IC NE555

เป็นวงจรที่เชื่อมต่อจาก 567 เพื่อเป็นการทำให้สัญญาณเรียบขึ้น ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ค่าที่นำมาใช้งาน

ค่าของความต้านทานที่ขา Dis และตัวเก็บประจุที่ขา THR เป็นตัวกำหนด

2.2 วงจรที่ใช้ในโครงงานนี้



รูปที่ 2.26 แสดงวงจรโมโนสเตเบิล

ความกว้างของพัลส์ (Pulse) โดยมีค่า

t = 1 1RC

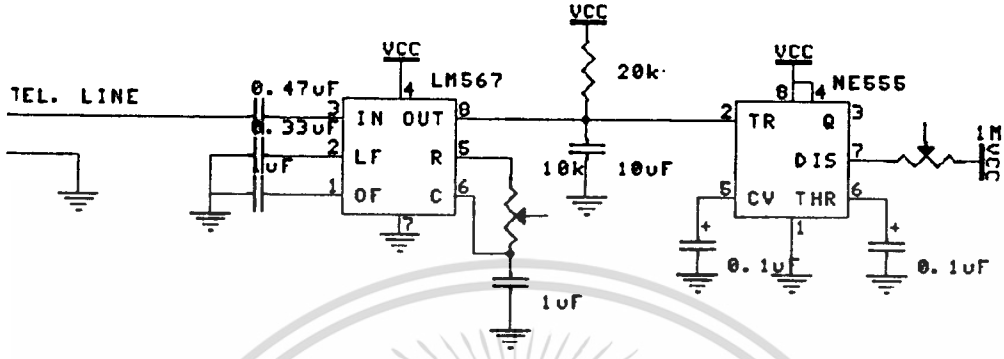
- จับสัญญาณจากสายนอก

t ~ 1 Sec

- จับสัญญาณจาก PABX

t ~ 0.1 Sec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



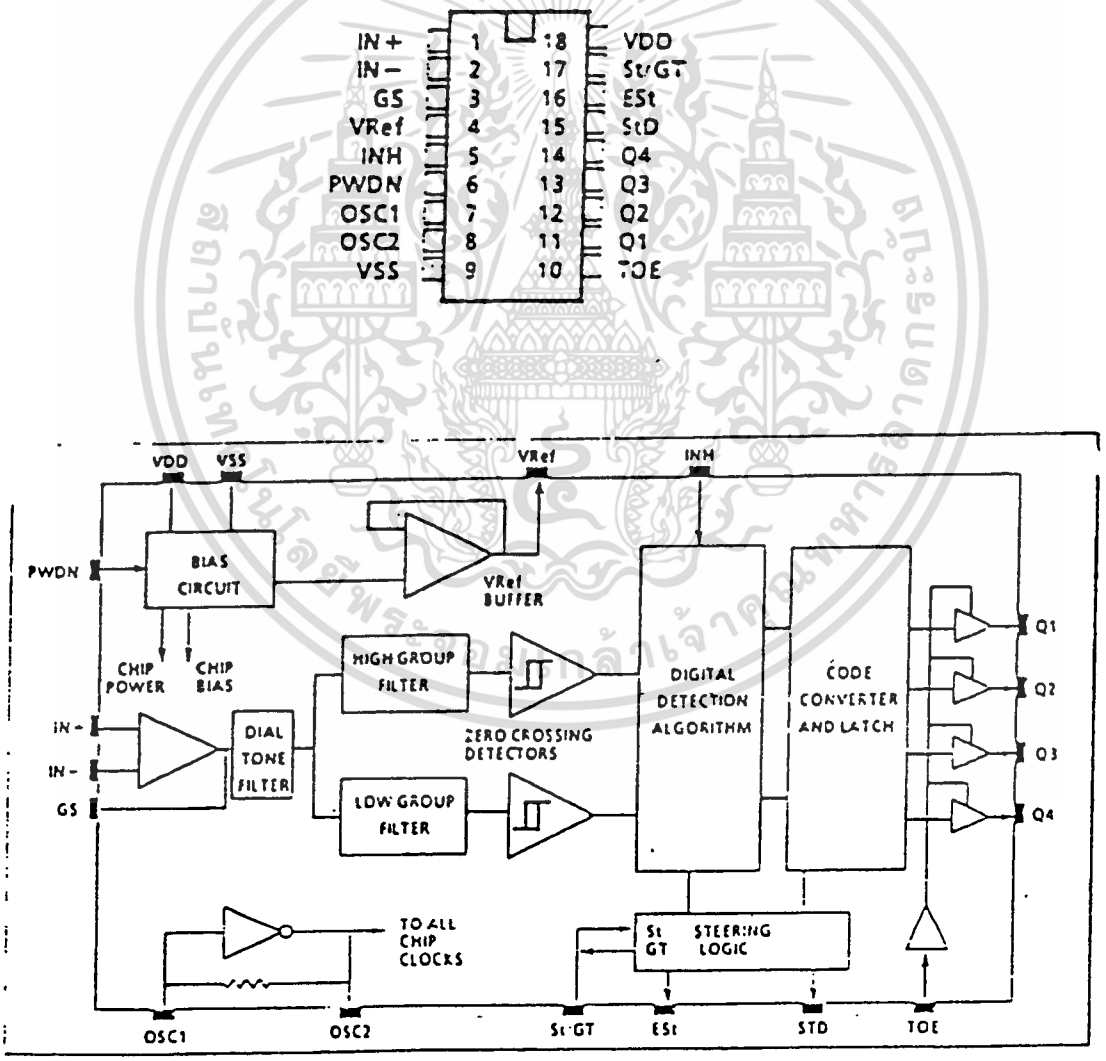
รูปที่ 2.27 แสดงวงจรจับสัญญาณจากสายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแปลงความถี่ของระบบโทน (TONE) ของโทรศัพท์เป็นตัวเลขฐานสอง 4 บิท

เนื่องจากโครงการชิ้นนี้ต้องมีการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และในการที่ ผู้ใช้จะติดต่อกับ เครื่องคอมพิวเตอร์ จึงต้องทำการส่งผ่านทาง ปุ่มโทรศัพท์ โดยที่เราสามารถใช้ IC 8870 เป็นตัวที่ทำการถอดรหัส ให้กลายเป็น ตัวเลขฐานสอง 4 บิท

รายละเอียดของ IC MT8870



รูปที่ 2.28 แสดงขาและแผนผังภายในของไอซี MT 8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รายละเอียด และหน้าที่การทำงานของแต่ละขา

- IN+ นอนอินเวอร์ทติ้งออปแอมป์อินพุต (Non - Inverting)
- IN- อินเวอร์ติ้งออปแอมป์อินพุต (Inverting)
- GS เป็นขาที่พีดแบค (Feedback) จากเอาท์พุต ให้ผู้ใช้ได้เชื่อมตัวความต้านทานเพื่อเลือกค่าในเกน(Gain) ได้ตามต้องการ
- VREF ค่าความต่างศักย์เปรียบเทียบที่เอาท์พุต ปกติมีค่า V_{dd} /2
- IC* มีการเชื่อมต่อภายในจะถูกต่อเข้ากับ V_{ss}
- OSC1 อินพุตของสัญญาณนาฬิกา
- OSC2 เอาท์พุตของสัญญาณนาฬิกา โดยใช้กับผลึก (Crystal) ที่มีความถี่ 3.5795 MHz ต่อเข้าระหว่าง OSC1 และ OSC2 เพื่อจ่ายให้กับ ออสซิลเลเตอร์ (Oscillor) ที่อยู่ภายใน
- V_{ss} ไฟเลี้ยงขั้วลบ
- Q1-Q4 เป็นขาเอาท์พุตที่ถูกควบคุมแบบ 3 State ด้วยสัญญาณ TOE จะให้ค่าออกมาเมื่อได้รับค่า ความถี่ที่ถูกต้อง และเอาท์พุตถูกอินาเบิล
- StD Delay Steering output ให้ค่าลอจิก เป็น 1 เมื่อมีข้อมูลระดับแรงดัน
- EST Early Steering output จะให้ค่าโลจิก .1. เมื่อข้อมูลถูกต้องและถ้าเป็น 0 จะไม่มีสัญญาณผ่านเข้ามา
- ST/GT Steering input / time output (bi_diection) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมวงจร RC ภายนอกเพื่อควบคุมไทม์
- V_{DD} ไฟเลี้ยงบวก

- จากรูปสามารถแบ่งได้เป็น

1.เราจะได้ค่าเกนเท่ากับ ลบ เนื่องจาก เราต่อความต้าน 100 K 2 ตัว ค่าที่ขา 2 และ 3 เป็นความต้านทานที่ถูกต่อแบบการป้อนกลับแบบลบ (Negative feedback)

2.V_{REF} ต่อเข้าขา IN+ เพื่อให้ระดับสัญญาณที่เข้ามา ถูกไบอัสให้อยู่ที่กึ่งกลางของระดับไฟเลี้ยงเท่ากับ $V_{dd}/2$

3. คริสตัล 3.579575 ถูกต่อคร่อมระหว่าง OSC1 และ OSC2 เพื่อให้เกิดการผลิตสัญญาณนาฬิกาภายใน ไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าความต้านทาน 300 K และค่าความจุตัวเก็บประจุ 0.1 uF ทำหน้าที่ในการกำหนด GUARD TIME ซึ่งเราสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงเพิ่มหรือลดค่าของ guard time ได้ดังสมการ

$$T_{TGA} = (RC)\ln[V_{dd}/V_{st}]$$

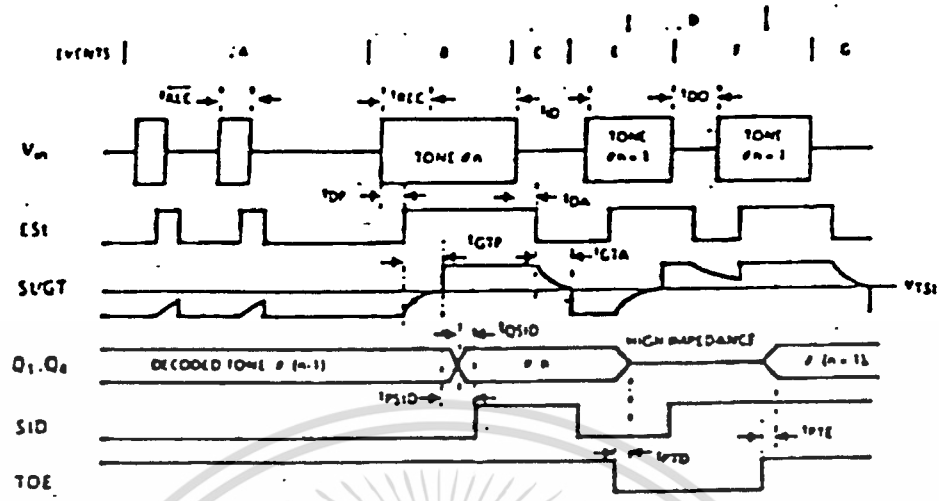
$$TGTP = (RC)\ln[V_{dd} - V_{Tst}]$$

- ขา TOE ถูกทำให้ enable บัฟเฟอร์แบบ 3 state ของ q1-q4 ตลอดเวลา

F_{LOW}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1339	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

รูปที่ 2.29 ตารางแสดงความถี่ค่าต่างๆที่ถูกดีโค้ดออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 แสดงแผนผังเวลา

จากแผนผังเวลาดังกล่าว สามารถอธิบายช่วงเวลาได้ดังนี้

A ช่วงเวลาของสัญญาณโทน (tone) มีค่าผิดพลาดเนื่องจากเวลาน้อยเกินไปเอาท์พุตจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

B โทน #n ถูกตรวจสอบพบ และช่วงเวลาถูกต้อง สัญญาณโทนจะถูก decode และ ถูกแลตช์ (latch) ไว้ที่เอาท์พุต

C ไอซีตรวจสอบพบสัญญาณโทนสิ้นสุด เอาท์พุตยังคงรักษาข้อมูลเดิมไว้จนกว่ามีโทนใหม่ที่ถูกต้องเข้ามา

D เอาท์พุตถูกทำให้อยู่ในสภาวะไฮอิมพีแดนท์

F ช่วงเวลาของโทน #n+1 ถูกตรวจว่าสิ้นสุดแล้ว เอาท์พุตยังคงรักษาข้อมูลเดิมไว้จนกว่าจะมีโทนใหม่ที่ถูกต้องเข้ามา

สำหรับสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ มีความหมายดังนี้

t_{red} คือ ช่วงเวลาอย่างน้อยสุดที่โทนจะถูกตรวจพบ (DETECT) ได้อย่างถูกต้อง

t_{ID} คือ ช่วงเวลาอย่างน้อยสุดระหว่างโทนแต่ละครั้งที่ถูกกดเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

t_{DO} คือ ช่วงเวลามากที่สุดที่ถูกยอมรับได้ในกรณีที่สัญญาณโทนถูกทำให้หายไปชั่วขณะ

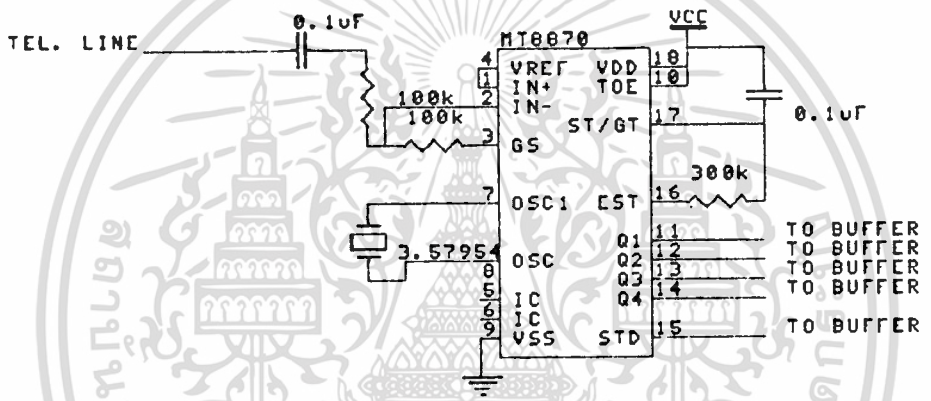
t_{DP} คือ เวลาที่ตรวจสอบพบการมาของสัญญาณที่ถูกต้อง

t_{DA} คือ เวลาที่ตรวจสอบพบการหายไปของสัญญาณที่ถูกต้อง

t_{GTP} คือ สัญญาณ guard time ปรากฏ

t_{GTA} คือ สัญญาณ guard time ไม่ปรากฏ

2 วงจรรวมที่ใช้งานจริง



รูปที่ 2.31 แสดงวงจรที่ใช้ MT 8870

- จะรับสัญญาณ มาจากสายโทรศัพท์

- จากวงจร จะทราบ GARD TIME คือ

$$T_{TGA} = (RC)\ln[V_{dd}/V_{st}]$$

$$= 0.048 \text{ sec}$$

- ค่า OUTPUT ที่ได้ จะนำไปเข้า COMPUTER เพื่อนำไปคำนวณ ตัวเลขในการทำ FUNCTION ต่าง ๆ ซึ่งใน IC ตัวนี้สามารถ latch ค่าไว้ที่ขาได้ตลอด จนกว่าจะมีตัวใหม่เข้ามา

- การที่จะตรวจสอบว่า ค่านั้นจะถูกได้หรือยัง สามารถตรวจสอบจาก ขา SDT ซึ่งถ้ามีรหัสตัวใหม่เข้ามา จะเกิด PULSE 1 ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสร้างสัญญาณ DTMF

เนื่องจากโทรศัพท์แบบ TONE (แบบกดปุ่ม) จะมีการทำงานโดยถ้าเรากดปุ่มเครื่องจะทำการสร้างความถี่ขึ้น 2 ชนิดแล้วทำการรวมสัญญาณ เพื่อส่งไปตามสายโทรศัพท์เข้าชุมสาย โดยจะมีความถี่ดังนี้

	1209	1336	1477	1633	
697	1	2	3	A	R_1
770	4	5	6	B	R_2
852	7	8	9	C	R_3
941	*	0	#	D	R_4
	C_1	C_2	C_3	C_4	

รูปที่ 2.32 ตารางแสดงความถี่ผสมที่ใช้ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

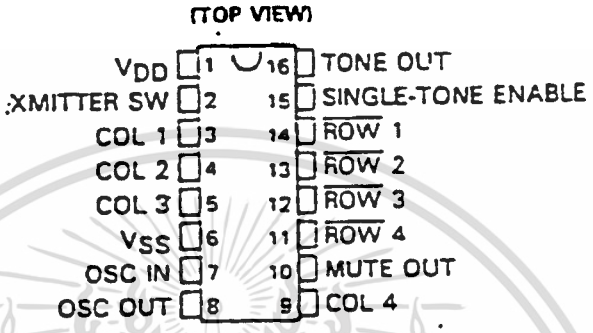
เราจะใช้ IC TCM 5087 ในการสร้างความถี่ที่กล่าวมา

1.ส่วนของ IC TCM 5087

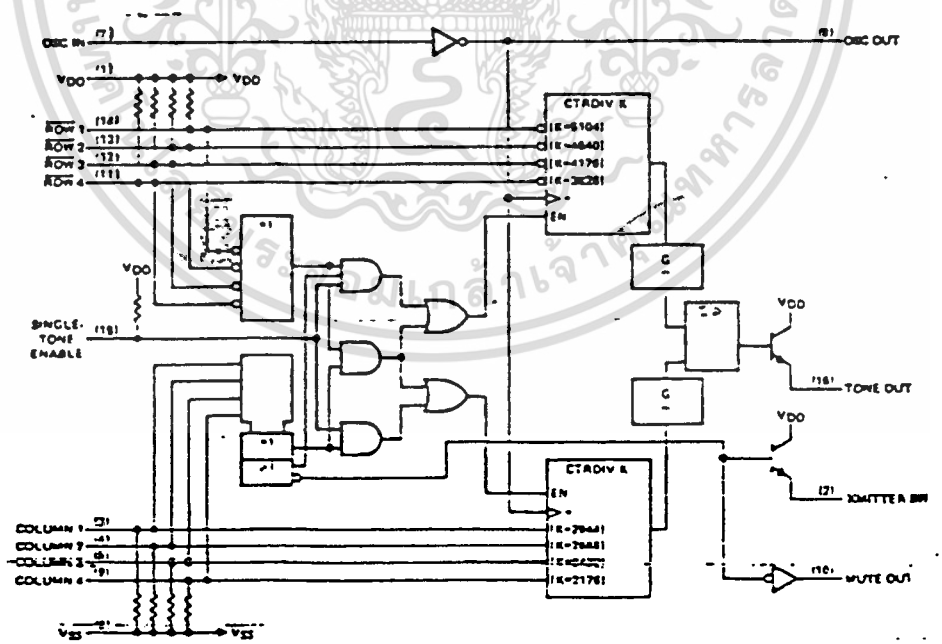
ส่วนประกอบของ IC TCM 5087

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น IC TONE ENCODER คือทำการสร้างสัญญาณความถี่ 2 ชนิดแล้วนำมาผสมกันออกมาเป็น OUTPUT โดยความถี่นั้นจะถูกกำหนดโดย ขา INPUT ทั้ง 8 ขา และต้องการความถี่ 3.579545 ที่ขา 7 - 8 รายละเอียดดังรูป



รูปที่ 2.33 แสดงขาต่างๆของไอซี TCM 5087



รูปที่ 2.34 แสดงไดอะแกรมการทำงานของไอซี TCM 5087

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดและหน้าที่ของแต่ละขา

- V_{dd} ไฟเลี้ยงบวก มีค่า $3.5 < V_{dd} < 10$

- xMITTER SW จะเป็น High IMPEDENCE เมื่อขา column ใดก็ได้ active และ เป็น High เมื่อไม่มีขา column ใด ๆ active

- COL1 - COL4 เป็นขา INPUT เพื่อกำหนดค่าความถี่ 1 ค่า active ที่ High

- V_{ss} เป็น Ground ของไอซี

- TONE OUT เป็นขา OUTPUT โดยจะประกอบด้วยความถี่ 2 ชนิดซึ่งได้จากการกำหนดที่ขา column และ ขา row

- SINGLE_TONE ENABLE เป็นขาที่ใช้กำหนดให้ OUTPUT ออกมาเพียงความถี่เดียว

- ROW1 - ROW2 เป็นขา INPUT เพื่อกำหนดค่าความถี่ active ที่ low

- MUTE OUT จะเป็น HIGH เมื่อ column ใดก็ได้ active และเป็น low เมื่อไม่มีขา column ใดเลยที่ active

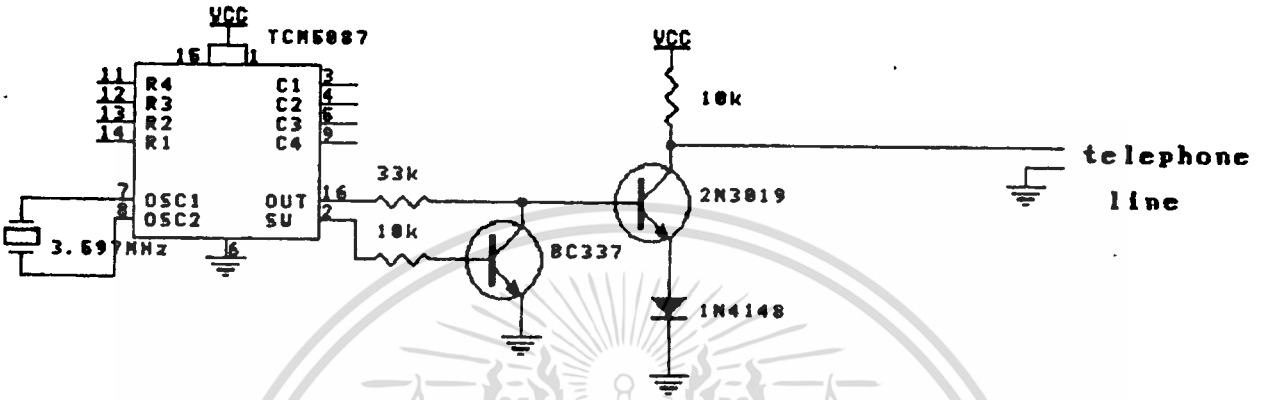
การส่งข้อมูลให้ IC สร้างความถี่ให้เท่ากับที่เรากดโทรศัพท์สามารถส่งค่าให้กับขาต่าง ๆ โดยที่ขา R_1- R_4 จะทำงาน (active) ที่ Logic 0 ส่วน C_1 - C_4 จะทำงาน (active) ที่ Logic 1 การหมุนเบอร์จะต้องกำหนดค่าให้กับขาต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์	R_4	R_3	R_2	R_1	C_4	C_3	C_2	C_1	รวม 16
1	1	1	1	0	0	0	0	1	E1
2	1	1	1	0	0	0	1	0	E2
3	1	1	1	0	0	1	0	0	E4
4	1	1	0	1	0	0	0	1	D1
5	1	1	0	1	0	0	1	0	D2
6	1	1	0	1	0	1	0	0	D4
7	1	0	1	1	0	0	0	1	B1
8	1	0	1	1	0	0	1	0	B2
9	1	0	1	1	0	1	0	0	B4
0	0	1	1	1	0	0	1	0	72
ปกติ	1	1	1	1	0	0	0	0	F0

รูปที่ 2.35 ตารางแสดงข้อมูลที่จะส่งให้ไอซี TCM 5087

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 แสดงวงจรการใช้งาน

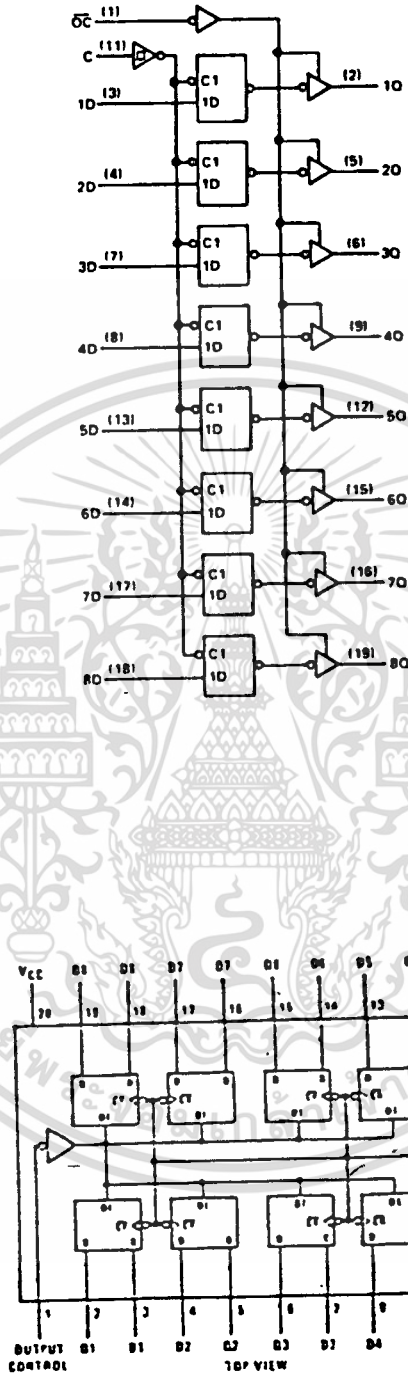
2.ส่วน LATCH ข้อมูล

เนื่องจากการให้ INPUT เข้าไปยัง IC 5087 เพื่อที่จะกำเนิดความถี่จะต้องให้ค่า INPUT ตลอดเวลาดังนั้นเราจึงใช้ IC 74LS374 ซึ่งเป็น LATCH เป็นตัวช่วย

ส่วนประกอบของ IC 74LS374

- เป็นที่ประกอบด้วย D flip-flop ทั้งหมด 8 ตัว
- เป็นไอซีประเภท Tri-state ที่ OUTPUT
- การนำข้อมูลเข้าเป็น PARALLEL
- มี BUFFER ที่ขา INPUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 แสดงไดอะแกรมและขาของไอซี 74LS374

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด และหน้าที่ของขา ไอซี 74LS374

- OUTPUT CONTROL **เป็นขาใช้ควบคุม** OUTPUT **ถ้าขานี้เป็น** High **ขา** OUTPUT **ทั้งหมดจะเป็น** High impedance

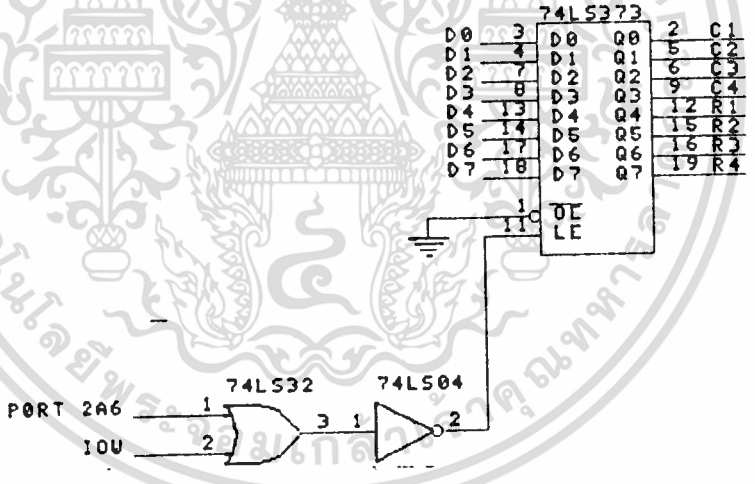
- D1 - D8 **เป็นขา** INPUT **ของไอซี**

- Q1 - Q8 **เป็นขา** OUTPUT **ของไอซี** ซึ่งจะค้างค่าเดิมไว้จนกว่าจะมี INPUT ค่าใหม่พร้อม ENABLE เข้ามา

- GND **ขา** Ground **ของไอซี**

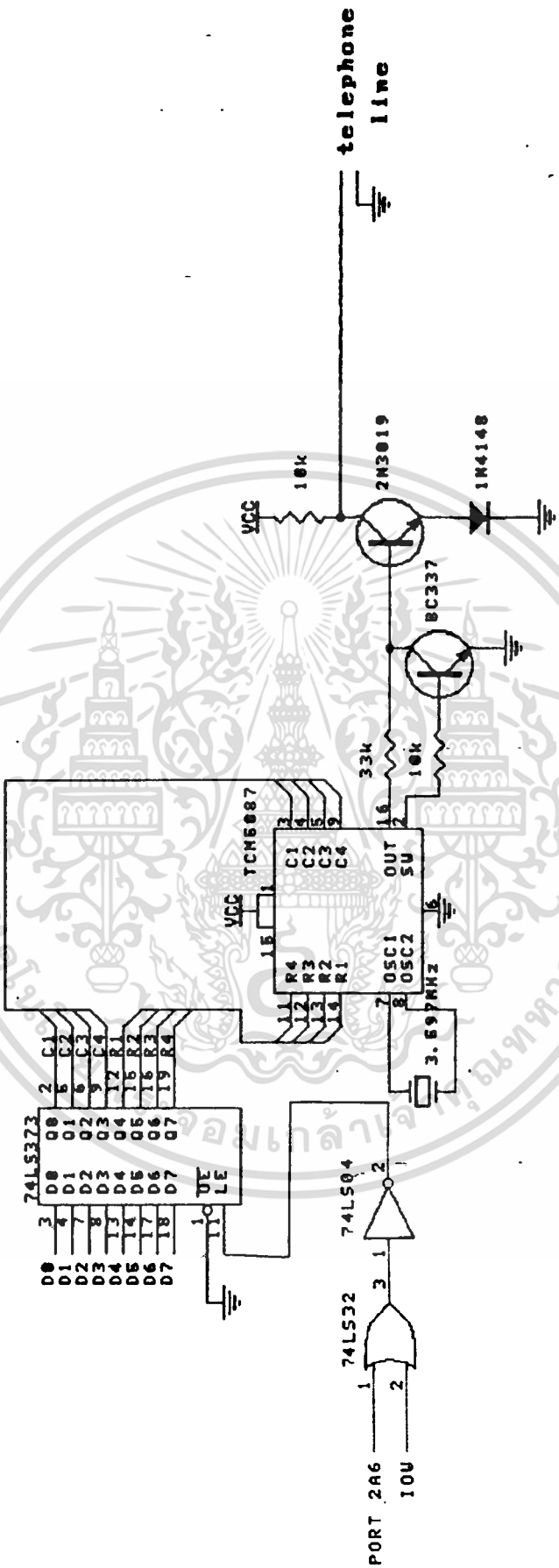
- ENABLE **เป็นขาที่ใช้เปิด** Flip - Flop **เพื่อให้ค่าใหม่สามารถเข้ามาได้ถ้าขา** ENABLE **เป็น** High **เมื่อมี** INPUT **เข้ามา** OUTPUT **จะเท่ากับ** INPUT **ทันที**

- V_{cc} **ไฟเลี้ยงของไอซี โดย** $4.5 < V_{cc} < 5.5$



รูปที่ 2.38 **แสดงวงจร** 74LS374

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.39 แสดงวงจร tone encoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนควบคุมการยกหู / วางหู

เป็นส่วนที่ทำการรับสัญญาณจากส่วนโมโนสเตเบิล ทำหน้าที่ให้ระดับแรงดัน "0" เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา ส่วนนี้สร้างจากวงจรฟลิบฟลอปซึ่งสามารถดัดแปลงให้สามารถนับจำนวนครั้งของกระดิ่งให้สามารถนับเป็นจำนวนกี่ครั้งก่อนจะยกหูก็ได้

1.ส่วนของ D-FF.

1.1 จุดประสงค์

จะนำ D-FF เป็นตัวทำให้ค่าสัญญาณ latch เพื่อนำไปใช้

- ทำการติดต่อกับ RELAY เพื่อทำการ SIMULATE ยกหู เพื่อทำให้ส่วนที่ใช้ในการถ่ายทอดสัญญาณ สามาถติดต่อกับโทรศัพท์ได้

- ส่งข้อมูลนี้ไปยัง COMPUTER เพื่อทำการ เช็คว่ามีโทรศัพท์เข้ามาหรือไม่

1.2 ตัว D-FF จะได้ INPUT มาจาก 2 ส่วน คือ

- จาก COMPUTER ส่งค่า "0" มาที่ขา (LRเพื่อเป็นการส่งสัญญาณขอก RELAY เพื่อทำการปิด สวิทช์ (SIMULATE วางหู)

- จาก COMPUTER ส่งค่า "0" มาที่ขา PR เพื่อเป็นการส่งสัญญาณบอก RELAY ให้ทำการเปิด สวิทช์ (SIMULATE ยกหู)

- จาก วงจร DETECT RINGING ส่งค่า "1" มาเพื่อส่งไปยัง RELAY เพื่อทำการ SIMULATE ยกหู

2. ตัว RELAY

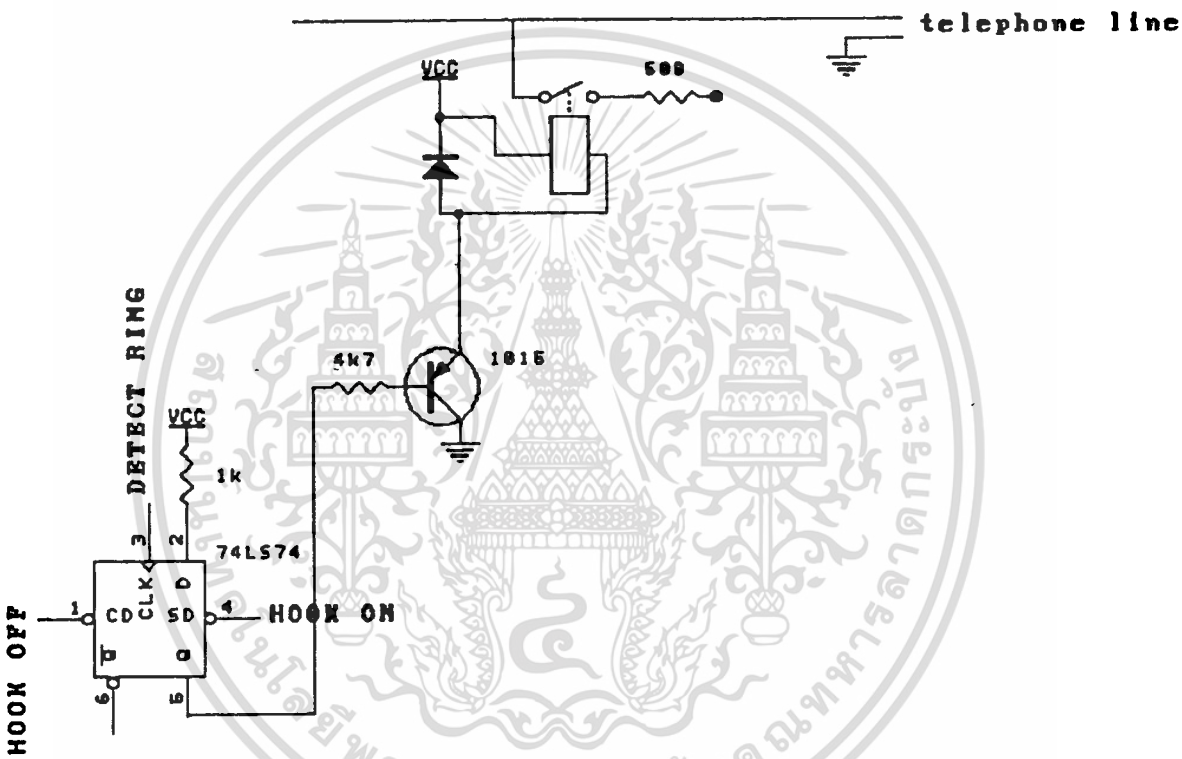
2.1 คุณสมบัติ

เป็นตัวสวิทช์ เปิด - ปิด ซึ่งควบคุมโดยการป้อนไฟ 5 โวลท์ จะทำให้สวิทช์เปิดหรือถ้าเป็น 0 โวลท์ จะทำให้สวิทช์ปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 2 การใช้งาน

เพื่อทำการ SIMULATE ยกหู คือ ทำให้ VOLTAGE ลดระดับลงเหลือประมาณ 5 โวลท์ ซึ่งจะให้ R ขนาด 500 โอห์ม และ ส่วนนั้นจะต่อกับส่วนถ่ายทอดสัญญาณอีกทีหนึ่ง หรือทำการ SIMULATE วางหู ก็คือ ปิดสวิทช์ตัว RELAY นี้ให้มีขนาดโวลท์เตจ กลับกลายเป็น 50 โวลท์



รูปที่ 2.40 แสดงวงจรรวมที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนถ่ายทอดสัญญาณ

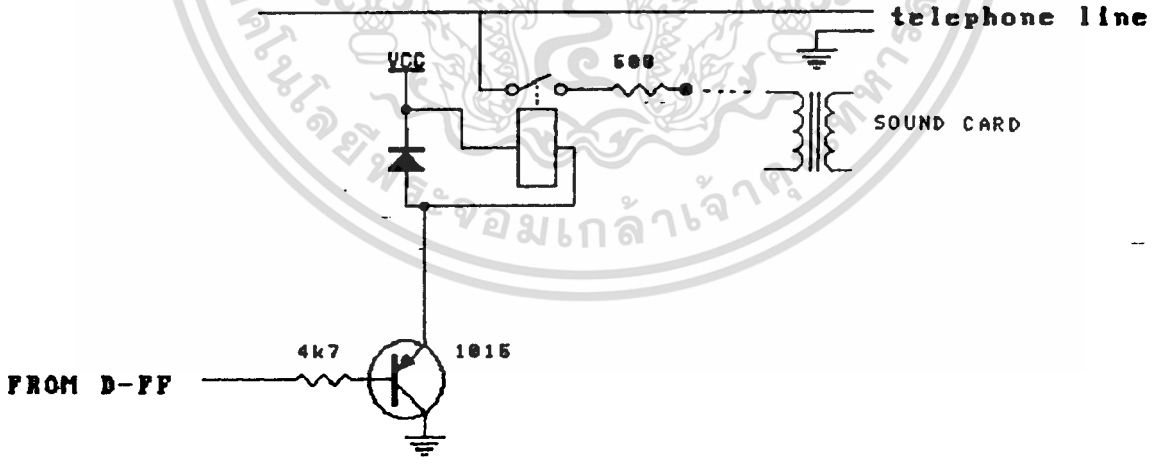
1.ตัว TRANSFORMER

1.1 ส่วนของ TRANSFORMER

สร้างจาก Transformer ซึ่งมีคุณสมบัติเหนี่ยวนำสัญญาณข้ามขดลวด และแยกส่วนของวงจรออกจากกัน สัญญาณที่เหนี่ยวนำข้ามขดลวด จะถูกถ่ายทอดให้แก่วงจรของ SOUND CARD ซึ่งจะเปลี่ยนสัญญาณเสียงให้เป็นข้อมูลทางดิจิตอล เก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ และเปลี่ยนข้อมูลที่เก็บไว้ให้กลายเป็นเสียงออกมาอีกขดลวด เมื่อทำหน้าที่เล่นเสียงให้ผู้ใช้บริการฟัง โดยส่วนนี้จะต่อจาก RELAY

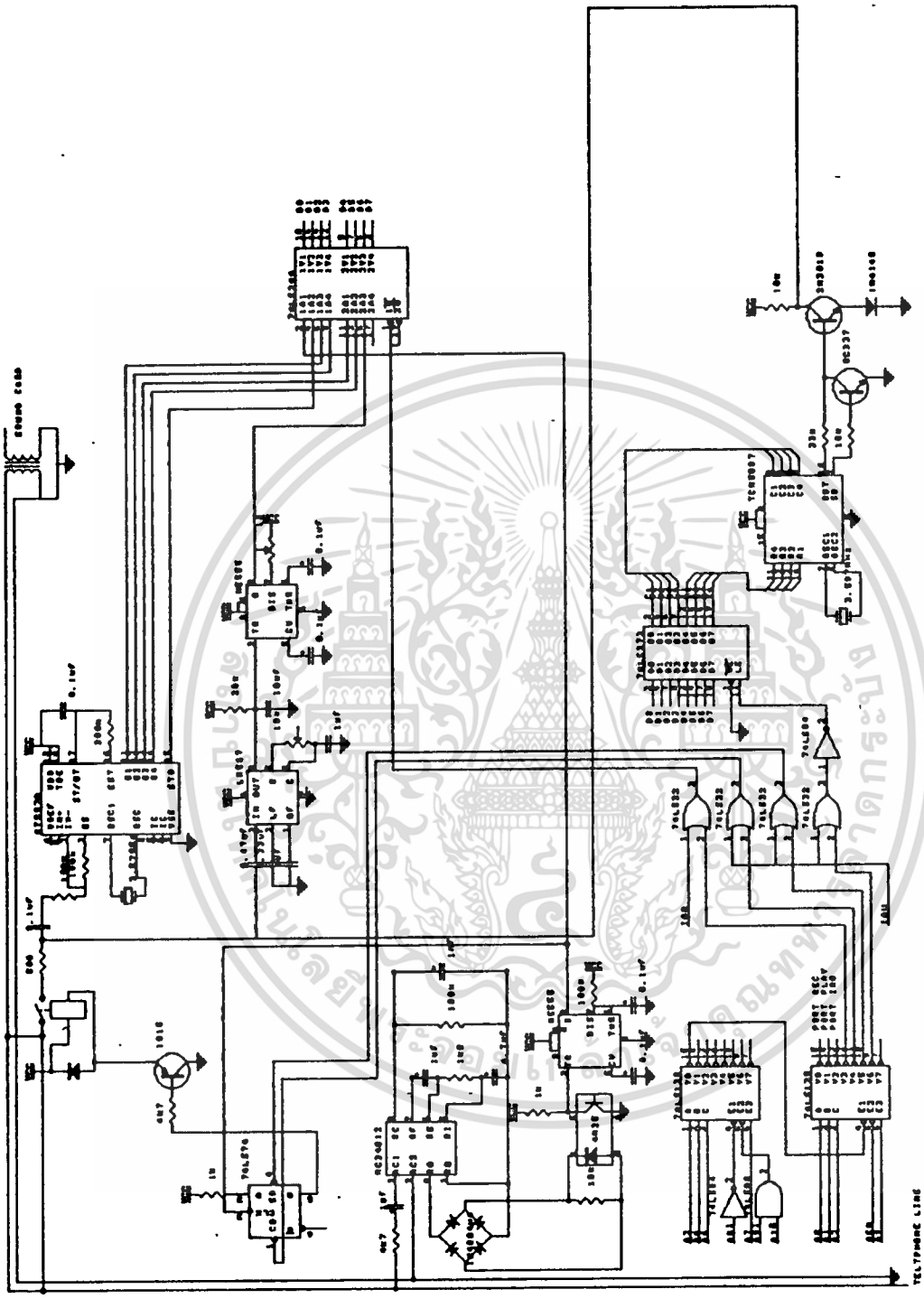
1.2 ส่วนอีกฝั่งของ TRANSFORMER

จะเป็นตัวส่งไปยัง SOUNDCARD ในส่วนของ SPEAKER และ MICROPHONE เพื่อนำเสียงไปเก็บ หรือเปลี่ยนข้อมูลใน HARD DISK



รูปที่ 2.41 แสดงวงจรส่วนถ่ายทอดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.42 แสดง card control teltphon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

SOFTWARE

Software ที่ใช้ในการควบคุม Hardware แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆคือ ส่วนควบคุม Soundcard และส่วนวงจรควบคุมการทำงานของโทรศัพท์

ส่วนควบคุม Soundcard

Soundcard จะทำหน้าที่เกี่ยวกับการแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลในการบันทึกเสียงและแปลงข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง โปรแกรมจะควบคุม switch ในการตัดต่อกับสายสัญญาณโทรศัพท์ ควบคุมการสร้างสัญญาณอินเทอร์รัพท์และหยุดการอินเทอร์รัพท์ พร้อมทั้งการนำข้อมูลเข้า แล้วจัดเก็บลงไฟล์และการนำข้อมูลออกเพื่อถ่ายทอดสัญญาณเสียง โปรแกรมในส่วนนี้จะอยู่ในโมดูลไฟล์ mail.c แบ่งออกเป็นพังก์ชันใหญ่ๆ ได้ 2 พังก์ชันคือ RECORD และ PLAY อธิบายโดยละเอียดดังนี้

RECORD

จะทำการ Record ข้อมูล (จาก Interrupt service routine) แล้วทำการจัดเก็บทีละบล๊อค (32 kByte)

ซึ่งจะมีตัวแปรกำหนดดังนี้

- ใช้ในการรับข้อมูลจาก Sound card มาเก็บไว้ใน vector s_ptr
- ใช้ในการอ่านข้อมูลจาก memory ไปยังไฟล์ โดยเริ่มจาก vector p และใช้ในการเก็บขนาดของข้อมูล
- point ใช้ในการนับ data ว่าเกิน 32kByte หรือยัง
- size ใช้ในการเก็บขนาดของ data ที่แท้จริง

ขั้นตอนในการ Record

1. ทำการสร้างไฟล์ใหม่
2. จะทำการ Record จนกระทั่งมีการกด key หรือ DTMF

2.1 เมื่อมีการ Record จนกระทั่งมากกว่า 32 kByte จะทำตามขั้นตอนดังนี้ (แต่ยังมีการอัดจาก Sound card ต่อไป)

2.2 ทำการกำหนดค่า p โดยครั้งแรกจะเป็น 0 และครั้งต่อไป จะเป็น 0x8000 สลับไปเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

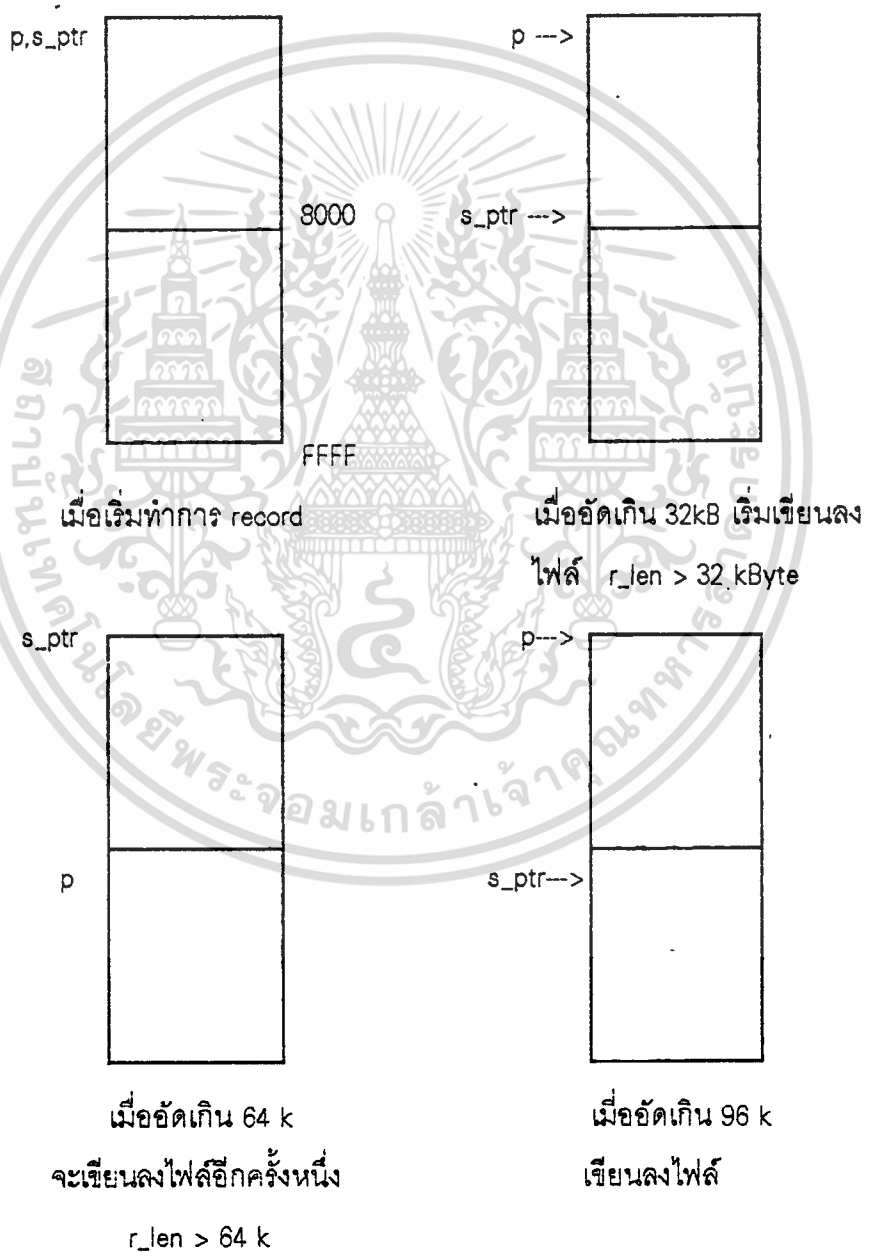
2.3 เช็คว่าทำการเขียน data ได้ครบหรือไม่ ถ้าไม่ครบ แสดงว่าเกิด error ออกจากโปรแกรมได้เลย

2.4 ทำการลด r_len ลง 32 kByte

2.5 เพิ่มขนาด size อีก 32 kByte

3. ถ้ามีการกด key จะทำการ write ข้อมูลจาก memory ที่เหลือลง ไปยัง file

4. ทำการปิดไฟล์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLAY

จะทำการ play ข้อมูล (จาก interrupt service routine) ไปพร้อมกับทำการอ่านข้อมูลจาก file เข้าไปยัง memory โดย

มี pointer ชี้เข้าไปใน memory 2 ตัวคือ

- เพื่อใช้ในการอ่านข้อมูลจาก disk คือ p

- เพื่อใช้ใน interrupt service routine คือเป็นตัว vector ที่ใช้ใน sound card เพื่อทำการเปลี่ยนข้อมูลที่ vector นั้นชี้ให้ออกมาเป็นเสียง คือตัวแปร p

ตัวแปรที่เก็บค่าเกี่ยวกับ ขนาดข้อมูล 2 ตัวคือ

- size ใช้เกี่ยวกับการอ่านข้อมูลใน file

- p_len ใช้ใน interrupt service routine คือเป็นตัวเช็คว่าเล่น data หมดไฟล์หรือยัง

ขั้นตอนการ play

1. ทำการเปิด file โดยมี handle เป็นตัวใช้แทน file นั้น
2. หาขนาดของการเล่นเก็บไว้ที่ตัวแปร size,p_len
3. กำหนด segment p ให้เท่ากับ s_ptr
4. ทำการโหลดค่า data จาก file มา 64 kByte ก่อนและทำการลด size ลงไปอีก 64 kByte
5. จะทำการเล่น จนกระทั่งมีการกด DTMF ใดๆ หรือ หมดขนาด size
6. เริ่มให้มีการอินเทอร์รัพท์ได้ คือเริ่มมีการเล่นได้ โดยในการอินเทอร์รัพท์ แต่ละครั้ง(ซึ่งในการ interrupt แต่ละครั้งนั้น จะไม่เกี่ยวกับการอ่านเขียน disk)

6.1 เช็คค่า p_len ว่าเป็นศูนย์หรือยัง ถ้าถึงแล้วให้หยุดการอินเทอร์รัพท์เลย

6.2 ทำการเล่นไป 1 byte และ

- ลดค่า p_len ลง 1
- ทำการเพิ่มค่า vector p ขึ้น 1

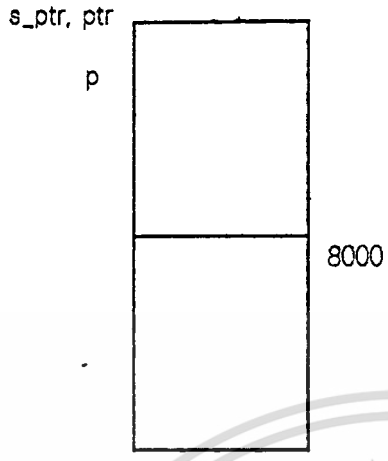
7. ถ้าข้อมูลมีขนาดมากกว่า 64 kByte จะทำการโหลดค่าต่อมาเป็น block โดยจะทำการโหลด block ละ 32 kByte โดยวิธีดังนี้

7.1 ทำการเช็คว่า size หมดหรือยัง หรือมีการกด key หรือไม่

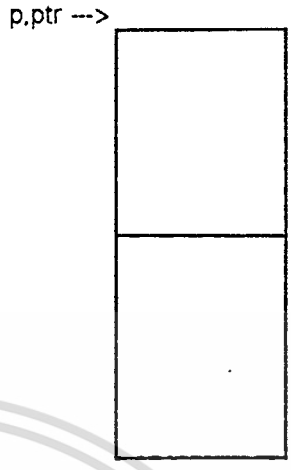
7.2 เมื่อ s_ptr มีค่า 32 kbyte จะทำการโหลดค่า 32 kbyte ลงไปที่ block ที่ทำการเล่นไปแล้ว (แต่ในช่วงการอ่าน file ลง memory จะทำการ interupt ไปด้วย) โดยใช้ p เป็นตัวชี้ว่าจะอ่านไว้ที่ใด

7.3 เมื่อ s_ptr มีค่า 64 kbyte ก็ทำการโหลดค่าอีก 32 kbyte ลงไปใน block ที่ทำการเล่นเสร็จไป โดยมี p เป็น vector เช่นเดิม

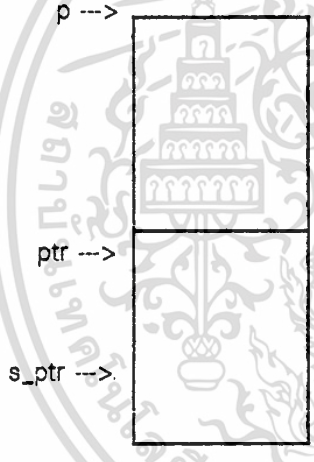
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



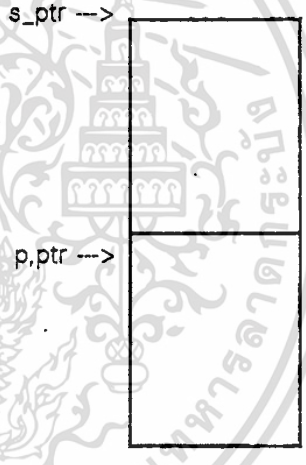
เมื่อเริ่มต้นทำการเล่น



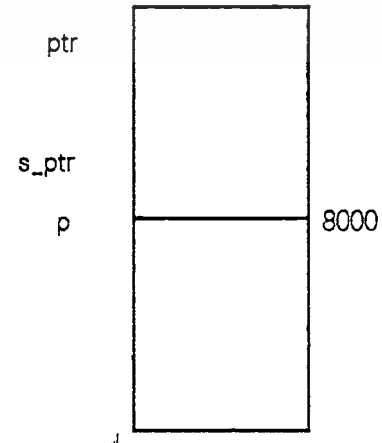
ทำการ read data จาก file ใหม่ โดยเริ่มไว้ที่ p



เมื่ออ่าน data จาก file เสร็จ



เมื่อ play หมด 64 kByte



เมื่อทำการ read จาก file เสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมส่วนควบคุมการทำงานของโทรศัพท์

โปรแกรมส่วนนี้จะเก็บอยู่ในไฟล์มดูล Telephone.c ได้แก่โปรแกรมตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง , โปรแกรมรับค่า DTMF จาก MT8870 ,โปรแกรมควบคุมการยกหูหรือวางหู , โปรแกรมตรวจสถานะของสายโทรศัพท์ ,โปรแกรมโทรออกอัตโนมัติ เป็นต้น

. นอกจากโปรแกรมในสองส่วนใหญ่ๆนี้แล้วยังมีโปรแกรมที่ใช้จัดการเกี่ยวกับ USER ,การตรวจสอบรหัส,การลบไฟล์ที่เล่นไปแล้วหรือเก็บไว้เกินกำหนด เป็นต้น

การ run โปรแกรมจะนำฟังก์ชันที่อยู่ในโมดูลไฟล์ต่างๆมาใช้ร่วมกันโดยสร้างโปรเจ็คไฟล์ที่ชื่อ EVR.prj แล้วสร้างเป็นไฟล์ EVR.EXE โดยไฟล์โมดูลต่างๆที่นำมา รวมกันได้แก่

- main.c
- telephone.c
- mail.c
- service.c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ส่วนประกอบของโครงงานชิ้นนี้ได้แก่

1. ส่วน hardware ประกอบด้วย

1.1 วงจรจัดเก็บเสียงเข้า/ออกพีซี ประกอบด้วย

1.1.1 ส่วนอนาล็อกประกอบด้วย

- ส่วนขยายและกรองความถี่เสียง
- ส่วนแปลงสัญญาณระหว่างดิจิตอลกับอนาล็อก

1.1.2 ส่วนดิจิตอลประกอบด้วย

- ส่วนสร้างสัญญาณนาฬิกา
- ส่วนพอร์ท อินพุท/เอาต์พุท สำหรับรับส่งข้อมูลเสียงกับพีซี
- ส่วนแปลงสัญญาณระหว่าง parallel / serial

1.2 วงจรควบคุมโทรศัพท์

1.2.1 วงจร DTMF

1.2.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

1.2.3 วงจร Tone Decoder

1.2.4 วงจร Tone Encoder

2. ส่วน Software ควบคุม Hardware ทั้งสองส่วน

การทดลอง

1. <u>ส่วนขยายและกรองความถี่สัญญาณเสียง</u> มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1.1 ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 6, 7 และ 8

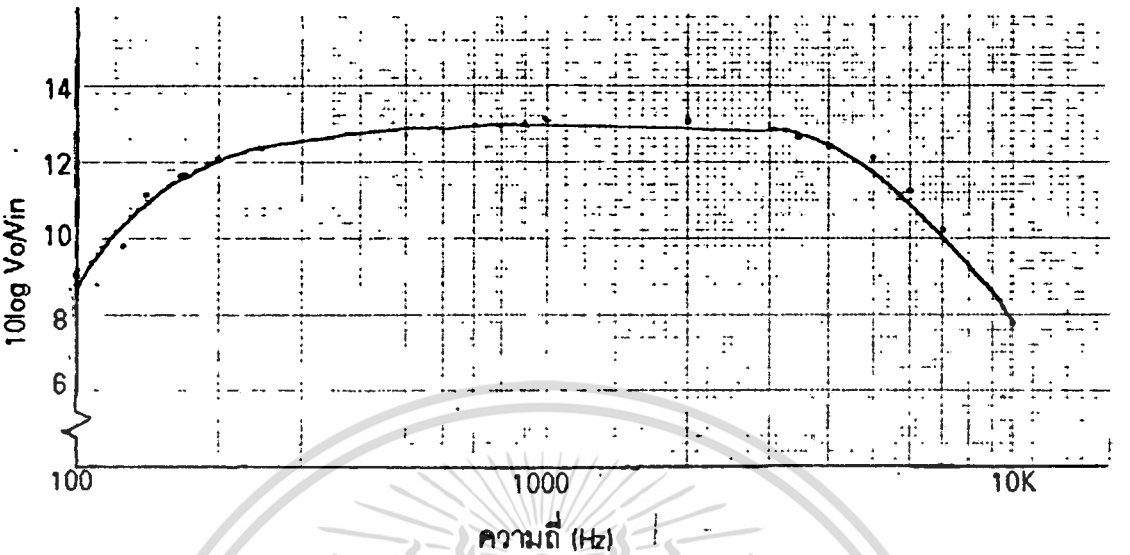
1.2 ป้อนสัญญาณไซน์เวฟขนาด 50 mV_{p-p} ด้วยความถี่ต่างๆตามตาราง แล้ววัดสัญญาณเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ความถี่(Hz)	เอาท์พุท(V)	Vo / Vin	10log (Vo/Vin)
100	0.4	8	9.03
125	0.48	9.6	9.82
150	0.64	12.8	11.07
175	0.76	15.2	11.82
200	0.80	16	12.04
250	0.84	16.8	12.25
400	0.92	18.4	12.65
500	0.94	18.8	12.74
600	0.96	19.2	12.83
700	0.98	19.6	12.92
800	0.98	19.6	12.92
900	0.99	19.8	12.97
1000	1	20	13.01
2000	1	20	13.01
3000	0.96	19.2	12.83
3100	0.94	18.8	12.74
3200	0.9	18	12.55
3300	0.9	18	12.55
3400	0.88	17.6	12.46
3500	0.86	17.2	12.36
4000	0.84	16.8	12.25
5000	0.8	16	12.04
6000	0.66	13.2	11.2
7000	0.52	10.4	10.17
10000	0.3	6	7.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความถี่คัทออฟของวงจร

2. วงจรรวมสำหรับส่วนแปลงสัญญาณเสียงเข้า/ออกพีซี โดยใช้ร่วมกับซอฟแวร์มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 18 และ 19 เสียบการ์ดเข้ากับ slot ของ PC จากนั้นรันโปรแกรม

2.2 ป้อนสัญญาณเสียงจากเทปเข้าสู่วงจรเก็บไว้ในพีซีในรูปของไฟล์ sound.dat

2.3 ใช้โปรแกรมเลือกการแสดงผลออกทางลำโพง

ผลการทดลอง

เมื่อทำการรันโปรแกรมในการนำข้อมูลเข้าแล้วจัดเก็บในรูปของไฟล์ แล้วทำการทดลองโดยนำสัญญาณเสียงที่จัดเก็บลงไฟล์แล้วนั้นเล่นออกทางลำโพง ผลปรากฏว่าสามารถเล่นสัญญาณเสียงที่ทำการบันทึกไว้แล้วตอนต้นออกมาได้ แสดงว่าวงจรส่วนแปลงสัญญาณเข้า/ออกพีซีสามารถทำงานได้

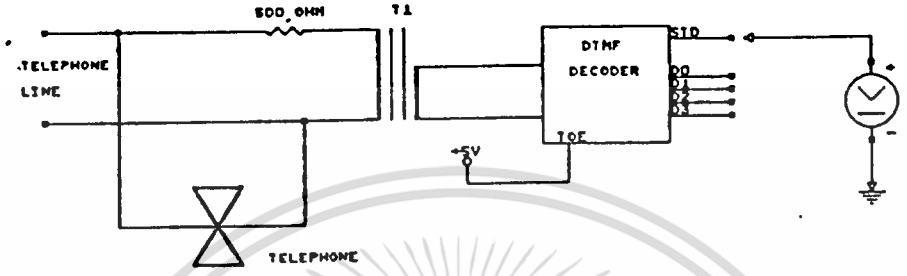
3. วงจร DTMF

ทำการทดสอบการถอดรหัสสัญญาณความถี่ DTMF โดยอาศัยสัญญาณ DTMF จากเครื่องโทรศัพท์ที่ต่อพ่วงอยู่กับวงจรถอดรหัส ซึ่งเมื่อมีสัญญาณ DTMF เข้ามา และวงจรถอดรหัสสามารถถอดรหัสได้ จะให้เอาท์พุทออกมาด้วยค่าแรงดันขนาดประมาณ 5 โวลท์ ซึ่งประกอบไปด้วยค่าของคีย์ที่กด 4 เอาท์พุท และสัญญาณ STD อีก 1 เอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดสอบ

1. ต่อวงจรตามรูปที่



รูปที่ 4.2 แสดงการทดสอบวงจร DTMF Decoder

2. กดปุ่มหมายเลขที่หน้าปัทม์ของเครื่องโทรศัพท์ทีละปุ่ม แล้วใช้มิเตอร์วัดแรงดันที่ขา 8 (STD), 11, 12, 13, 14 (D0-D3) แล้วบันทึกค่าที่ได้ลงในตารางการบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

KEY	D3(V)	D2(V)	D1(V	DO(1	STD(V)
0	0	0	0	5	5
1	0	0	5	0	5
2	0	0	5	0	5
3	0	0	5	5	5
4	0	5	0	0	5
5	0	5	0	5	5
6	0	5	5	0	5
7	0	5	5	5	5
8	5	0	0	0	5
9	5	0	0	5	5
0	5	0	5	0	5
*	5	0	5	5	5
#	5	5	0	0	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 25

2. วัดสัญญาณที่ ขา 4 ของ IC MC34012, ขา 5 ของ opto-coupie, ขา 3 ของ IC NE555

ผลการทดลอง

- เอาท์พุทขา 4 ของ IC MC34012 เป็นสัญญาณระดับต่ำมีขนาด 20 โวลท์ เรียกว่าสัญญาณ Tone Ringing

- opto-couple รับสัญญาณจาก MC34012 เกิดสัญญาณลอจิกขนาด " 1 " เมื่อมีสัญญาณมา และเป็น "0" เมื่อไม่มีสัญญาณจาก MC34012 แล้วส่งเอาท์พุทไปยังส่วน mono-stable IC NE555

- เอาท์พุทขา 3 ของ IC 555 เป็นสัญญาณพัลส์ 1 ลูก

5.วงจร Tone Decoder

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 29

2. วัดสัญญาณที่ ขา 8 ของ IC LM567

ผลการทดลอง

- สัญญาณที่ขา 8 เป็นลอจิก " 0 "

6. วงจร Tone encoder

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 38 ต่อเข้ากับวงจรรูปที่ 33 โดยนำเอาท์พุทของวงจรนี้ป้อนเป็นอินพุทให้กับวงจรรูปที่ 33

2. ป้อนอินพุตให้กับวงจร ดังตารางแสดงข้อมูลที่จะส่งให้ TCM 5087 รูปที่ 37

3. วัดสัญญาณที่ขา 11, 12, 13, 14 และ 15 ของ IC MT8870

ผลการทดลอง

เมื่อป้อนอินพุทให้กับ TCM 5087 ดังตารางทีละค่า แล้วสัญญาณที่ขา 11, 12, 13, 14 และ 15 ของ MT8870 ที่วัดได้เป็นดังตารางแสดงผลการทดสอบวงจร DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองส่วนต่างๆได้ดังต่อไปนี้

- sound card สามารถจัดเก็บข้อมูลเสียงและสามารถแปลงข้อมูลนั้นออกมาเป็นเสียงในระดับที่พอรับฟังได้

- การทำงานของวงจรควบคุมต่างๆที่เกี่ยวกับโทรศัพท์สามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ที่วางไว้

- โปรแกรมที่ใช้ควบคุม Hardware สามารถทำงานร่วมกันได้ตามต้องการ

ระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ (Electronic voice mail in telephone) ซึ่งทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้มีองค์ประกอบทาง Hardware ที่เอื้ออำนวยต่อการโปรแกรมให้ทำงานได้หลากหลายตามที่ต้องการ โดยทำการควบคุมผ่านพอร์ทต่างๆ

เราสามารถประยุกต์โครงงานนี้ให้สามารถใช้ในการส่งข้อมูลทั่วไปเช่น ข้อมูลราคาหุ้น,ข้อมูลจากศูนย์ถึงผู้ใช้บริการ หรือใช้ร่วมกับ PABX (Private Automatic Branch Exchang) เพื่อขยายโครงข่ายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วิจารณ์การทดลอง

ในการทดลองวงจรส่วนต่างๆ วงจรที่มีปัญหามากที่สุดคือวงจร sound card เนื่องจากการแปลงสัญญาณเสียงจากโทรศัพท์มีสัญญาณรบกวนมาก ส่วนวงจรกรองความถี่ที่ออกแบบไว้ยังไม่มีประสิทธิภาพดีพอ ในการลดทอนสัญญาณรบกวน ดังนั้นผู้ที่สนใจจะนำโครงงานนี้ไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นควรเลือกใช้วงจรกรองความถี่ที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ส่วน software ผู้ที่สนใจสามารถพัฒนาโปรแกรมขึ้นไปอีก เนื่องจากผู้ทดลองเน้นหนักทาง Hard ware (sound card) มาก จึงทำให้มีเวลาในการพัฒนาโปรแกรมน้อย ผลการทดลองจึงไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. วิศวกรรมการสื่อสาร , ประกิจ ดังติสานนท์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เครื่องบันทึกเสียงพูดระบบดิจิตอล , ประเสริฐ โรจน์สุธีวัฒน์, เซมิคอนดัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์,
ฉบับที่ 84 ก.พ.-มี.ค.2531, หน้า 140-151

3. คู่มือเทียบเบอร์ไอซี TTL , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, พ.ศ.2532

4.จรัสพรรณ พันธะ " ระบบชุมสายโทรศัพท์ภายในอัตโนมัติแบบให้บริการหลายหน้าที่ (MULTI-FUNCTION PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE)": วิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

5.วิทยา ศรีตะ, ศรณัฏฐ์ ปโมชนียกุล " เครื่องตอบรับโทรศัพท์และบันทึกข้อความอัตโนมัติ "

6.จรัสพรรณ พันธะ, บุญวัฒน์ อัตชู " ระบบตอบรับโทรศัพท์บนไมโครคอมพิวเตอร์ " ,การประชุมทางวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 16, สจล.

7. TELECOMMUNICATIONS DEVICE DATA , Sries C, Motorola, Thrid Printing, 1989

8. ธานินทร์ ถาวรศาสนวงศ์, ทินกร ดุ๊ก ' การอินเตอร์เฟส IBM PC '

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

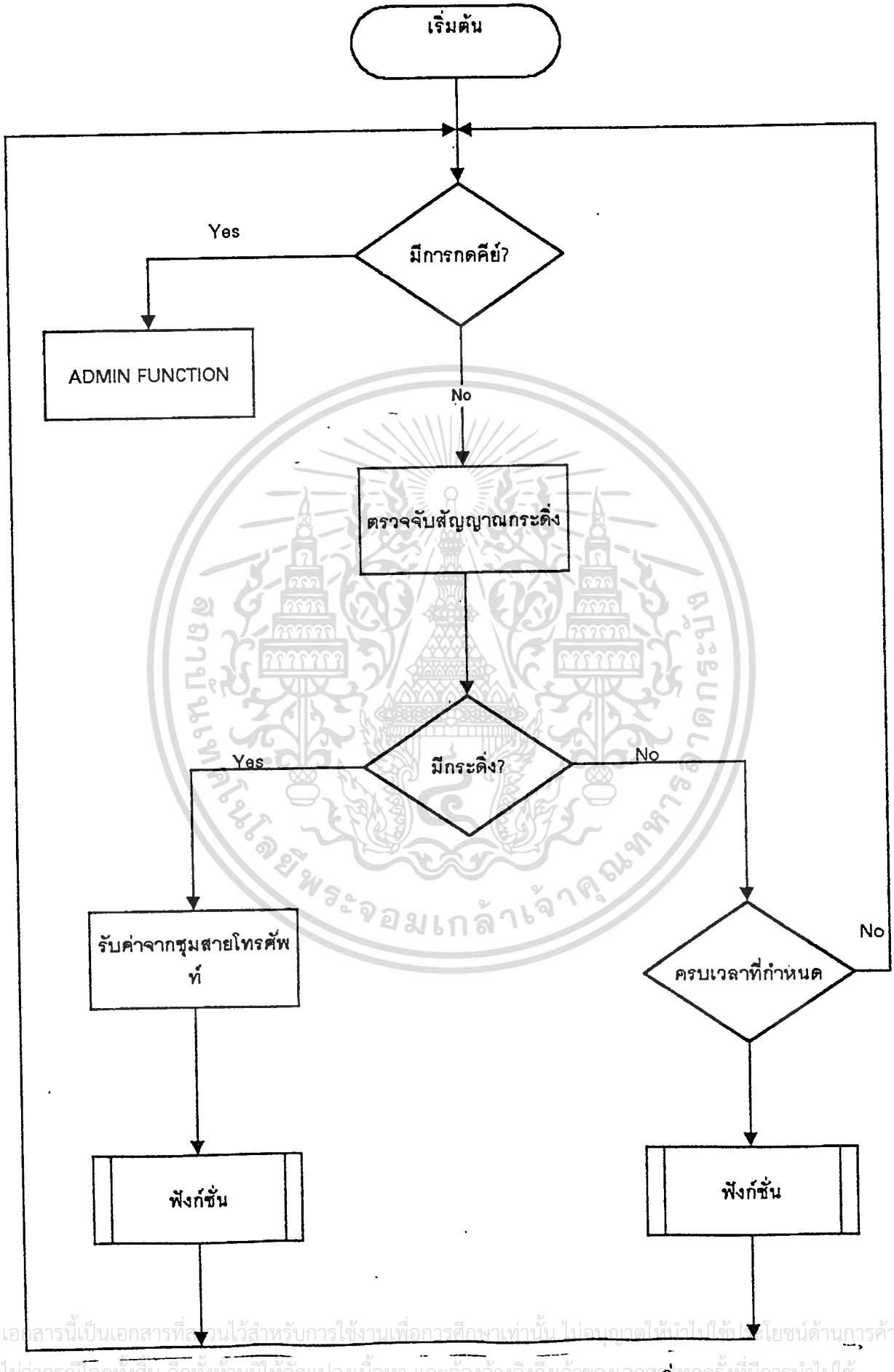
กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา, อาจารย์ทุกๆท่าน, รุ่นพี่ปริญญาโทภาคอิเล็คทรอนิคส์, รวมทั้งเพื่อนๆและรุ่นน้องทุกๆคน ที่เอื้อเฟื้อกำลังความรู้และกำลังใจในการทำโครงงานครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

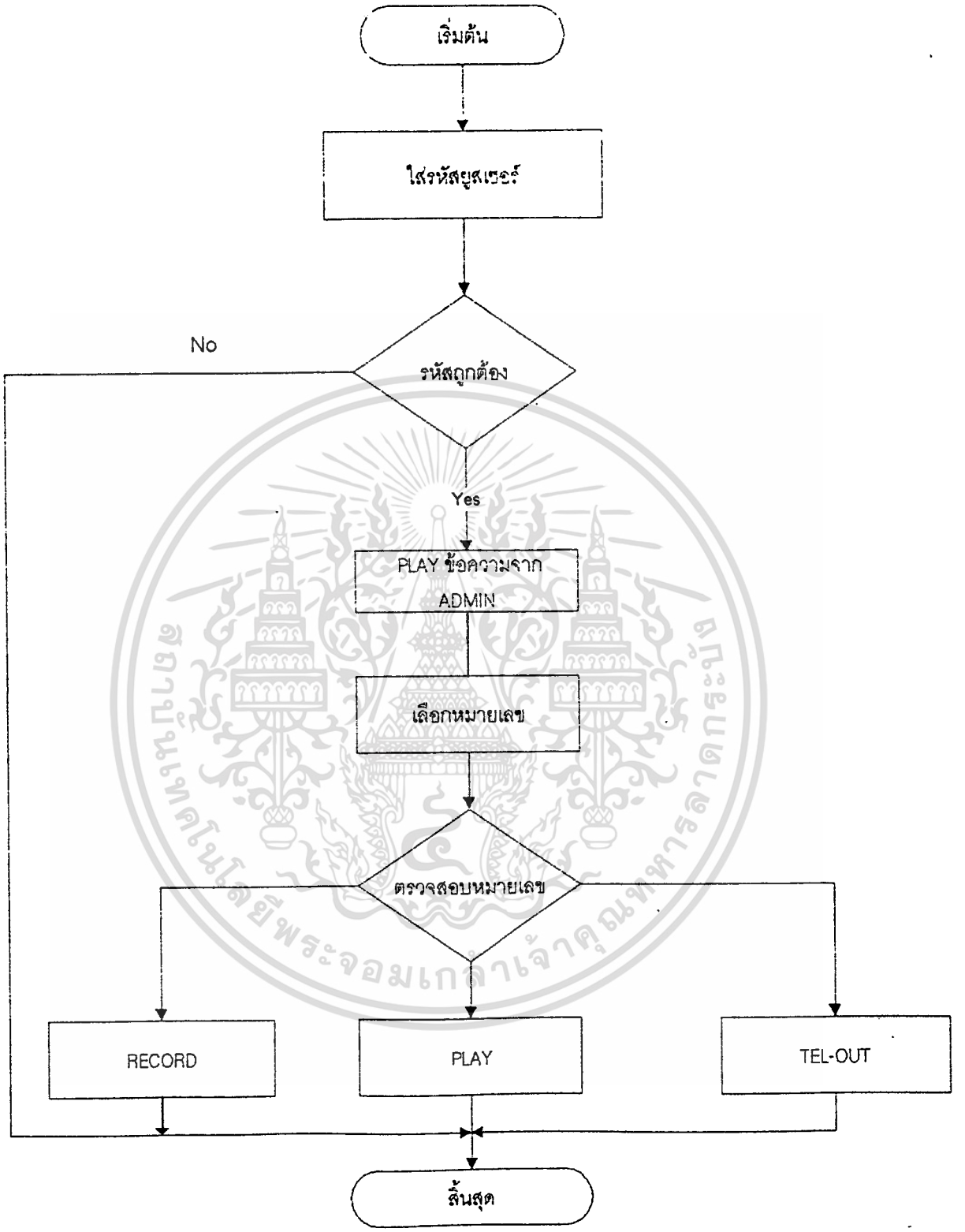
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



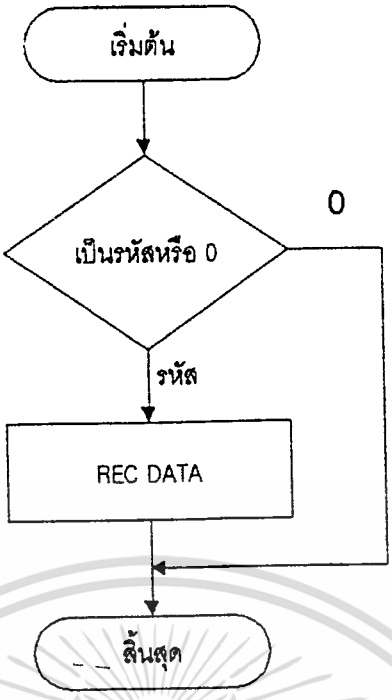
Flow chart ที่ 1 แสดงการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

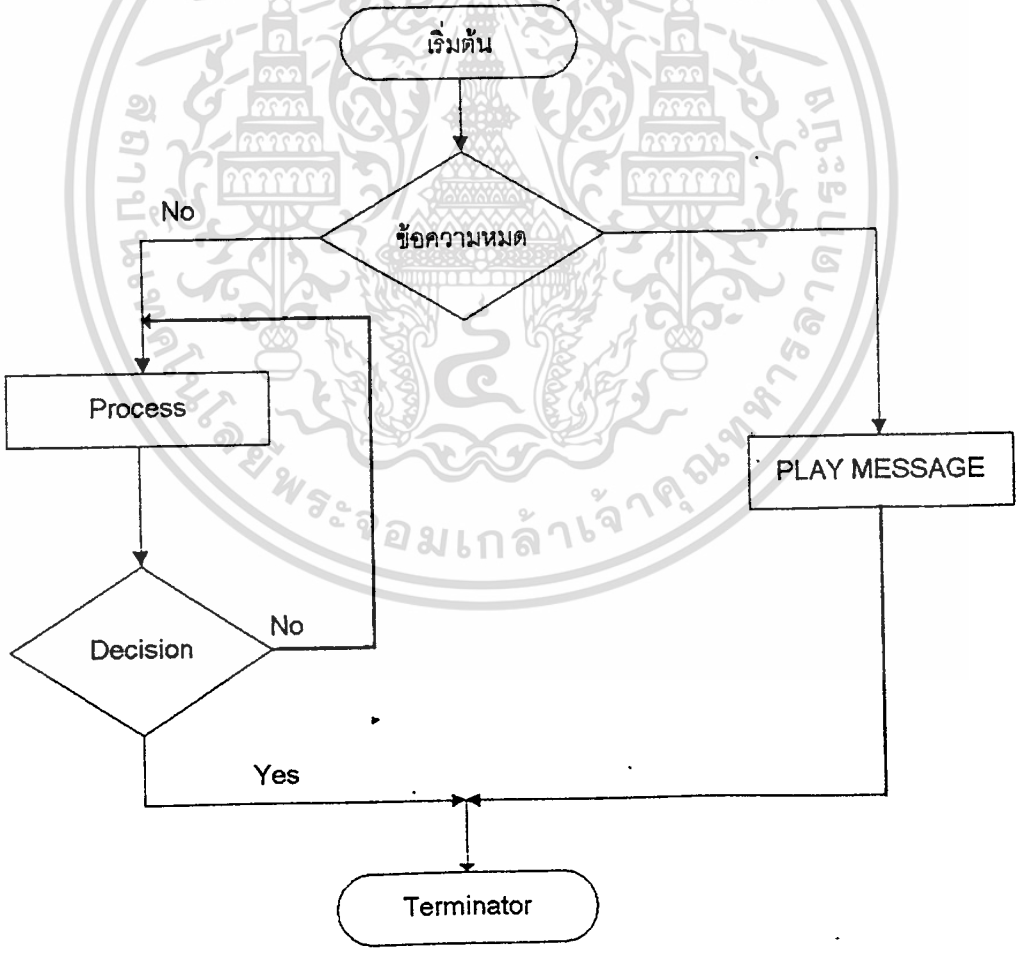


Flow chart ที่ 2 แสดงการเลือกใช้ฟังก์ชันของเครื่องตอบรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

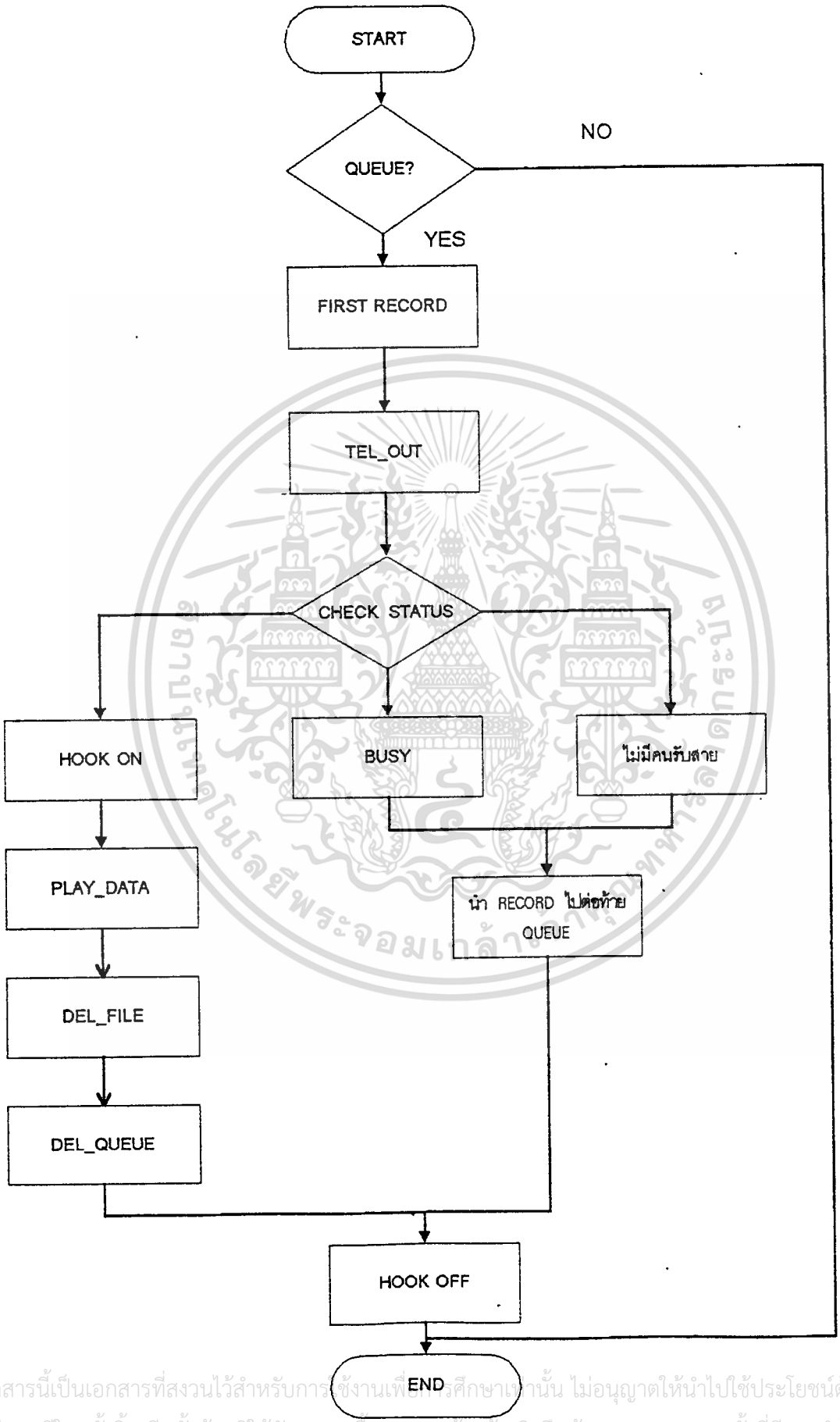


Flow chart ที่ 3 แสดงการบันทึกสัญญาณเสียง



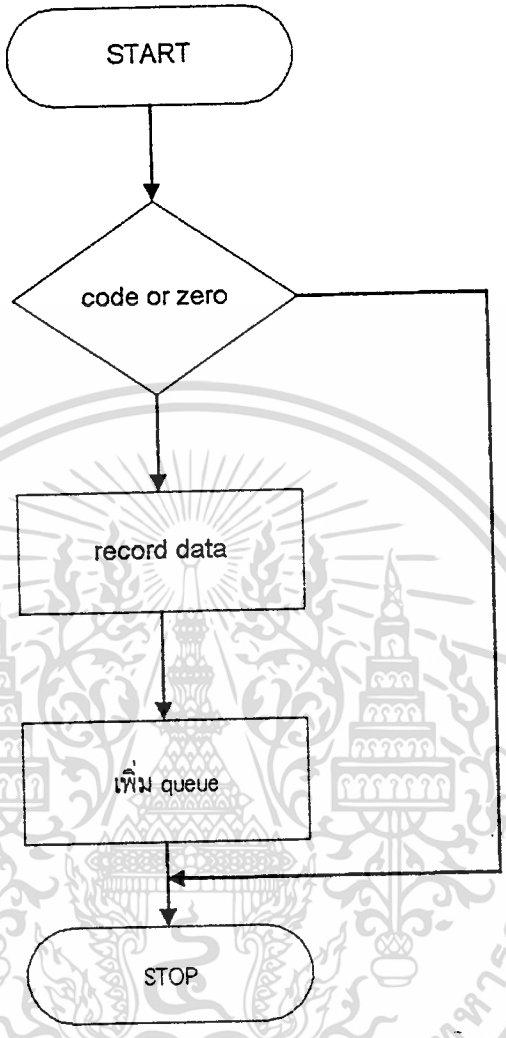
Flow chart ที่ 4 แสดงการเล่นกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow chart ที่ 5 แสดงการโทรออกอัตโนมัติ



Flow chart ที่ 6 แสดงการบันทึกเสียงไว้สำหรับโทรออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <dos.h>
#include <alloc.h>
#include <dir.h>

char inword;

static char *intro_message = "hello";
static char *err_msg = "error";

extern char input[5];
extern int tail;
extern struct node {
       char name[13];
       char code[5];
       char tel[8];
       }user[];


call_out(char *fname,char *tel_no)
{
    int i;

    hook_on();
    if((tel_out((char*) tel_no))==2)
       play(fname);
    else
       headtotail();
    hook_off();
}

main()
{
    int c,fn;
    int i=0,j=0;
    char fname[13];
    char temp[8];

    chk_code();
    while(1) {
    c=detect();
    switch(c) {
    case  0:{
                if(j==5) {
                hook_on();
                play(intro_message);
                while(i<3) {
                if ((c=get_id())!=1)  {   /*code n select fn*/
                      play(err_msg);
                      i++;
                   }
                else {
                        if ((c=(check_code(input)))!=-1) {
                             strcpy(fname,user[c].name);
                             fn=input[4];
                             c=truef(fname,fn);
                             if (c==-1) {}/*play(err_msg);*/
                             if (c==1) {}
                             break;
                        }
                        else {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        /*  play(err_msg);*/
                          i++;
                          }
                        }
                }
                  hook_off();
                }
                delay(3000);
                i++;break;
                }
    case -1:
                {  if (tail!=0)  {
                                read_queue(fname);
                      c=seek_tel(fname);
                      strcpy(temp,user[c].tel);
                      call_out(fname,temp);
                    }
                    break;
                }
    default:exit(0);
           }
           }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <dos.h>
#include <alloc.h>
#include <stdlib.h>
#include <dir.h>

#define _CPPARGS

#define PORT_REC  0x2A0
#define PORT_PLAY 0x2A1
#define PORT_IRQ  0x2A2

#define HOOK_OFF 0x2A5
#define HOOK_ON  0x2A4

unsigned char huge *ptr,*s_ptr;
void interrupt (*old_IRQ5)(_CPPARGS);

FILE *fp;
char fname[80];
unsigned char ch;
unsigned long i,j,rec_size=0;
int n;
int time_recieve=0;

static char *intro="hello!";

void interrupt R_Handle(_CPPARGS)
{

     disable();
                i++;
     *(unsigned char*)(ptr++)=inportb(PORT_REC);
     old_IRQ5();
     ch=inportb(0x21);
     ch&=0xDF;
     outportb(0x21,ch);
     enable();
}

void interrupt P_Handle(_CPPARGS)
{

     disable();
     i++;
     outportb(PORT_PLAY,*ptr++);
     ch=inportb(PORT_REC);
     old_IRQ5();
     ch=inportb(0x21);
     ch&=0xDF;
     outportb(0x21,ch);
     enable();
     }

void make_sound(char *fname){
        struct ffblk blk;

        if ((fp=fopen(fname,"rb"))==NULL){
                printf("\n\n\n\t\t\t          ERROR OPENING");
                getch();
                exit(0);
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else{
                findfirst(fname,&blk,FA_ARCH);
                s_ptr=(char*)farmalloc(blk.ff_fsize);
                ptr=s_ptr;
                for(j=0;j<blk.ff_fsize;j++){
           *ptr++ = fgetc(fp);
                 }

                old_IR05=getvect(0x0D);
                setvect(0x0D,P_Handle);
                ch=inportb(0x21);
                ch&=0xDF;
                outportb(0x21,ch);
                enable();
                outportb(PORT_IRQ,0x02);
                inportb(PORT_REC);
                i=0;
                ptr=s_ptr;
                do{
                        }while((!kbhit())&&(i<blk.ff_fsize));
                outportb(PORT_IRQ,0x01);
                setvect(0x0D,old_IR05);
                farfree(s_ptr);
                fclose(fp);
                }
        }

void quit(void)
{
    exit(1);
}

void rec_recieve(void){
        unsigned char ch;

        printf("Recording !");
        if((s_ptr=(unsigned char*)farmalloc((long)63*1024-4))==NULL) {
                printf("\nnot enough mem");
                exit(0);
                }
        old_IR05=getvect(0x0D);
        setvect(0x0D,R_Handle);
        ch=inportb(0x21);
        ch&=0xDF;
        outportb(0x21,ch);
        enable();
        outportb(PORT_IRQ,0xF0);
        inportb(PORT_REC);
        ptr=s_ptr;
        i=0;
        delay(20000);
        rec_size=i;
        outportb(PORT_IRQ,0x01);
        setvect(0x0D,old_IR05);
        sprintf(fname,"tae%d",time_recieve);
        time_recieve++;
        if ((fp=fopen(fname,"wb"))==NULL){
                printf("\n\t\t\t\t     ERROR OPENING\n");
                farfree(s_ptr);
                exit(0);
                }
        else{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ptr=s_ptr;
                for(j=0;j<rec_size;j++) {
                        fputc(*ptr++,fp);
                        }
                fclose(fp);
                printf("\n\n\t\t\t                SUCCESS\n");
                }
        farfree(s_ptr);
        }

void main(void)
{
        int i,dt;


  outportb(HOOK_OFF,0x00);
        do{
                clrscr();
                dt=tele_detect();
                if(dt==0){
                        outportb(HOOK_ON,0x00);
                        make_sound(intro);
                        rec_recieve();
                        delay(1000);
                        outportb(HOOK_OFF,0x00);
                        printf("Record Successful !\n\n");
                        }
                }while(dt==0);
        if(kbhit())getch();
        printf("Press any key !\n");
        getch();

        clrscr();
        printf("Playback all record(s)\n\n");
        for(i=0;i<time_recieve;i++){
                sprintf(fname,"taew%d",i);
                printf("File No. %d",i+1);
                make_sound(fname);
                printf("\n");
                delay(1000);
                }
}
```

โปรแกรมที่ 1 โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <stddef.h>
#include <string.h>

#define PHONE_STATUS_IN 0x40
#define CTRL_ADDR 0x2A3
#define HOOK_OFF 0x2A4
#define HOOK_ON 0x2A5
#define DTMF_OUT 0x2A6
#define DETECT 0x01
#define NO_DTMF 0x00
#define DTMF 0x02

int ring_no_reciever =10;
int retry_enquiry=1;
long Maxcount =1000;
int length=4;
char input[5];

char get_dtmf();

/*-------------------------------------------------------------*
  wait for ringing
  return  0 for ringing in
          ascii code for keyboard hit
          -1 for time out and call out to user
 *-------------------------------------------------------------*/
int detect()
{
   int c,counter=0;
   while(!kbhit())  {
        if(((inportb(CTRL_ADDR)) & DETECT)==DETECT)
          return 0;                          /* ringing */
        else {
             delay(20);
             if(counter++ >= Maxcount)
               return -1;                    /* no ringing */
         }
}
    if ((c = getch()) == 0 )
       c = getch() + 128;
    return c;                                /* key press */
}


/*-------------------------------------------------------------*
  call getdtmf for one charactor and concat to construct user id of
  length "length"
  return   -1 for id error (hook off)
            1 and id otherwise
 *-------------------------------------------------------------*/
int get_id(unsigned char input[])
{
    int i;
    char temp;

    for(i=0;i<5;i++) {
       temp=(char)get_dtmf();
       input[i]=temp;
       if(temp==(char)-1)
          i=5;
       else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        return -1;
    }
    input[i]=NULL;
    return 1;
}


/*-------------------------------------------------------------*
  get one charactor of DTMF code of one press
  return   charactor of DTMF code
           -1  if error
 *-------------------------------------------------------------*/
char get_dtmf()
{

    unsigned char inword;
    int i;
    int temp;

    i=0;
    while( (inportb(CTRL_ADDR) & DTMF )!=DTMF) {
/*      i++;
        delay(20);
        if(i==1000) {
           if((temp=phone_status_in())==4)
              i=0;
           else
              if(temp!=4)
                return -1;
           } */
       }
    inword = inportb(CTRL_ADDR);
    inword = ((inword & 0x3e) >> 2 )+'0' ;

    switch(inword) {
          case ':' : inword='0';
                     break;
          case  ;  : inword= *';
                     break;
          case '<  : inword='* ;
                     break;
    }
    while (((inportb(CTRL_ADDR))-&-DTMF) == DTMF)()
    return(inword);
}


/*-------------------------------------------------------------*
  determine if there is a DTMF hit
  return   0 there is not DTMF hit
           1 there is DTMF hit
 *-------------------------------------------------------------*/
int dtmf_hit()
{
    if ((inportb(CTRL_ADDR) & DTMF) == DTMF) {
    while ((inportb(CTRL_ADDR) & DTMF) == DTMF) {}
          return 1;
    }
    else
          return 0;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void hook_on()
{
     inport(HOOK_ON);
}


void hook_off()
{
     inport(HOOK_OFF);
}


/*-------------------------------------------------------------*
  flash delay time msec
  return  none
 *-------------------------------------------------------------*/
void flash(int time)
{
     hook_off();
     delay(time);
     hook_on();
}



/*-------------------------------------------------------------*
  check for status of telephone line
  return   0   for reciever hook on
           1   for ring back tone
           2   for line busy
           3   for line ready
 *-------------------------------------------------------------*/
int phone_status_in()
{
    unsigned int a;
    int i,no,c;
    int temp ;

    for(i=0;i<3;i++) {
      no = c = 0;
      a = inportb(CTRL_ADDR);
      while((a & PHONE_STATUS_IN) == PHONE_STATUS_IN) {
            a = inportb(CTRL_ADDR);
            delay(15);
            c++;
            if (c > 60) {
                temp = 3;
                break;
                }
            }
      while((a & PHONE_STATUS_IN) != PHONE_STATUS_IN) {
            if (no>250) {
               break;
               }
            no++;
            a = inportb(CTRL_ADDR);
            delay(15);
            }
        if (no > 250) {
            temp = 0;
            break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น สงวนสิทธิ์ไม่ให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }
        else
            if (no >=150) {
                temp = 1;
                break;
                }
            else
                if (c > 60) {
                    temp = 3;
                    break;
                    }
/*              else
                    if (no < 10) {
                        temp = temp;
                        i--;
                    }  */
                    else
                        temp = 2;
    }
    /* printf("%2d",temp); */
    return temp;
}


/*-------------------------------------------------------------*
  simulate telephone_call
  return 0 if success
 *-------------------------------------------------------------*/
void tel_call(char *tel_no_in)
{
     char temp;
     int inttemp;

     while ((temp = *(tel_no_in++)) != NULL) {
           inttemp = conv_to_dtmf(temp);
           outportb(DTMF_OUT,inttemp);
           delay(300);
           outportb(DTMF_OUT,NO_DTMF);
           delay(200);
     }
}


conv_to_dtmf(char no_in)
{
     switch(no_in) {
           case '1' : return 0XE1;
           case '2' : return 0XE2;
           case '3' : return 0XE4;
           case '4' : return 0XD1;
           case '5' : return 0XD2;
           case '6' : return 0XD4;
           case '7' : return 0XB1;
           case '8' : return 0XB2;
           case '9' : return 0XB4;
           case '*' : return 0X71;
           case '0' : return 0X72;
           case '#' : return 0X74;
     }
     return 1;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int is_telcard_exist()
{
    int  i;

    for (i=0;i<100;i++)  {
        if (((inportb(CTRL_ADDR)) & DETECT) == DETECT)
        return 0;
    }
    return 1;
}


int tel_out(char *tel_no)
{
    int status,time,count,no;

/*
    while(status == 1) {
         flash(500);
         delay(100);      */
         tel_call(tel_no);
         if((phone_status_in()) == 1) {                  /* ring back tone */
             time = 0;
             while((phone_status_in()) == 1) {
             if(time++ > ring_no_reciever)
               return 3;                            /* no reciever hook on */
             }
             return 2;                               /* reciever hook on */
         }
         else {
            return 1;                                /* busy and exit */
         }
}
```

โปรแกรมที่ 2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <dos.h>
#include <alloc.h>
#include <stdlib.h>
#include <dir.h>

#define _CPPARGS

#define PORT_REC  0x2A0
#define PORT_PLAY 0x2A1
#define PORT_IRQ  0x2A2

unsigned char huge *ptr,*s_ptr;
void interrupt (*old_IRQ5)(_CPPARGS);

FILE *fp;
unsigned char ch;
unsigned long i;
int fn;
void interrupt R_Handle(_CPPARGS)
{

     disable();
     i++;
     *(unsigned char*)(ptr++)=inportb(PORT_REC);
     old_IRQ5();
     ch=inportb(0x21);
     ch&=0xDF;
     outportb(0x21,ch);
     enable();
}

void interrupt P_Handle(_CPPARGS)
{

     disable();
     i++;
     outportb(PORT_PLAY,*ptr++);
     ch=inportb(PORT_REC);
     old_IRQ5();
     ch=inportb(0x21);
     ch&=0xDF;
     outportb(0x21,ch);
     enable();
     }

int  record(fname)
char fname[];
{
     int j;

     i=0;
     clrscr();
     printf("\n\n\n\n");
     printf("\t\t\t          ...RECORDING...\n");
     printf("\t\t\t       Press any key to stop\n");

     if((s_ptr=(unsigned char*)farmalloc((long)64*1024-4))==NULL) {
       return -1;
       }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ptr=s_ptr;
    old_IRQ5=getvect(0x0D);
    setvect(0x0D,R_Handle);
    ch=inportb(0x21);
    ch&=0xDF;
    outportb(0x21,ch);
    enable();
    outportb(PORT_IRQ,0xF0);
    inportb(PORT_REC);

    do
    {
    }while(!dtmf_hit);

    outportb(PORT_IRQ,0x01);
    setvect(0x0D,old_IRQ5);

    printf("\n\n\n\n\t\t\t\t            size=%u",i);
    if ((fp=fopen(fname,"wb"))==NULL)
        return -2;
    else
    {
     for(j=0;j<i;j++) {
        fputc(*s_ptr++,fp);
        }
     printf("\n\n\t\t\t\t            SUCCESS\n");
    }
    return 1;
}



int play(fname)
char fname[];
{
    struct ffblk blk;
    int j;
    i=0;
    clrscr();
    printf("\n\n\n\n");
    printf("\t\t\t\t          ...PLAYING...\n");
    printf("\t\t\t\t       Press any key to stop\n");


    if ((fp=fopen(fname,"rb"))==NULL)
        return -1;
        else
        {
        findfirst(fname,&blk,FA_ARCH);
        if((s_ptr=(unsigned char*)farmalloc(blk.ff_fsize))==NULL)
        return -2;
        ptr=s_ptr;
        for(j=0;j<blk.ff_fsize;j++)
         {
        *ptr++ = fgetc(fp);
        }

        old_IRQ5=getvect(0x0D);
        setvect(0x0D,R_Handle);
        ch=inportb(0x21);
        ch&=0xDF;
        outportb(0x21,ch);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        enable();
        outportb(PORT_IRQ,0x02);
        inportb(PORT_REC);

        do
          {
          } while((!dtmf_hit())&&(i<blk.ff_fsize));
        outportb(PORT_IRQ,0x01);
        setvect(0x0D,old_IRQ5);
        printf("\n\t\t\t\t      %u byte",i);
        return 1;
        }
}

void quit(void)
{
    exit(1);
}

char select(void)
{
    char n;
    printf("\n\n\n\n");
    printf("\t\t\t          Choose :\n\n");
    printf("\t\t\t\t       1)Record\n\t\t\t\t       2)Play\n\t\t\t\t       3)Quit\n");
    printf("\n\t\t\t          Select :");
    n=getch();
    return n;
}

int truef(fname,fn)
char fname[];
int fn;
{
    int t;
    clrscr();
    switch (fn)
    {  case '1': t=record(fname);
                 if(t==1) {
                    fclose(fp);
                    farfree(s_ptr);
                    return 1;
                    }
                 if(t==-1)
                   return -1;
                 if(t==-2) {
                    farfree(s_ptr);
                    return -1;
                    }
                 getch();
                 break;
       case '2': t=play(fname);
                 if(t==1) {
                    farfree(s_ptr);
                    fclose(fp);
                    return 1;
                    }
                 if(t==-1)
                    return -1;
                 if(t==-2) {
                    fclose(fp);
                    return -1;
                    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            getch();
            break;
    default: return -1;
    }
}
```

โปรแกรมที่ 3 โปรแกรมควบคุมการทำงานของ Sound card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>

char queue[10][13];
int tail=0;

void insert_queue(char *name){
  strcpy(queue[tail],name);
  tail++;
 }

void read_queue(char *name){
  if(tail>0)
    strcpy(name,queue[0]);
  else
    strcpy(name,"");
  }

void delete_queue(void){
  int i;

  if(tail>0){
    tail--;
    for(i=0;i<tail;i++)
      strcpy(queue[i],queue[i+1]);
    }
  strcpy(queue[tail],"");
  }

void headtotail(void){
  char temp[13];

  read_queue(temp);
  delete_queue();
  insert_queue(temp);
  }
```

โปรแกรมที่ 4 โปรแกรมจัดลำดับคิวในการโทรออกอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <string.h>

#define MAX 10

struct node{
       char name[13];
       char code[5];
       char tel[8];
       }user[MAX];


chk_code()
{

    strcpy(user[1].name,"jo1");
    strcpy(user[1].code,"001");
    strcpy(user[1].tel,"2590151");
    strcpy(user[2].name,"jo2");
    strcpy(user[2].code,"002");
    strcpy(user[2].tel,"4675266");
    strcpy(user[3].name,"jo3");
    strcpy(user[3].code,"003");
    strcpy(user[3].tel,"4125939");
    strcpy(user[4].name,"jo4");
    strcpy(user[4].code,"004");
    strcpy(user[4].tel,"4359352");
    strcpy(user[5].name,"jo5");
    strcpy(user[5].code,"005");
    strcpy(user[5].tel,"2216550");
}


int check_code(input)
char input[5];
{
    int i=0;

    while(i<4) {
       if((strncmp(user[i].code,input,4))!=0)
       i++;
       else
       return i;
       }
       return 0;
}



seek_tel(char *fname)
{
    int i;
    for(i=0;i<6;i++)
    if ((strcmp(fname,user[i].name))==0)
    return i;
}
```

โปรแกรมที่ 5 โปรแกรมการจัดการผู้ใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <dos.h>
#include <alloc.h>
#include <dir.h>

char inword;

static char *intro_message = "hello";
static char *err_msg = "error";

extern char input[5];
extern int tail;
extern struct node {
       char name[13];
       char code[5];
       char tel[8];
       }user[];


call_out(char *fname,char *tel_no)
{
    int i;

    hook_on();
    if((tel_out((char*) tel_no))==2)
       play(fname);
    else
       headtotail();
    hook_off();
}

main()
{
    int c,fn;
    int i=0,j=0;
    char fname[13];
    char temp[8];

    chk_code();
    while(1) {
       c=detect();
       switch(c) {
          case  0:{
                  if(j==5) {
                     hook_on();
                     play(intro_message);
                     while(i<3) {
                        if ((c=get_id())!=1)  {   /*code n select fn*/
                           play(err_msg);
                           i++;
                           }
                        else {
                          if ((c=(check_code(input)))!=-1) {
                               strcpy(fname,user[c].name);
                               fn=input[4];
                               c=truef(fname,fn);
                               if (c==-1) {}/*play(err_msg);*/
                               if (c==1) {}
                               break;
                          }
                        else  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        /*  play(err_msg);*/
                        i++;
                        }
                      }
                }
                 hook_off();
                }
                delay(3000);
                j++;break;
                }
    case -1:
              {  if (tail!=0)  {
                     read_queue(fname);
                     c=seek_tel(fname);
                     strcpy(temp,user[c].tel);
                     call_out1(fname,temp);
                   }
                   break;
                }
    default:exit(0);
           }
           }
}
```

โปรแกรมที่ 6 โปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้