สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบบริการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยใช้คอมพิวเตอร์

Automatic Data Service by Computer via Telephone Line

T036903

โดย

นาย ขจรศักดิ์ ศรีสว่างสุข รหัส 40013285

นางสาว สุกัญญา พุกอิ่ม รหัส 40013312

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36903
วัน, เดือน, ปี 29 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบบริการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยใช้คอมพิวเตอร์
นักศึกษา	นาย ขจรศักดิ์ ศรีสว่างสุข รหัส 40013285 3L
	นางสาว สุกัญญา พุกอิ่ม รหัส 40013312 3L
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผ.ศ. อุทัย ศรีธีระวิโรจน์
ปีการศึกษา	2542

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานธรรมการ

(.....)

.....กรรมการ

(.....)

.....กรรมการ

(.....)

.....กรรมการ

(.....)

.....กรรมการ

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
สารบัญ		I
สารบัญตาราง		III
สารบัญรูป		IV
บทคัดย่อภาษาไทย		VI
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		VII
บทที่	1. บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
	1.2 หน้าที่ภาคต่างของโครงงาน	2
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	3
	1.4 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	3
บทที่	2. ทฤษฎีบท	4
	2.1 ระบบโทรศัพท์	4
	2.2 มาตราฐานโทรศัพท์	4
	2.3 ระบบส่งสัญญาณแบบความถี่	5
	2.4 ส่วนของการถอดรหัสภาค DTMF	5
	2.5 ส่วนของการอินเตอร์เฟส	7
บทที่	3. โครงสร้างของระบบโครงงาน	23
	3.1 โครงสร้างส่วนฮาร์ดแวร์	23
	3.2 การออกแบบโครงสร้างซอฟต์แวร์	30
บทที่	4. ผลการทดลองของโครงงาน	87
	4.1 ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	87
	4.2 ภาคตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง	87
	4.3 ภาคถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์	88
	4.4 สรุปผลการทดลอง	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่	5. สรุปผลของโครงงานและแนวทางการแก้ไข	90
	5.1 ส่วนสรุปผลของโครงงาน	90
	5.2 การปรับปรุงและพัฒนา	90
	5.3 การใช้งานสำหรับผู้ใช้บริการ	90
	5.4 การเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูล	91
เอกสารอ้างอิง		103
กิตติกรรมประกาศ		104
ภาคผนวก		105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมหน้าที่ภาคต่างๆของระบบ	2
รูปที่ 2.1 แสดงมาตราฐานสัญญาณโทรศัพท์	5
รูปที่ 2.2 แสดงหมายเลขและค่าความถี่ DTMF	5
รูปที่ 2.5.1 Slot IBM PC	11
รูปที่ 2.5.2.1 แผนภาพบล็อกภายในและสัญญาณไอซี 8255	12
รูปที่ 2.5.2.2 ความหมายของบิตภายในไบต์ข้อมูลควบคุมสำหรับ 8255	14
รูปที่ 2.5.2.3 แผนภาพแสดงการสร้างสัญญาณเลือกอุปกรณ์ $\overline{CS}$ ให้กับ 8255 โดยการถอดรหัสจากบัสแอดเดรส A2-A7	16
รูปที่ 2.5.2.4 แผนภาพการใช้สัญญาณบอกสภาวะความพร้อมในการติดต่อระหว่าง 8255 กับอุปกรณ์ภายนอก	17
รูปที่ 2.5.2.5 แผนภาพการใช้สัญญาณบอกสภาวะความพร้อมในการติดต่อระหว่าง 8255 กับอุปกรณ์ภายนอก	18
รูปที่ 2.5.2.6 การกำหนดการทำงานของ 8255 ในโหมด 1 เพื่อให้พอร์ต A เป็นพอร์ตสำหรับการส่งออกข้อมูล และพอร์ต B เป็นพอร์ตสำหรับการรับเข้าข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก	19
รูปที่ 2.5.2.7 แผนภาพแสดงหลักการทำงานของ 8255 เมื่อได้รับการกำหนดให้ทำงานในโหมด 2	20
รูปที่ 2.5.3 วงจรดีโค้ดโดยใช้สวิทช์เลือก	22
รูปที่ 3.1.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรทั้งหมด	26
รูปที่ 3.1.2 แสดงวงจรภาค Ringing Detector, DTMF Receiver, Interface	27
รูปที่ 3.1.3 แสดงวงจรภาค Busy Detector	28
รูปที่ 3.2.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของส่วนควบคุม	30
รูปที่ 3.2.2 รูปแสดงระบบแจ้งผลการศึกษาอัตโนมัติ	43
รูปที่ 3.3.1 รูปหน้าต่างเมนูหลัก	46
รูปที่ 3.3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของแฟ้มข้อมูลนักศึกษา	47
รูปที่ 3.3.3 รูปหน้าต่างของแฟ้มข้อมูลรายชื่อนักศึกษา	52
รูปที่ 3.3.4 รูปหน้าต่างค้นหาข้อมูลแฟ้มข้อมูลรายชื่อนักศึกษา	55
รูปที่ 3.3.5 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของแฟ้มข้อมูลรายวิชา	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.3.6	รูปหน้าต่างของแฟ้มข้อมูลรายวิชา	62
รูปที่ 3.3.7	รูปหน้าต่างค้นหาข้อมูลของแฟ้มข้อมูลรายวิชา	65
รูปที่ 3.3.8	โฟลว์ชาร์ตการทำงานของแฟ้มข้อมูลตารางเกรด	66
รูปที่ 3.3.9	รูปหน้าต่างของแฟ้มข้อมูลตารางเกรด	72
รูปที่ 3.3.10	รูปหน้าต่างค้นหาข้อมูลของแฟ้มข้อมูลตารางเกรด	74
รูปที่ 3.3.11	โฟลว์ชาร์ตการทำงานของแฟ้มข้อมูลการลงทะเบียน	75
รูปที่ 3.3.12	รูปหน้าต่างของแฟ้มข้อมูลการลงทะเบียน	84
รูปที่ 3.3.13	รูปหน้าต่างค้นหาข้อมูลของแฟ้มข้อมูลการลงทะเบียน	86
รูปที่ 4.1	สัญญาณเปรียบเทียบเมื่อมีการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	87
รูปที่ 4.2	แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณสายไม่ว่างระหว่างอินพุทกับเอาท์พุท	88
รูปที่ 4.3	แสดงสัญญาณที่ขา STD, Q1-Q4 ของเบอร์ MT8870จากการกด หมายเลข 0-9 , * และ #	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบบริการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยใช้คอมพิวเตอร์
นักศึกษา	นาย ขจรศักดิ์ ศรีสว่างสุข รหัส 40013285
	นางสาว สุกัญญา พุกอิ่ม รหัส 40013312
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผ.ศ. อุทัย ศรีธีระวิโรจน์
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการบริการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติผ่านคู่สายโทรศัพท์ โดยมีคอมพิวเตอร์เก็บฐานข้อมูล และใช้ วงจรอินเตอร์เฟส MH 88632 รับสัญญาณจากโทรศัพท์ส่งผ่านไอซี 8255 ไปยังคอมพิวเตอร์ซึ่งจะเป็นตัวเก็บบันทึกฐานข้อมูล และใช้ ซอฟต์แวร์ซึ่งเขียนด้วยภาษาวิช่วลเบสิก ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดในการประมวลผล ผู้ใช้บริการสามารถสอบถามข้อมูลผ่านทางโทรศัพท์โดยทำรายการ ด้วยการกดหมายเลขบนแป้นโทรศัพท์ เครื่องใดๆก็ได้ ระบบสามารถโต้ตอบแสดงผลลัพธ์ทางเสียง ระบบนี้เป็นระบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถให้บริการตลอดเวลา ทำให้ผู้ใช้บริการได้รับบริการที่รวดเร็ว,สะดวกสบาย และ ประหยัดเวลา ที่จะต้องสูญเสียไปกับการมาติดต่อสอบถามด้วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Data Service by Computer via Telephone Line
Student	Mr. Kajonsak Srisvangsuk 40013285
	Miss. Sukanya Pookim 40013312
Thesis Advisor	Asst. Prof. Uthai Sritheeravirojana
Year	2542

ABSTRACT

This thesis present the automatic data service via telephone lines to access data base in computer server. By using the interface circuit MH 88632 to received the telephone signal pass though IC 8255 to access data base in computer. The software which programing by microsoft visual basic 6 will process program to control the system, user only press the telephone keypad from any subscriber. The system can interact automatically response the desired data by voice automatically that can service all the time, user will be received a quickly, comfort and spend a little bit time for contact the system

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1ความเป็นมาของโครงงาน

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาวิวัฒนาการเทคโนโลยีทางด้านระบบสื่อสารโทรคมนาคมแล้ว คอมพิวเตอร์เจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็วได้มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆมาพัฒนาและประยุกต์ใช้เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากเพื่อตอบสนองความต้องการอันไร้ขีดจำกัดของมนุษย์ในยุคข่าวสารข้อมูล (Information Age) การพัฒนาเทคโนโลยีโทรคมนาคมและระบบคอมพิวเตอร์ได้ผลักดันให้เกิดระบบและเครือข่ายสื่อสารโทรคมนาคมและคอมพิวเตอร์รูปแบบใหม่ๆเกิดขึ้นมากมายซึ่งได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมมนุษย์ การพัฒนารูปแบบใหม่ๆ ของการให้บริการโทรคมนาคมไม่ว่าจะบริการตามสายหรือการบริการแบบไร้สายเช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบต่างๆหรืออินเตอร์เน็ต (INTERNET) ต่างก็เกิดขึ้นเพื่อรองรับการแสวงหาข่าวสารข้อมูลของมนุษย์ให้รวดเร็วทันใจและมีประสิทธิภาพที่สุด ด้วยคุณภาพที่ดีขึ้นและค่าใช้จ่ายลดลงกว่าเดิม

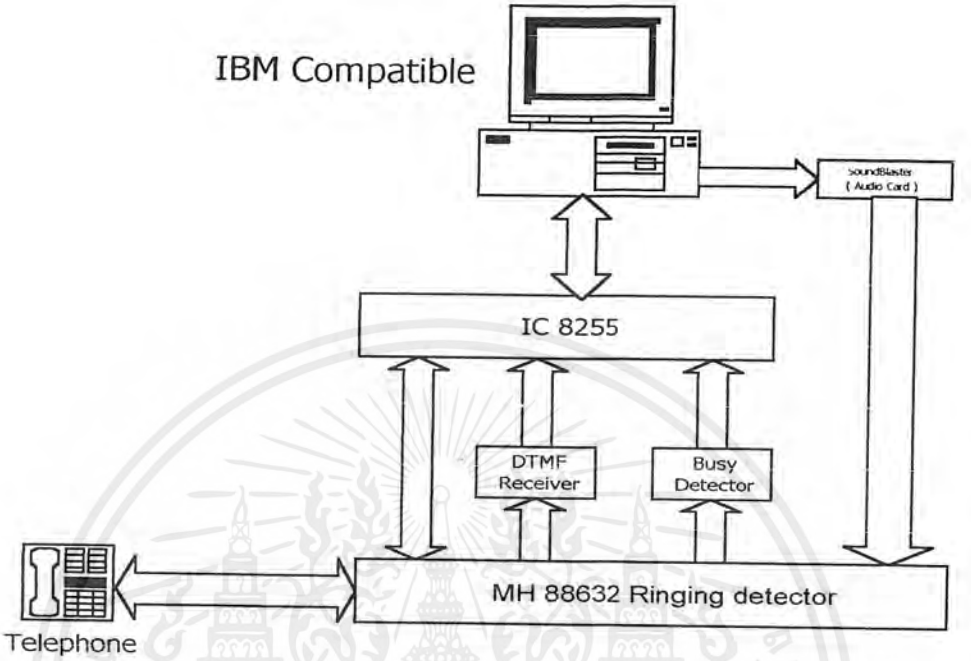
ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นในปัจจุบันเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคมทางด้านการบริการโทรศัพท์นับว่ามีความสำคัญสำหรับการติดต่อข่าวสารและจะทวีความสำคัญอย่างยิ่งในอนาคตและความก้าวหน้าทางอิเล็กทรอนิกส์ส่งผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้ในกิจการโทรคมนาคมซึ่งทำหน้าที่เหมือนสมองของระบบทำหน้าที่ควบคุม จดจำ สั่งงานและดูแลการทำงานของระบบ เพื่อให้บริการเป็นไปอย่างราบรื่นและคล่องตัว การพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software) ก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะเป็นตัวควบคุมให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถให้บริการพิเศษต่างๆได้มากขึ้น พร้อมทั้งการนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการติดต่อข่าวสาร พัฒนาเข้าสู่การรับ-ส่งข้อมูล

ในปัจจุบันการเดินทางสัญจรและระยะทางในการติดต่อธุรกิจต่างๆของคนในสังคมมีปัญหาเนื่องจากความแออัดคับคั่งของการจาราจรมากทำให้เกิดการสูญเสียเวลาค่าใช้จ่ายและทรัพยากรเป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดแนวความคิดซึ่งเป็นที่มาของโครงงานนี้คือ ระบบบริการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยใช้คอมพิวเตอร์ (Automatic Data Service by Computer via Telephone Line) โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล 8088 ผ่านอินเตอร์เฟสพอร์ตขนานของไอซี 8255 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด ไมโครคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ควบคุมและเป็นตัวเก็บบันทึกฐานข้อมูล ซึ่งโครงงานนี้ใช้ได้กับโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (Dual Tone Multi frequency) เพื่อติดต่อสอบถามได้ทันทีที่ศูนย์ข้อมูล (Database Center) ตามหมายเลขที่โครงงานกำหนดไว้ โดยระบบนี้เป็นระบบอัตโนมัติให้บริการได้ตลอดเวลา ด้วยบริการดังกล่าวจะทำให้เกิดความสะดวกสบาย รวดเร็ว ประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายและช่วยลดปัญหาความคับคั่งของการจลาจรตามไปด้วย โดยที่นักศึกษาสามารถสอบถามผลการศึกษาโดยไม่ต้องเสียเวลาเดินทางมาติดต่อสอบถามด้วยตัวเอง กับทางมหาลัยหรือสถาบันด้วยตัวเอง



รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมหน้าที่ภาคต่างๆของระบบ

1.2 หน้าที่ภาคต่างๆของโครงงาน

โครงงานนี้ การออกแบบโครงสร้างและระบบการทำงาน สามารถอธิบายหน้าที่หน้าที่ภาคต่างๆ ของโครงงานเป็นบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 1.1

1.2.1 การ์ดอินเตอร์เฟส (Interface)

ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน การจัดการสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของระบบทั้งหมด โดยใช้ซอฟต์แวร์วิช่วลเบสิกทำหน้าที่ควบคุมการ์ดอินเตอร์เฟส รวมทั้งระบบฐานข้อมูล

1.2.2 ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Detector)

ทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ เมื่อผู้ใช้บริการเรียกเข้ามายังเบอร์ของโครงงานที่กำหนดไว้แล้วส่งสัญญาณไปยังภาคอินเตอร์เฟสรับทราบว่ามีการเริ่มต้นของระบบ

1.2.3 ภาคตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง (Busy Detector)

ทำหน้าที่คอยตรวจจับสัญญาณเมื่อมีการวางหู ส่งไปยังภาคควบคุมรับทราบว่ามีการวางสายแล้วเพื่อต้องการให้รีเลย์ (Relay) กลับสู่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.4 ภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multi Frequency)

ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณที่รับมาจากคู่สายโทรศัพท์ว่าผู้ใช้บริการกดหมายเลขใด เข้ามาแปลงเป็นรหัส BCD (Binary Code Decimal) ส่งไปยังภาคอินเตอร์เฟส

1.2.5 ภาคสมดุลย์ (Matching Impedance)

ทำหน้าที่รับข้อมูลจากการ์ดเสียง (Audio Card) ในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อส่งสัญญาณผ่านเข้าสู่ขา 26 ของไอซี MH 88632 ที่ทำหน้าที่เป็น อิมพิแดนซ์ แมชชิ่ง (Impedance Matching) เพื่อที่จะทำให้ส่งสัญญาณเสียงออกสู่คู่สายโทรศัพท์ไปยังผู้ใช้บริการ

1.2.6 ภาคเก็บบันทึกฐานข้อมูล (Data base)

ทำหน้าที่เก็บฐานข้อมูลต่างๆที่ต้องการ บนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ฮาร์ดดิส (Hard disk) เป็นตัวเก็บบันทึกแฟ้ม ข้อมูล (File Data)

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้การออกแบบโครงสร้างสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆดังนี้

1.3.1 การออกแบบโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware)

การทำโครงงาน1นี้จะดำเนินการออกแบบวงจร ทดลองผลการทำงานของวงจรภาคต่างๆดังนี้ ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์, ภาคตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง, ภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF , ภาคสมดุลย์ ได้ดำเนินการออกแบบวงจรเสร็จเรียบร้อยแล้ว ตามที่แสดงในบล็อกไดอะแกรม รูปที่ 1.1

1.3.2 การออกแบบโครงสร้างทางซอฟต์แวร์ (Software)

การจัดทำโครงสร้างทางซอฟต์แวร์จะดำเนินการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรมวิช่วลเบสิก เพื่อที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยจะส่งผ่านข้อมูลทางการ์ดอินเตอร์เฟส และการจัดการระบบข้อมูลการบันทึกเสียงพูดทางบนฐานข้อมูล

1.4 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้คือเพื่อศึกษาหาความรู้และประสบการณ์ในด้านทฤษฎีและขั้นต้อนการปฏิบัติงานของไมโครคอมพิวเตอร์ตระกูล 8088 การออกแบบวงจรต่างๆให้สามารถทำงานร่วมกันได้ และยังสามารถนำโครงงานนี้ประยุกต์ใช้งานในหน่วยงานต่างๆได้จริง เช่น สอบถามคะแนนผลการสอบของนักศึกษาหรือสอบถามการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษาและข้อมูลอื่นๆ โดยการเก็บบันทึกเป็นแฟ้มข้อมูล (Data File Record)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีบท

2.1 ระบบโทรศัพท์

ในการศึกษาข้อมูลทางทฤษฎีของบทนี้นั้น ผู้ที่จะทำการศึกษาจะต้องเข้าใจการทำงานระบบมาตราฐานสัญญาณโทรศัพท์ การถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (Dual Tone Multi Frequency) ให้เป็นตัวเลข BCD ขนาด 4 บิต โดยใช้ร่วมกับคริสตอล 3.579 MHz เพื่อส่งสัญญาณให้กับ อินเตอร์เฟส (INTERFACE) ของคอมพิวเตอร์โดยผ่าน พอร์ตไอซี 8255 โดยที่ ไอซี 8255 ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์ กับ ระบบมาตราฐานโทรศัพท์เพื่อรับทราบข้อมูลที่สั่งจากปุ่มโทรศัพท์

2.2 มาตราฐานโทรศัพท์

การใช้งานโทรศัพท์จำเป็นอย่างมากที่จะต้องกำหนดมาตราฐานสัญญาณ โทรศัพท์เพื่อความไม่สับสนในการใช้งาน เพื่อบอกสภาวะการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์สัญญาณต่างๆได้แก่

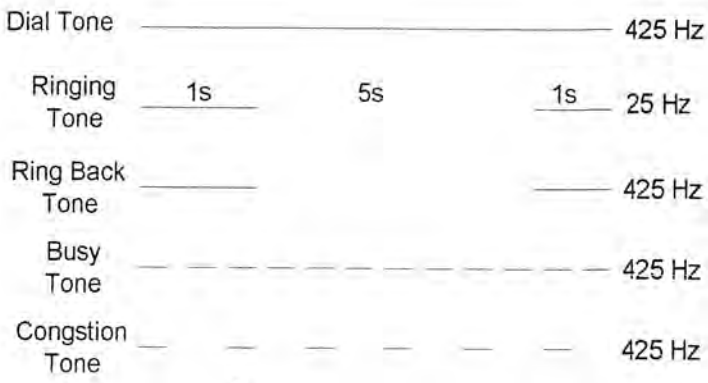
1. สัญญาณแมวกรน (Dial Tone) เป็นสัญญาณความถี่ 425 Hz ทำการส่งต่อเนื่องกันไปใช้บอกฝ่ายเรียกเริ่มทำการหมุนหรือกดเลขหมายเพื่อการเรียกออกได้

2. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณความถี่ 425 Hz ทำการส่ง 0.25 วินาที หยุด 0.25 วินาทีสลับกันไปเพื่อบอกให้รู้ว่าฝ่ายรับคู่สายไม่ว่าง จะต้องทำการวางหูก่อนแล้วจึงยกหูขึ้นมาเพื่อรอสัญญาณแมวกรน

3. สัญญาณเรียกกลับ (Ringing Back Tone) เป็นสัญญาณความถี่ 425 Hz ทำการส่ง 1 วินาที และหยุด 5 วินาทีสลับกันไป เพื่อบอกให้ฝ่ายเรียกคู่สายได้แล้วเพียงรอฝ่ายรับเท่านั้น

4. สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) เป็นสัญญาณความถี่ 25 Hz ทำการส่ง 1 วินาที และหยุด 5 วินาทีสลับกันไป เช่นเดียวกับสัญญาณเรียกกลับแต่จะมีระดับสัญญาณไฟแรงสูงกว่า เพื่อบอกให้ฝ่ายรับทราบว่ามีการเรียกเข้ามาเพื่อทำการยกหูแล้วสนทนาติดต่อกันต่อไป

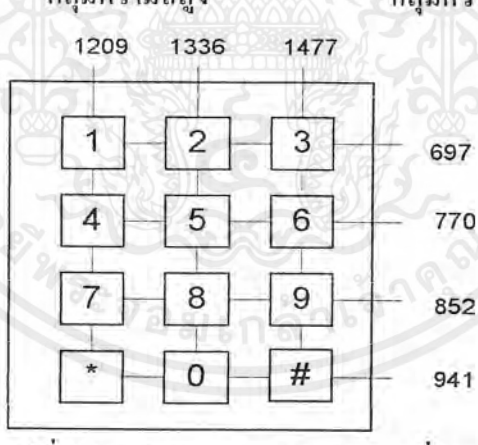
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงมาตราฐานของสัญญาณโทรศัพท์

2.3 ระบบการส่งสัญญาณแบบความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency)

เป็นระบบการส่งสัญญาณแบบหนึ่ง ซึ่งนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ระบบนี้มีชื่อย่อเรียกว่า DTMF ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ คือโดยนำสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มามอดดูเลตกันใช้แทนหมายเลขตามที่กำหนด ความถี่ที่ใช้จะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิร์ต) โดยการกำหนดให้ความถี่ทางแนวนอนเป็นความถี่ด้านสูงกว่าซึ่งจะแสดงไว้ในรูปที่2.2 ตัวอย่าง เช่น หมายเลข 2 จะใช้แทนด้วยความถี่ 697 Hz และ 1336 Hz มอดดูเลตกันออกมาแทนหมายเลข 2 จะใช้แทนหมายเลข 2



รูปที่ 2.2 แสดงหมายเลขและค่าความถี่ DTMF

2.4 ส่วนของการถอดรหัสภาค DTMF

ในการออกแบบวงจรถอดรหัส DTMF เลือกใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ MT8870 เป็นไอซี DTMF detector ที่มีใช้กันอย่างแพร่หลาย และมีการต่อใช้งานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนสำหรับวงจรถอดรหัส DTMF นั้น เมื่อผู้เรียกกดรหัสหมายเลขเข้ามา หลังจากได้รับการตอบรับเรียบร้อยแล้ว สัญญาณความถี่สองความถี่ที่ผสมกันมาจะเข้าสู่วงจรถอดรหัส DTMF(MT 8870) เมื่อถอดรหัสแล้วจะได้เอาท์พุทออกมาเป็นรหัสไบนารี่ 4 บิต แล้วส่งไปยังส่วนควบคุมระบบเพื่อส่งควบคุมภาคอื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Digit	Toe	INH	ESt	Q4	Q3	Q2	Q1
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0

TABLE - FUNCTIONAL DECODE TABLE

L = LOGIC LOW

H = LOGIC _ HIGH

Z = HIGH _ IMPEDANCE

X = DON'T _ CARE

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ส่วนของการอินเตอร์เฟส

2.5.1 ไมโครคอมพิวเตอร์

ภายในคอมพิวเตอร์เราสามารถที่จะเพิ่มเติมวงจรอินเตอร์เฟส โดยผ่านสล็อตทางเมนบอร์ด (Main Board) โดยแต่ละสล็อตจะมีจำนวนขาทั้งสิ้น 62 ขา แบ่งออกเป็น 2 ข้างข้างละ 31 ขา ส่วนการเรียกตำแหน่งขาของสล็อตนั้นขึ้นอยู่ว่าขานั้นอยู่ในด้านใด โดยที่ด้านซ้ายของสล็อตเราใช้แทนด้วยอักษร B ส่วนขาที่อยู่ข้างขวาเราใช้แทนด้วยอักษร A

ขาแต่ละขาของสล็อตนั้นจะเชื่อมต่อกับเส้นสัญญาณต่างๆบนเมนบอร์ด ในการสร้างวงจรอินเตอร์เฟสกับ คอมพิวเตอร์นั้น เราจะต้องรู้ว่าเส้นสัญญาณที่เชื่อมต่อกับขาของสล็อตเหล่านั้นจประกอบด้วยอะไรบ้างซึ่งสัญญาณที่เชื่อต่อกับสล็อตจะประกอบไปด้วย เส้นสัญญาณของบัสแอดเดรส (Address Bus) บัสข้อมูล (Data Bus) บัสควบคุมการเขียน/อ่าน ข้อมูลจากหน่วยความจำหรือพอร์ต I/O เส้นสัญญาณที่ใช้ในการอินเตอร์เฟส เส้นสัญญาณสำหรับการขอ DMA สัญญาณฐานเวลา (Timing Signal) ต่างๆที่ใช้ในระบบ เส้นสัญญาณการรีเฟชในหน่วยความจำ และสัญญาณสำหรับการตรวจสอบความผิดพลาด (I/O Check)

นอกจากเส้นสัญญาณเหล่านี้แล้ว สล็อตบนเมนบอร์ดยังเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟต่างที่ใช้ในระบบอีกด้วย คือ + 5Vdc - 5Vdc + 12Vdc - 12Vdc

2.5.1 รายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณต่างๆ

OSC (Oscillator ; ขา B30)

ขานี้เป็นเอาท์พุทที่เชื่อมต่อกับสัญญาณสัญญาณนาฬิกาที่มีค่าความถี่สูงสุดบเมนบอร์ด คือ 14.31818 MHz ซึ่งมีคาบเวลาประมาณ 70 nS และมี ดิวตี้ ไซเคิล (duty cycle) ประมาณ 50 % สัญญาณนาฬิกาอื่นๆของระบบ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการใช้งานของสัญญาณ ออสซิเลเตอร์ ก็คือ สัญญาณนี้จะไม่ ซิงค์โคไนซ์ กับสัญญาณอื่นๆบนบัสของระบบ เพราะฉะนั้นจึงไม่ควรที่จะนำสัญญาณจากขา OSC นี้ไปใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาสำหรับวงจรภายนอก

CLK (Clock ; ขา B20)

ขาสัญญาณนี้เป็นเอาท์พุท ซึ่งต่อกับสัญญาณกับสัญญาณสัญญาณนาฬิกาที่ถูกสร้างขึ้นโดยการหารสัญญาณ ออสซิเลเตอร์ ด้วย 3 ทำให้มีความถี่ประมาณ 4077 MHz โดยมีช่วงเวลาในหนึ่งคาบเท่ากับ 210 nS โดยมี ดิวตี้ ไซเคิล ของสัญญาณประมาณ 70 nS (เมื่อเป็นลอจิก 1) และ ช่วงเวลาที่เป็นลอจิก 0 จะมี ดิวตี้ ไซเคิล ของสัญญาณประมาณ 140 nS สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่ถูกใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESET DRV (ขา B2)

ขาสัญญาณนี้จะเป็นเอาท์พุท ซึ่งเป็นสัญญาณแอคทีฟ (ลอจิก1) สัญญาณจะแอคทีฟก็ต่อเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่ระบบ จนกว่าระบบจะพร้อมทำงาน และสามารถเกิดจากระดับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟตกลงสัญญาณแอคทีฟนี้จะเกิดการเปลี่ยนเป็นลอจิก 0 ก็ต่อเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นพร้อมที่จะใช้งานนั้นเอง โดยทั่วแล้วสัญญาณนี้จะนำไปใช้ในการรีเซ็ทวงจรอินเตอร์เฟสหรืออุปกรณ์ I/O ต่างๆ

A0-A19 (Address Bus ; ขา A31-A12)

ขาสัญญาณทั้ง 20 ขานี้เป็นเอาท์พุท ซึ่งใช้สำหรับกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำหรือ I/O ที่ CPU 80xxx ทำการติดต่อด้วย A0-A19 นี้จะถูกกำหนดโดย CPU 80xxx ในระหว่างขบวนการอ่าน/เขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหรืออุปกรณ์ I/O โดยที่ขบวนการของ DMA นั้น DMA – Controller เป็นผู้กำหนดค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสเอง

สำหรับการอ้างแอดเดรสของพอร์ต I/O นั้น จะใช้เส้นแอดเดรสเพียง 16 เส้น คือ A0 – A15 ซึ่งจะอ้างแอดเดรสได้ถึง 64k พอร์ต โดยผ่านชุดคำสั่ง IN และ OUT ส่วนแอดเดรสที่เหลือจะไม่ถูกใช้งาน แต่ถึงอย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์จะใช้เส้นแอดเดรสในการอ้างแอดเดรสพอร์ตเพียง 10 เส้น คือ A0 – A9 และค่าแอดเดรสจะต้องอยู่ในช่วง 0200H และ 03FFH เท่านั้น

D0 – D7 (Data Bus ; ขา A9 – A2)

ขาสัญญาณนี้จะเป็นแบบ Bi – Directional ซึ่งต่อกับบัสข้อมูลของระบบ เพื่อทำหน้าที่ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างพอร์ต I/O กับ คอมพิวเตอร์ โดยบิต D0 จะมีนัยสำคัญต่ำสุด ส่วน บิท D7 มีนัยสำคัญมากที่สุด

ALE (Address Latch Enable; ขา B28)

ขาสัญญาณนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับแสดงการเริ่มต้นของบัสไซเคิล และแสดงให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่าแอดเดรสที่ CPU 80xxx ต้องการจะติดต่อด้วยนั้นจะถูกส่งออกมาบนบัสแอดเดรสแล้ว สัญญาณ ALE นี้จะเปลี่ยนจากลอจิก 1 เป็นลอจิก 0 เมื่อค่าแอดเดรสที่ถูกต้องถูกส่งออกมาอยู่บนบัสข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

$\overline{\text{I/O_CHCK}}$ (I/O Channel Check ; ขา A1)

ขาสัญญาณนี้เป็นอินพุทที่ใช้ในการแสดงความผิดพลาดเกี่ยวกับพาริตี้ ที่เกิดขึ้นในการทำงานของวงจรอินเตอร์เฟสหรืออุปกรณ์ I/O

I/O CHRDY (I/O Channel Ready; ขา A10)

ขาสัญญาณนี้เป็นอินพุทที่ใช้เพิ่มช่วงเวลาในบัสไซเคิลในกรณีที่อุปกรณ์ I/O หรือหน่วยความจำที่เกี่ยวข้องกับขบวนการในบัสไซเคิลนั้น ไม่สามารถทำงานทันตามช่วงเวลาปกติของบัสไซเคิลนั้นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IRQ2-IRQ7 (Interrupt Request 2 Through 7; ขา B4 และ B25-B21)

ในการขออินเตอร์รัพท์โดยผ่านทาง IRQ2-IRQ7 นี้ ก็คืออุปกรณ์ที่ทำการขออินเตอร์รัพท์โดยผ่านทาง IRQ ขาใดก็จะต้องรักษาระดับสัญญาณที่ขา IRQ นั้น ให้แอคทีฟอยู่จนกว่าจะได้รับสัญญาณ INTA (Interrupt Acknowledge) จาก CPU 80xxx เสียก่อน ถ้าไม่เช่นนั้นการขออินเตอร์รัพจะถูกยกเลิก และอินเตอร์รัพท์ Level 7 (IRQ7) ก็จะถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ ไม่ว่าการขออินเตอร์รัพท์ที่ถูกยกเลิกนั้นจะเป็นการขออินเตอร์รัพใน level หรือขาใด

แต่ถึงอย่างไรก็ตามสัญญาณ INTA นี้จะไม่ถูกต่อออกมาที่ขาของสล็อตด้วย ดังนั้นโปรแกรมที่ทำการตอบสนองต่อการอินเตอร์รัพท์ (Interrupt Service Routine) จะต้องทำการรีเซ็ทสัญญาณ IRQ เอง โดยใช้คำสั่ง OUT ไปยังพอร์ต I/O ที่เกี่ยวข้อง

$\overline{\text{IOR}}$ (I/O Read ; ขา B14)

ขาสัญญาณนี้เอาท์พุทแอคทีฟที่ลอจิก 0 เพื่อใช้ในการแสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นเป็นบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากพอร์ท I/O เพื่อให้พอร์ท I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสบนบัสบัสแอดเดรสนั้นส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล

$\overline{\text{LOW}}$ (I/O Write ; ขา B13)

ขาสัญญาณนี้เป็นเอาท์พุทแอคทีฟที่ลอจิก "0" เพื่อใช้แสดว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นนี้เป็นบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ต I/O ที่มีแอดเดรสตรงกับบัสแอดเดรสนั้นเอง

$\overline{\text{MEMW}}$ (Memory Write ; ขา B11)

ขานี้เป็นเอาท์พุทแอคทีฟที่ลอจิก 0 สัญญาณ $\overline{\text{MEMW}}$ นี้จะถูกส่งออกมาเพื่อให้หน่วยความจำที่แอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น ทำการรับข้อมูลที่อยู่บนบัสขอมูลไปเก็บไว้

$\overline{\text{MEMR}}$ (Memory Read ; ขา B12)

ขานี้เป็นเอาท์พุทซึ่งมีสัญญาณเป็นแอคทีฟที่ลอจิก 0 ในระหว่างบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ CPU 80xxx เพื่อให้หน่วยความจำที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสนั้น ทำการส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล

DRQ1-DRQ3 (DMA Request 1-3; ขา B18,B6,B16)

ขาสัญญาณทั้งสามนี้เป็นสัญญาณอินพุทแอคทีฟที่ลอจิก 1 ซึ่งอุปกรณ์ภายนอกสามารถใช้ในการขอ DMA จากระบบ โดยการป้อนระดับสัญญาณลอจิก 1 ให้กับขา DRQ ขาใดขาหนึ่ง

$\overline{\text{DACK0}}$ – $\overline{\text{DACK3}}$ (DMA Acknowledge 0-3; ขาB19,B17,B26,B15)

สัญญาณทั้ง 4 นี้เป็นเอาท์พุทแอคทีฟที่ลอจิก 0 เพื่อแสดงให้วงจรภายนอกที่ขอ DMA ทราบว่าการขอ DMA ได้รับการตอบสนองแล้ว ก็จะเข้าสู่ขบวนการ DMA เพื่อให้การส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ I/O ที่ขอ DMA กับหน่วยความจำที่เกิดขึ้นได้โดยตรง โดยสัญญาณ DACK นี้จะแอค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทีฟในแชนแนลใดก็ขึ้นอยู่กับขบวนการ DMA ที่เกิดขึ้นนั้น เป็นการตอบสนองต่อการขอ DMA ในแชนแนลใด

AEN (Address Enable; ขา A11)

สัญญาณนี้เป็นเอาท์พุทที่ใช้ในการแสดงบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สัญญาณ AEN แอคทีฟ ที่ลอจิก 1 นั้น เป็นบัสไซเคิลของขบวนการ DMA

T/C (Terminal Count;ขา B27)

สัญญาณนี้ถูกสร้างขึ้นจากการนำเอาสัญญาณเอาท์พุทมากลับลอจิก (โดยใช้เกท อินเวอร์เตอร์)ทำให้สัญญาณ T/C นี้แอคทีฟที่ลอจิก 1 บัสของแหล่งจ่ายไฟระบบ

+ 5Vdc ขา B3,B29

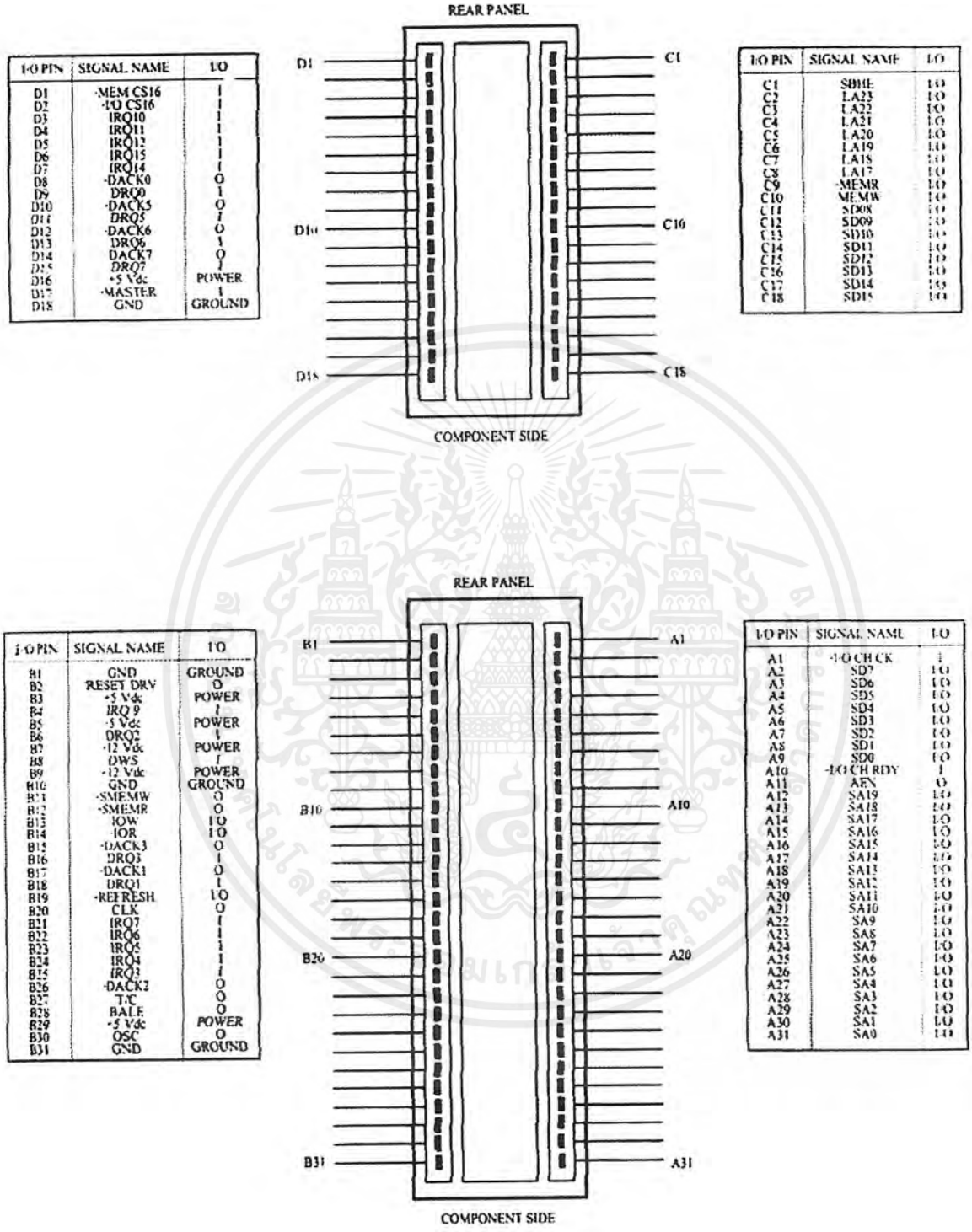
+ 12Vdc ขา B39

- 5Vdc ขา B5

-12Vdc ขา B7

GND ขา B1,B10,B31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



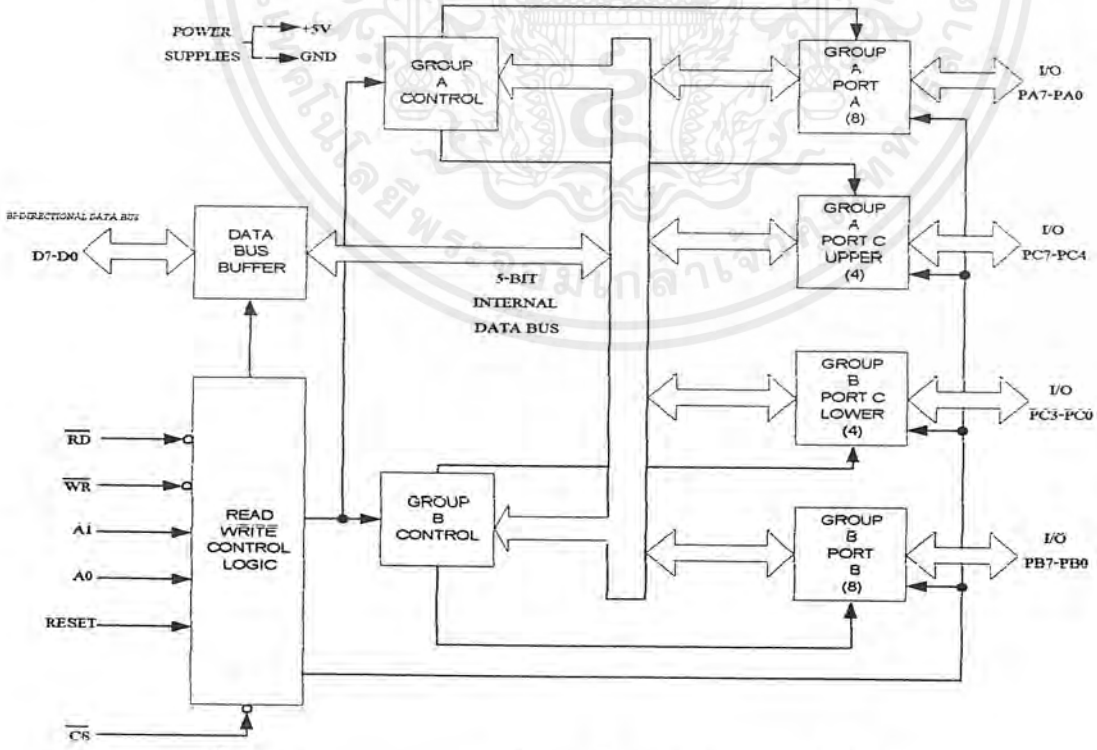
รูปที่ 2.5.1 Slot IBM PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 โครงสร้างของไอซี 8255

ไอซีเบอร์ 8255 ได้รับการออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่เป็นพอร์ต สำหรับการรับ/ส่งข้อมูลแบบขนานระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับไมโครคอมพิวเตอร์ ความอ่อนตัวนำไปใช้งานของ 8255 ได้แก่ การที่สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะการทำงานของพอร์ต ให้เป็นการเอาท์พุทหรืออินพุทได้สะดวก เพียงการส่งข้อมูลควบคุมจากไมโครคอมพิวเตอร์ ก่อนที่จะเริ่มต้นใช้งานเท่านั้น ความสามารถเช่นนี้ เรียกว่า Programmable คือ สามารถโปรแกรมการทำงานได้ ทำให้ได้รับความนิยมนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย

จากรูปที่ 2.5.2.1 จะเห็นว่า 8255 ประกอบด้วยบล็อกของหน่วยการทำงานหลายส่วนอยู่ภายในบล็อกทางด้านขวามือจำนวน 4 บล็อก เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกโดยตรงผ่านทางสัญญาณที่ระบุชื่อว่า PA0-PA7,PB0-PB7 และ PC0-PC7 กลุ่มสัญญาณเหล่านี้จำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ พอร์ต A (PA) พอร์ต B(PB)และพอร์ต C(PC) สำหรับบล็อกถัดเข้ามาบริเวณส่วนกลางที่มีชื่อว่า GROUP A CONTROL และ GROUP B CONTROL ทำหน้าที่กำหนดการทำงานของพอร์ตทั้งสาม บล็อกทั้งสองนี้เชื่อมต่อกับบล็อกอื่นๆผ่านทางบัสข้อมูลภายใน 8255 เอง สำหรับบล็อกการทำงานทางด้านซ้าย ที่มีชื่อว่า Data bus buffer และ read/write control logic ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างระบบบัสของไมโครคอมพิวเตอร์กับ 8255 เพื่อรับหรือส่งข้อมูลระหว่างกันตามระดับลอจิกของขาสัญญาณ $\overline{RD}$ และ $\overline{WR}$ ตามลำดับ



รูปที่ 2.5.2.1 แผนภาพแบบบล็อกภายในและสัญญาณของไอซี 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 .2 การจำแนกกลุ่มของพอร์ต 8255

ในบรรดาพอร์ตทั้งสามของ 8255 คือ พอร์ต A พอร์ต B และพอร์ต C โดยพื้นฐานนั้น ล้วนเป็นพอร์ตแบบขนานที่ประกอบด้วยสัญญาณ 8 เส้น ซึ่งแต่ละเส้นจะแทนบิตของข้อมูลพอร์ต ซึ่งอาจจะกล่าวในอีกลักษณะว่าเป็นพอร์ตแบบ 8 บิต นอกจากนี้ยังสามารถอ้างถึงแต่ละบิตของเส้นสัญญาณพอร์ตนี้โดยอิสระ อย่างไรก็ตาม 8255 ได้จัดกลุ่มของพอร์ตเหล่านี้ออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่ม A และกลุ่ม B เพื่อประโยชน์ในการกำหนดรูปแบบการทำงานของพอร์ต ดังตารางต่อไปนี้

ชื่อกลุ่ม	ลักษณะ
กลุ่ม A	พอร์ต A จำนวน 8 บิต (ทุกบิตของพอร์ต) พอร์ต C จำนวน 4 บิต (เฉพาะ 4 บิตบนของพอร์ต)
กลุ่ม B	พอร์ต B จำนวน 8 บิต (ทุกบิตของพอร์ต) พอร์ต C จำนวน 4 บิต (เฉพาะ 4 บิตล่างของพอร์ต)

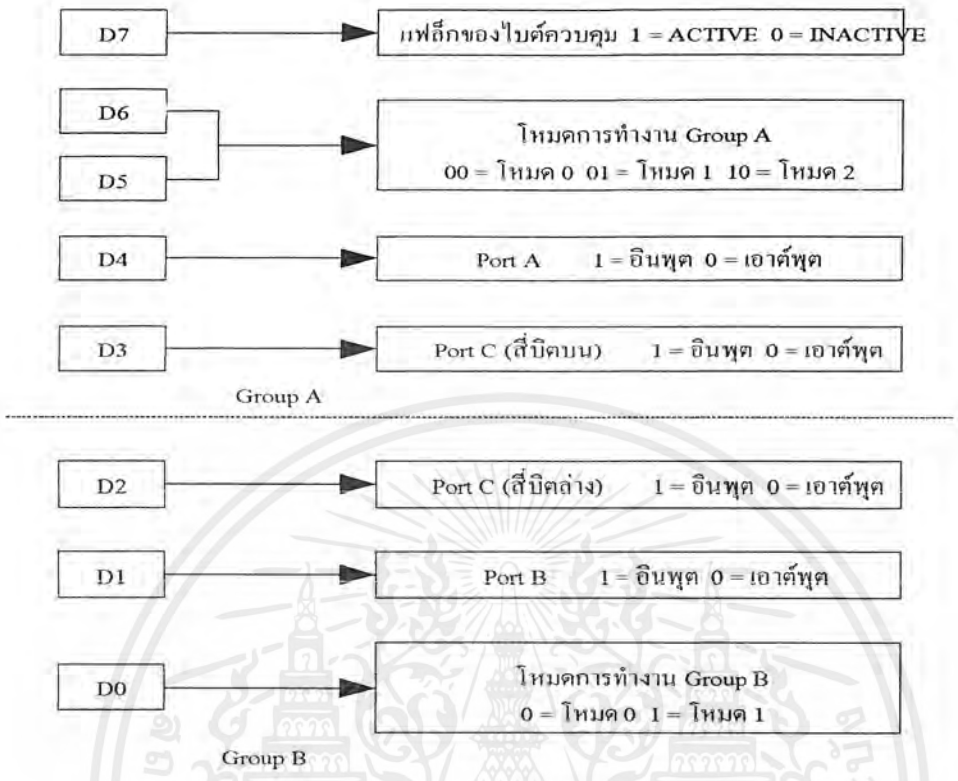
ตารางที่ 2.5.2.1 การกำหนดรูปแบบการทำงานของพอร์ต

จากตารางการทำงานข้างต้นจะเห็นว่า จำนวนเส้นสัญญาณทั้งหมดของพอร์ต C (PC0-PC7) ได้ถูกแยกออกเป็นกลุ่มของ 4 บิตล่าง (Lower nibble) จาก PC0-PC3 และกลุ่มของ 4 บิตบน (Upper nibble) จาก PC4-PC7 ดังนั้น กลุ่ม A และ กลุ่ม B ของ 8255 จึงมีจำนวนบิตในแต่ละกลุ่มเป็นจำนวนถึง 12 บิต

สัญญาณ	ความหมาย
D0 – D7	กลุ่มของเส้นสัญญาณข้อมูล 8255 เมื่อมีการเขียน หรือ อ่าน
$\overline{CS}$	สัญญาณเลือกอุปกรณ์ เมื่อขาสัญญาณนี้เป็นระดับลอจิกต่ำซีพียูก็สามารถ เขียนอ่านข้อมูลจาก 8255 ได้
$\overline{RD}$	สัญญาณบอกสถานะต้องการอ่านข้อมูลจากรีจีสเตอร์ของ 8255
$\overline{WR}$	สัญญาณบอกสถานะต้องการเขียนข้อมูลจากรีจีสเตอร์ของ 8255
A0 – A1	สัญญาณระบุตำแหน่งรีจีสเตอร์ภายใน 8255 ที่ต้องการ
RESET	สัญญาณการรีเซ็ตวงจรทำงานภายใน 8255 เพื่อเริ่มต้นใหม่
PA0 – PA7	กลุ่มของสัญญาณ 8 เส้น เมื่อทำการติดต่อกับพอร์ต A ของ 8255
PB0 – PB7	กลุ่มของสัญญาณ 8 เส้น เมื่อทำการติดต่อกับพอร์ต B ของ 8255
PC0 – PC7	กลุ่มของสัญญาณ 8 เส้น เมื่อทำการติดต่อกับพอร์ต C ของ 8255

ตารางที่ 2.5.2.2 ตารางหน้าที่การทำงานของขาสัญญาณไอซี 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5.2.2 ความหมายของบิตภายในไบต์ข้อมูลควบคุมสำหรับ 8255

2.5.2.3 รูปแบบคำสั่งเพื่อกำหนดการทำงานของ 8255

การกำหนดให้พอร์ตทั้งสามของ 8255 ทำงานในลักษณะต่างๆกันหรือที่เรียกกันว่า โหมดการทำงาน (MODE) จะเริ่มด้วยการส่งค่าข้อมูลไบต์หนึ่งให้กับรีจีสเตอร์ควบคุมการทำงานภายใน 8255 ข้อมูลนี้จะเรียกว่าไบต์ข้อมูลควบคุม (Control word) โดยแต่ละบิตของข้อมูลนี้จะความหมายที่ระบุถึงความต้องการต่างๆ ไปดังแสดงในรูป 2.5.2.3 การส่งข้อมูลไบตีนี้จะต้องเริ่มต้นเป็นระดับแรกก่อนที่จะได้มีการดำเนินการใดกับ 8255 ทั้งสิ้น

ตามความหมายของบิตภายในตารางที่ 2.5.2.3 จะเห็นว่าการเลือกพอร์ตใดทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุทก็เพียงแต่กำหนดค่าข้อมูล 1 ให้กับบิตที่เกี่ยวข้องกับพอร์ตนั้น หรือกรณีตรงข้ามสำหรับการเอาท์พุทก็เพียงแต่กำหนดค่าข้อมูล 0 เท่านั้น อย่างไรก็ตามการกำหนดไบต์ข้อมูลควบคุมนี้มีผลอย่างถูกต้อง ก็จะต้องทำการกำหนดบิต D7 ให้มีค่าเป็น 1 เสมอ สำหรับบิตที่บอกถึงโหมดการทำงาน (บิต D6 – D5 และ D2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.5 การเชื่อมต่อ 8255 กับ ไมโครคอมพิวเตอร์

เมื่อพิจารณาแผนภาพ ของ 8255 จะเห็นว่ามีขาสัญญาณแอดเดรสจำนวน 2 เส้น คือ A0 และ A1 ทำให้ตำแหน่งแอดเดรสได้มีค่าเป็น 2^2 หรือเท่ากับ 4 ตำแหน่ง ซึ่งแต่ละตำแหน่งจะมีความหมายถึงการระบุรีจีสเตอร์หรือพอร์ตภายใน 8255 ดังตารางต่อไปนี้

A1	A0	ชื่อของรีจีสเตอร์
0	0	พอร์ต A
0	1	พอร์ต B
1	0	พอร์ต C
1	1	รีจีสเตอร์ควบคุม

ตารางที่ 2.5.2.3 การระบุรีจีสเตอร์หรือพอร์ตภายใน 8255

เมื่อพิจารณาค่าของแอดเดรสเหล่านี้ร่วมกับระดับลอจิกของขาสัญญาณ $\overline{RD}$ และ $\overline{WR}$ จะเป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลทางขาสัญญาณ D0 – D7 ให้กับรีจีสเตอร์นั้นตามลำดับดังตารางต่อไปนี้

$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	A1	A0	ความหมาย
0	1	0	0	ส่ง (หรือเขียน) ข้อมูลให้พอร์ต A
1	0	0	0	รับ (หรือเขียน) ข้อมูลให้พอร์ต A
0	1	0	1	ส่ง (หรือเขียน) ข้อมูลให้พอร์ต B
1	0	0	1	รับ (หรือเขียน) ข้อมูลให้พอร์ต B
0	1	1	0	ส่ง (หรือเขียน) ข้อมูลให้พอร์ต C
1	0	1	0	รับ (หรือเขียน) ข้อมูลให้พอร์ต C
0	1	1	1	รับ (หรือเขียน) ข้อมูลให้กับรีจีสเตอร์ควบคุม
1	0	1	1	เป็นสภาวะที่ไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 2.5.2.4 แสดงการอ่านหรือเขียนข้อมูลทางสัญญาณ D0 - D7 ให้กับรีจีสเตอร์

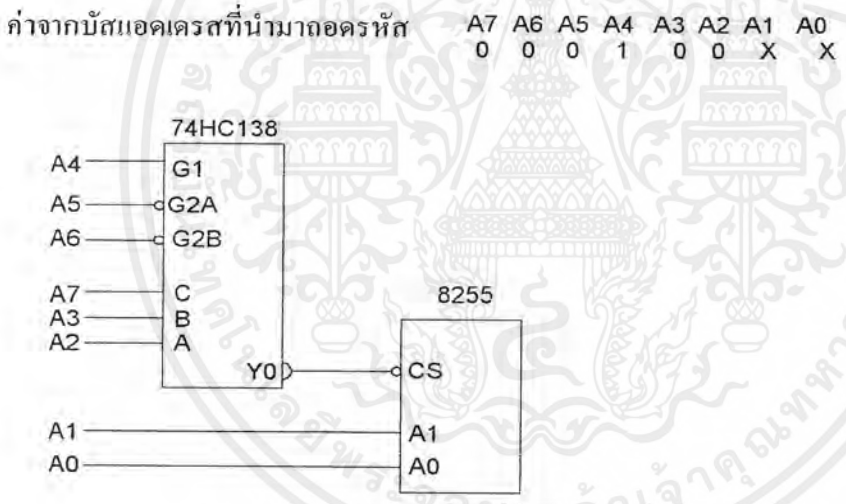
ดังนั้นโดยทั่วไปจึงมักจะกำหนดให้แอดแดรสของ 8255 ทั้งสี่ตำแหน่ง อยู่ในแอดเดรสช่วงใดช่วงหนึ่งของระบบ เช่น 10h, 11h, 12h, และ 13h โดยขาสัญญาณแอดเดรสที่นอกเหนือไปจาก A0 และ A1 นำมาถอดรหัสแอดเดรส เพื่อสร้างสัญญาณเลือกอุปกรณ์ $\overline{CS}$ นี้จะเป็นสภาวะลอจิกต่ำก็ต่อเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าในบัสแอดเดรส A2-A7 มีค่าเท่ากับ 0000100xx (ตัวอักษร xx ใช้เพื่อระบุถึงรีจีสเตอร์ภายใน 8255 เพื่อทำการอ่านหรือเขียนข้อมูล) ดังนั้นจากวงจรนี้แอดเดรสของรีจีสเตอร์ภายใน 8255 จะมีค่าตามตารางต่อไปนี้

ตำแหน่งแอดเดรส	ความหมาย
10h	พอร์ต A
11h	พอร์ต B
12h	พอร์ต C
13h	รีจีสเตอร์ควบคุม

ตารางที่ 2.5.2.5 ตำแหน่งแอดเดรสของรีจีสเตอร์ภายในไอซี 8255



รูปที่ 2.5.2.3 แผนภาพแสดงการสร้างสัญญาณเลือกอุปกรณ์ $\overline{CS}$ ให้กับ 8255 โดยการถอดรหัสจากบัสแอดเดรส A2-A7

2.5.2.5 การทำงานโหมด 0 ของ 8255

เมื่อ 8255 ได้รับการกำหนดโหมดนี้ จะทำให้พอร์ตต่างๆมีหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุทหรือเอาท์พุทได้เพียงลักษณะเดียวเท่านั้น การเริ่มต้นจะทำการส่งไบต์ข้อมูลควบคุมให้กับรีจีสเตอร์ควบคุม (ดังแสดงในรูปที่ 2.4.2.2) ต่อไปจะแสดงให้เห็นถึงรูปแบบการกำหนดบิต เมื่อต้องการให้พอร์ต A,B และ C ทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาท์พุททั้งหมดดังแสดงในตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

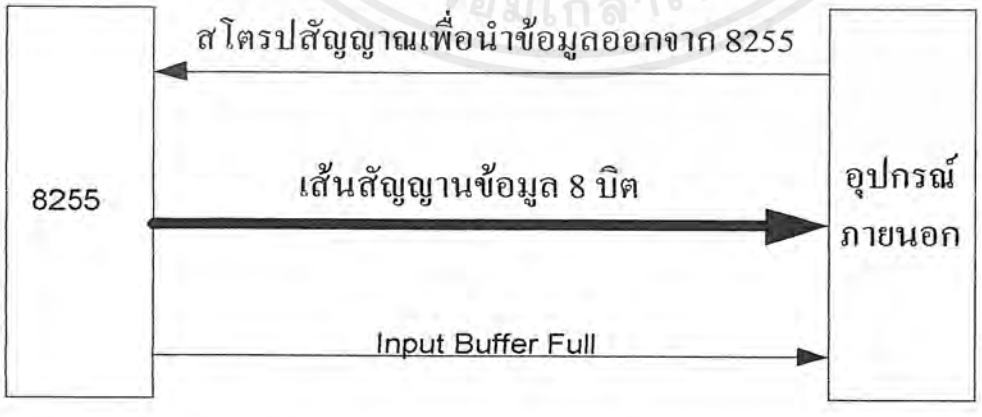
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตำแหน่งบิต	ค่าข้อมูล	ความหมาย
D7	1	ระบุให้ทราบว่าเป็นไบต์ข้อมูลควบคุม
D6 และ D5	00	กำหนดโหมดการทำงานให้กับพอร์ต A เป็นโหมด 0
D4	0	ระบุว่าพอร์ต A เป็นเอาท์พุทข้อมูล
D3	0	กำหนดให้สัญญาณสี่บิตบนของพอร์ต C เป็นเอาท์พุทข้อมูล
D0	0	กำหนดโหมดการทำงานให้กับพอร์ต B เป็นโหมด 0
D1	0	ระบุพอร์ต B เป็นการเอาท์พุทข้อมูล
D0	0	กำหนดให้เส้นสัญญาณสี่บิตล่างของพอร์ต C เป็นการเอาท์พุทข้อมูล

ตารางที่ 2.5.2.6 ตารางการแสดงการกำหนดบิต เพื่อต้องการให้พอร์ต A,B,C ทำหน้าที่เป็นเอาท์พุท

2.5.2.6 การทำงานโหมด 1 ของ 8255

เมื่อ 8255 ได้รับการกำหนดให้ทำงานในโหมด 1 จะมีผลทำให้พอร์ต A และพอร์ต B ยังสามารถใช้งานเป็นการอินพุทหรือเอาท์พุทข้อมูลในลักษณะเดียวกับโหมด 0 ที่ผ่านมา เพียงแต่พอร์ต C จะถูกนำไปใช้เป็นพอร์ตสำหรับการบอกสภาวะการติดต่อ (Handshake Signals) เท่านั้น โดยเส้นสัญญาณสี่บิตบน (PC7-PC4) จะใช้งานร่วมกับการติดต่อข้อมูลทางพอร์ต A และเส้นสัญญาณสี่บิตล่าง (PC3-PC0) จะใช้ร่วมกับการติดต่อข้อมูลทางพอร์ต B การทำงานในลักษณะเช่นนี้จะพบเห็นได้เสมอเมื่อมีการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งมักจะทำงานช้ากว่าไมโครคอมพิวเตอร์มาก จึงจำเป็นต้องอาศัยการบอกสภาวะของการทำงานจากเส้นสัญญาณเหล่านี้ เช่น ความไม่พร้อมในการรับข้อมูล หรือมีข้อมูลที่จะทำการติดต่อ เป็นต้น

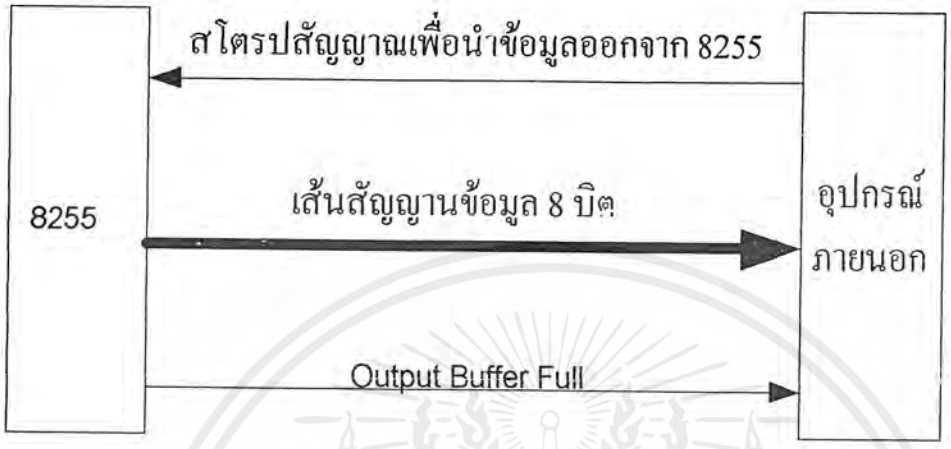


รูปที่ 2.5.2.4 แผนภาพการใช้สัญญาณบอกสภาวะความพร้อม
ในการติดต่อระหว่าง 8255 กับอุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36903

จากรูปที่ 2.5.2.4 ข้อมูลจะถูกส่งออจากอุปกรณ์ภายนอกเข้ามายังพอร์ตของ 8255 แต่ก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลนั้น อุปกรณ์ของ 8255 (หรือที่เรียกว่า Input Buffer) นั้นว่าง ตามรูปสัญญาณนี้มีชื่อว่า Input Buffer Full



รูปที่ 2.5.2.5 แผนภาพการใช้สัญญาณบอกสภาวะความพร้อมในการติดต่อระหว่าง 8255 กับอุปกรณ์ภายนอก

จากรูป 2.5.2.5 ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก 8255 ไปให้กับอุปกรณ์ภายนอก แต่ก่อนที่ 8255 จะส่งข้อมูลออกไปได้นั้น จะต้องทำการส่งสภาวะสัญญาณออกไปเพื่อแจ้งให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่ามีข้อมูลที่ทำการส่งออกไป สัญญาณนี้เรียกว่า Output Buffer Full และเมื่ออุปกรณ์ภายนอกได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จึงจะทำการสโตรปสัญญาณอีกเส้นหนึ่งเพื่อแจ้งให้ 8255 ทราบต่อไป

การทำงานของ 8255 ในโหมด 1 นั้น พอร์ตสำหรับการรับหรือส่งข้อมูล คือ พอร์ต A และ B สามารถทำงานได้โดยอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ดั่งตัวอย่างในรูปที่ 2.5.2.6 ซึ่งได้กำหนดให้พอร์ต A เป็นพอร์ตเอาท์พุทและพอร์ต B เป็นพอร์ตอินพุท ค่าไบต์ข้อมูลควบคุมจะเป็นดังนี้

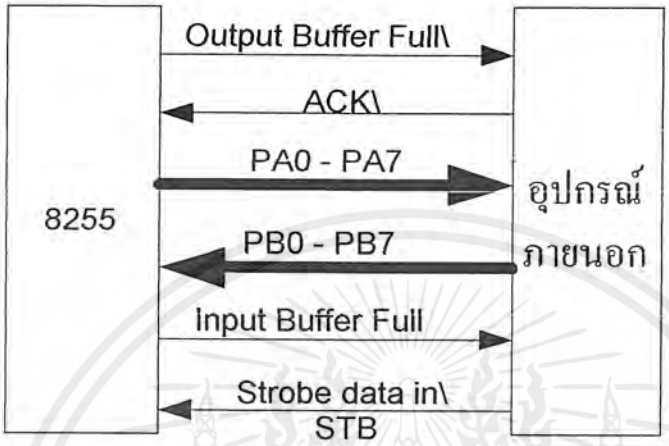
ตำแหน่งบิต	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
ค่าของบิต	1	0	1	0	0	1	1	0

ตารางที่ 2.5.2.7 การกำหนดบิตของไอซี 8255

การทำงานบิตข้างต้นนี้จะทำให้ข้อมูลจะต้องส่งออกไปทางพอร์ต A ทางเขาสัญญาณ PA0 – PA7 สัญญาณ Output Buffer Full (OBF) ใช้เส้นสัญญาณ PC7 สัญญาณตอบรับจากอุปกรณ์ภายนอก (ACK) ใช้เส้นสัญญาณ PC6 สำหรับการรับข้อมูลเข้ามาจากอุปกรณ์ภายนอกจะเข้ามาทางพอร์ต B ทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาสัญญาณ PB0 – PB7 ขาสัญญาณ PC1 ใช้เป็นสัญญาณ Input Buffer Full (IBF) และขาสัญญาณ PC2 เป็นเส้นสัญญาณสโตรปข้อมูลให้กับ 8255 (STB) ในตารางที่ 2.5.6.2 ได้แสดงให้เห็นถึงหน้าที่ของพอร์ต C ทั้งหมดเมื่อถูกใช้งานในโหมด 1 สำหรับบอกสภาวะการติดต่อสัญญาณ



รูปที่ 2.5.2.6 การกำหนดการทำงานของ 8255 ในโหมด I เพื่อให้พอร์ต A เป็นพอร์ตสำหรับการส่งออกข้อมูล และพอร์ต B เป็นพอร์ตสำหรับการรับเข้าข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก

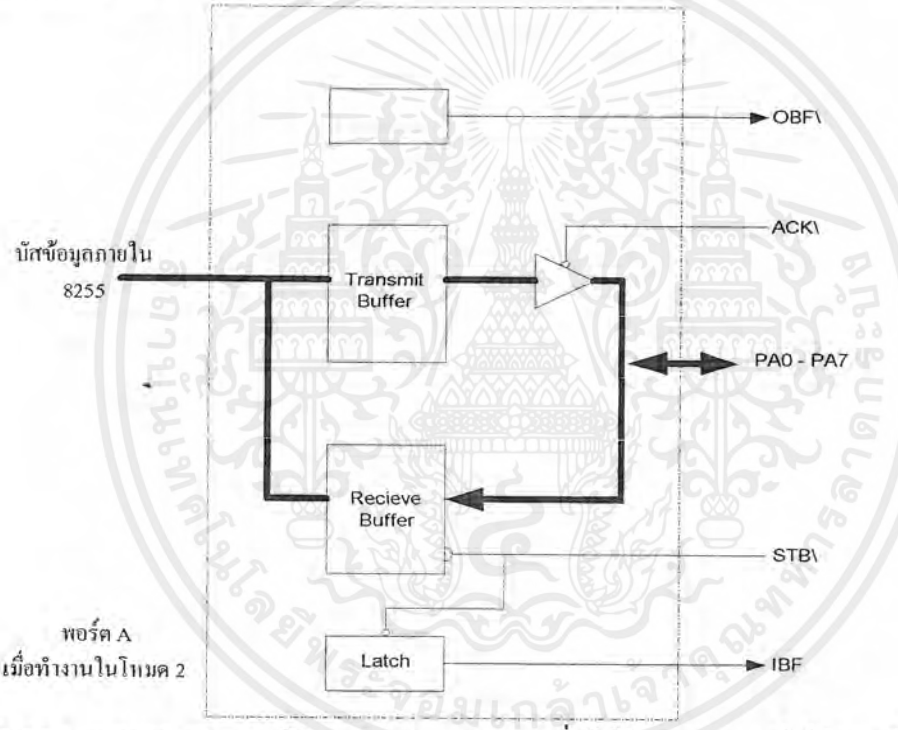
เส้นสัญญาณ	สภาวะติดต่อสำหรับการอินพุท	สภาวะติดต่อสำหรับการเอาท์พุท
PC0	สัญญาณ INTR ของพอร์ต B	สัญญาณ INTR ของพอร์ต B
PC1	สัญญาณ IBF ของพอร์ต B	สัญญาณ $\overline{\text{OBF}}$ ของพอร์ต B
PC2	สัญญาณ $\overline{\text{STB}}$ ของพอร์ต B	สัญญาณ $\overline{\text{ACK}}$ ของพอร์ต B
PC3	สัญญาณ INTR ของพอร์ต A	สัญญาณ INTR ของพอร์ต A
PC4	สัญญาณ $\overline{\text{STB}}$ ของพอร์ต A	การอินพุท/เอาท์พุทตามปกติ
PC5	สัญญาณ IBF ของพอร์ต A	การอินพุท/เอาท์พุทตามปกติ
PC6	การอินพุท/เอาท์พุทตามปกติ	สัญญาณ $\overline{\text{ACK}}$ ของพอร์ต A
PC7	การอินพุท/เอาท์พุทตามปกติ	สัญญาณ $\overline{\text{OBF}}$ ของพอร์ต A

ตารางที่ 2.5.2.8 หน้าที่ของเส้นสัญญาณในพอร์ต C เมื่อกำหนดให้ทำงานในโหมด 1 เพื่อบอกสภาวะของการอินพุทและเอาท์พุทข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.7 การทำงานโหมด 2 ของ 8255

เมื่อ 8255 ได้รับการกำหนดให้ทำงานในโหมด 2 ซึ่งกำหนดในโหมด 2 ซึ่งกำหนดไว้ให้เฉพาะกับการทำงานของ พอร์ต A เท่านั้น โดยจะมีลักษณะเป็นพอร์ตข้อมูลแบบสองทิศทาง (bi-directional data port) กล่าวคือข้อมูลภายในเส้นสัญญาณของพอร์ต A ทั้งหมด สามารถเป็นข้อมูลที่มาจากอินพุทหรือเอาท์พุทก็ได้ โดยพิจารณาจากรูป 2.5.2.7 จะเห็นว่าเส้นสัญญาณ PA0-PA7 จะถูกเชื่อมต่อเข้ากับบล็อกของวงจรแลตซ์ทั้งหมด โดยแลตซ์สำหรับข้อมูลส่งออก (Output Latch) มีหน้าที่สำหรับการค้างค่าข้อมูลที่ ไมโครคอมพิวเตอร์ ทำการเขียนมายังพอร์ต A และรอคอยให้อุปกรณ์ภายนอกมาอ่านข้อมูลนี้ไปจาก 8255 ส่วนแลตซ์สำหรับข้อมูลเข้า (Input Latch) ทำหน้าที่สำหรับเก็บข้อมูลที่อุปกรณ์ภายนอกส่งมาให้กับพอร์ต A



รูปที่ 2.5.2.7 แผนภาพแสดงหลักการทำงานของ 8255 เมื่อได้รับการกำหนดให้ทำงานในโหมด 2

ลำดับเหตุการณ์เมื่อ ไมโครคอมพิวเตอร์ต้องการส่งข้อมูลออกไปให้กับอุปกรณ์ภายนอก จะเริ่มโดยการส่งข้อมูลออกมาทางพอร์ต A ของ 8255 เช่นปกติ ซึ่งมีผลทำให้สัญญาณ $\overline{OBF}$ เปลี่ยนไปเป็นลอจิกต่ำ เมื่ออุปกรณ์ภายนอกตรวจสอบสัญญาณนี้ก็จะทราบได้ว่าขณะนี้ข้อมูลที่จะต้องอ่านไปจาก 8255 ว่าบัฟเฟอร์ของ 8255 พร้องที่จะรับข้อมูลใหม่เข้าไปหรือไม่ เมื่ออุปกรณ์ภายนอกได้อ่านข้อมูลจากบัฟเฟอร์นี้ไปแล้ว ก็ต้องทำการสโตรปสัญญาณ $\overline{ACK}$ ซึ่งจะมีผลทำให้ขาสัญญาณ $\overline{OBF}$ ของ 8255 เปลี่ยนกลับไประดับลอจิกสูงอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการอ่านค่าข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกก็เป็นไปลักษณะที่คล้ายกัน โดยก่อนที่อุปกรณ์จะส่งข้อมูลเข้ามาให้ 8255 จะต้องตรวจสภาวะของสัญญาณ IBF นี้เสียก่อน หากเป็นระดับลอจิกต่ำจึงสามารถส่งลอจิกออกไปได้ พร้อมกับการทำการสโตรปสัญญาณ $\overline{STB}$ มาแจ้งให้ 8255 ได้รับทราบ ซึ่งจะมีผลทำให้ขาสัญญาณ IBF เป็นระดับลอจิกสูงโดยอัตโนมัติ ดังนั้น ไมโครคอมพิวเตอร์ ก็จะรับทราบได้ว่ามีข้อมูลมาจากอุปกรณ์ภายนอก และภายหลังที่ได้มีการอ่านค่าไปจากพอร์ต A ของ 8255 แล้ว ก็จะทำให้สภาวะสัญญาณ IBF เปลี่ยนไปเป็นระดับลอจิกต่ำเช่นเดิม

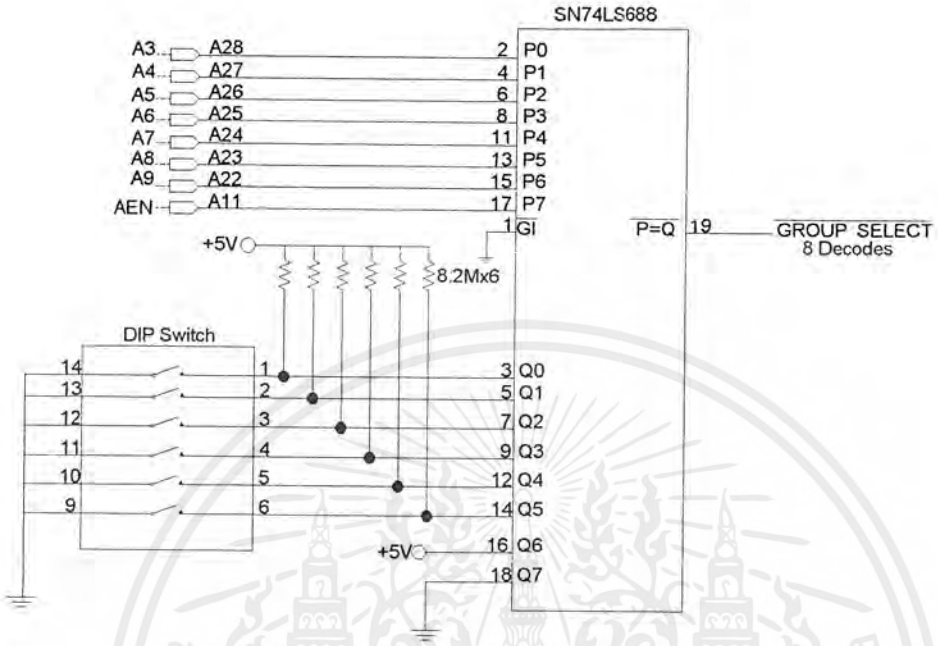
ตามแผนภาพตารางที่ 2.5.2.9 แสดงให้เห็นถึงหน้าบิตต่างๆในพอร์ต C เมื่อได้รับการกำหนดให้ทำงานในโหมด 2 ซึ่งนำมาใช้เป็นบิตบอกสภาวะการติดต่อระหว่า 8255 กับ อุปกรณ์ภายนอกตามลักษณะที่กล่าวมาข้างต้น

เส้นสัญญาณ	ลักษณะการทำงาน
PC0	การอินพุท/เอาท์พุทตามปกติ
PC1	การอินพุท/เอาท์พุทตามปกติ
PC2	การอินพุท/เอาท์พุทตามปกติ
PC3	สัญญาณ INTR ของพอร์ต A
PC4	สัญญาณ $\overline{STB}$ ของพอร์ต A
PC5	สัญญาณ IBF ของพอร์ต A
PC6	สัญญาณ $\overline{ACK}$ ของพอร์ต A
PC7	สัญญาณ $\overline{OBF}$ ของพอร์ต A

ตารางที่ 2.5.2.9 หน้าที่ของบิตภายในพอร์ต C เมื่อกำหนดให้ทำงานในโหมด 2 เพื่อบอกสภาวะของเส้นสัญญาณการติดต่อทางพอร์ต A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การดีโค้ดโดยใช้สวิทช์เลือก



รูปที่ 2.5.3 วงจรดีโค้ดโดยใช้สวิทช์เลือก

จากรูปเป็นวงจรที่ทำการดีโค้ดกลุ่มแอดเดรสขนาด 8 แอดเดรส ซึ่งการเลือกลุ่มแอดเดรสที่จะทำการดีโค้ดนี้จะทำได้โดยการเซ็ท ดิพสวิทช์ (DIP Switch) ที่ขา Q0-Q5 ของไอซี 74LS688

สำหรับหน้าที่ของ 74LS688 นี้จะทำการเปรียบเทียบค่าของอินพุท 2 ชุดที่ถูกส่งเข้ามาทางขา P0-P7 และ ขา Q0-Q7ถ้าอินพุททั้ง 2 ชุดนี้เท่ากันแล้ว เอาท์พุทที่ขา $\overline{P = Q}$ จะให้เอาท์พุทเป็นลอจิก 0 จากในวงจรขา P0-P7 ของ 74LS688 ต่อกับแอดเดรสบิท A3-A9 ในขณะที่ Q0-Q5 ต่อกับความต้านทานที่ทำหน้าที่เป็น พุลอัพ (Pull up)(รักษาระดับแรงดันให้เป็นลอจิก 1 ไว้ในกรณีที่ไม่มีอินพุทเข้ามา) และขา Q0-Q5 นี้จะต่อกับปลายอีกข้างหนึ่งของ ดิพสวิทช์ ด้วย ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของ ดิพสวิทช์ จะต่อลงกราวด์ ดังนั้นเราทำการเปิดดิพสวิทช์ ที่ต่อกับขาใดขาหนึ่งก็จะได้รับลอจิก 0 แต่ถ้าดิพสวิทช์ที่ต่อกับขาไดถูกปิด ขานั้นก็จะได้รับลอจิก 1 และ เนื่องจากอินพุท ที่ขา P0-P5 (แอดเดรส A3-A9) ต้องเท่ากับอินพุทที่ขา Q0-Q5 ดั้งนั้นถ้าเราเปลี่ยนแปลงการเซ็ท ดิพสวิทช์ เหล่านี้ก็จะทำให้แอดเดรสบิท A3-A5 ซึ่งต่อกับขา P0-P5 นั้นต้องเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยจึงจะทำให้เอาท์พุทของ 74LS688 แอคทีฟได้ สำหรับขา Q6 นั้นจะต่อกับลอจิก 1 และขา P6 ต่อกับแอดเดรสบิท A9 ในกรณีนี้จึงเท่ากับเป็นการบังคับให้แอดเดรสที่จะทำการดีโค้ดได้นั้น จะต้องมีแอดเดรสบิท A9 เป็น 1 เท่านั้น ส่วนขา P7 จะต่อกับสัญญาณ AEN โดยมีขา Q7 ต่อกับลอจิก 0 การต่อในลักษณะนี้ก็เพื่อป้องกันไม่ให้ 74LS688 ทำการดีโค้ดในระหว่างขบวนการ DMA นั้นเอง เอาท์พุทจากขา $\overline{P = Q}$ ของ 74LS 688 นี้จะถูกนำไปใช้ในการอีนาเบิล 74LS138 ซึ่งทำหน้าที่ในการดีโค้ดแอดเดรส 8 แอดเดรสของกลุ่มแอดเดรสที่เราเลือกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

โครงสร้างของระบบโครงงาน

โครงสร้างส่วนใหญ่ของโครงงานสามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ โครงสร้างส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware) และการออกแบบโครงสร้างส่วนซอฟต์แวร์ (Software) ในที่นี้จะกล่าวถึงโครงสร้างและการทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์ ในส่วนซอฟต์แวร์จะกล่าวถึงตอนทำในโครงงาน 2

3.1 โครงสร้างส่วนฮาร์ดแวร์

โครงสร้างส่วนของฮาร์ดแวร์สามารถแบ่งออกได้เป็นส่วนๆดังนี้และสามารถแบ่งออกเส่วนๆดังนี้และแสดงเป็นบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 3.1.1

การ์ดอินเตอร์เฟส

ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์

ภาคตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง

ภาคถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์

ภาคสมดุลย์

ภาคเก็บฐานข้อมูล

3.1.1 การออกแบบการ์ดอินเตอร์เฟสสำหรับพอร์ตอินพุท/เอาท์พุท

พอร์ตอินพุท/เอาท์พุท สำหรับการใช้งานของ CPU 80xxx นั้นสามารถอ้างอิงได้ 65535 ตำแหน่ง แต่การใช้งานบนระบบคอมพิวเตอร์ นั้นจะใช้สูงสุดในช่วงแอดเดรส 0000-03FF เท่านั้น ซึ่งตำแหน่งต่างๆบนคอมพิวเตอร์ที่มีการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 3.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	ตำแหน่ง
DMA Controller1	000-01F
Interrupt Controller1	020-03F
Timer	040-05F
Keyboard (8042)	060-06F
Real time clock	070-07F
DMA Page Register	080-09F
Interrupt Controller2	0A0-0BF
DMA Controller2	0C0-0DF
Hard disk Controller	1F0-1F8
Game Port	200-207
Second Parallel Port	278-27F
Second serial Port	2F8-2FF
Prototype Card	300-31F
Network Card	360-36F
First Parallel Port	378-37F
Monochrome Display and parallel printer	3B0-3BF
Color / Graphic Adapter	3D0-3DF
Disk Controller	3F0-3F7
First Serial Port	3F8-3FF

ตารางที่ 3.1.1 รายละเอียดตำแหน่งพอร์ตอินพุท/เอาท์พุท ที่ใช้งานบนคอมพิวเตอร์

3.1.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาคภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

จุดประสงค์ เพื่อต้องการตรวจจับสัญญาณเรียกเข้าจากสายโทรศัพท์เข้ามาที่ตัวโครงงานประจำอยู่ แล้วให้เอาท์พุทมีสภาวะเป็นลอจิกสูง

การออกแบบ โดยใช้ไอซีเบอร์ MH 88632 ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณเรียกเข้าซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับ มีความถี่ประมาณ 25 Hz เมื่อเกิดสัญญาณกระดิ่งที่ Port RV ที่อินเตอร์เฟสเซอร์กิต มีการตรวจจับสัญญาณซึ่งมีค่าเป็น Low (0) ส่ออกไปทาขา 36 เข้าสู่วงจรอินเตอร์เฟส ดังแสดงในรูป 3.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาคตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง

จุดประสงค์ เพื่อทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณการวางสายของผู้ใช้บริการซึ่งเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง แล้วให้เอาท์พุทเป็นลอจิกต่ำส่งไปยังส่วนอินเตอร์เฟส

การออกแบบไอซีเบอร์ LM567 ที่ขา 3ซึ่งเป็นไอซี Tone Decoder ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณไม่ว่างมีความถี่ประมาณ 425 Hz โดยกำหนดให้ POT1,C4 เป็นตัวกำหนดความถี่ศูนย์กลาง fc ทำการปรับด้วย pot1 ให้ตรงกับความถี่ที่ตรวจจับ จะได้สัญญาณเอาท์พุทมีสภาวะลอจิกต่ำที่ขา 8 พร้อมที่จะส่งออกใช้งาน ดังแสดงในรูป

3.1.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาคถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์

จุดประสงค์ เพื่อทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณที่รับเข้ามาว่าผู้ใช้บริการกดหมายเลขโทรศัพท์ใดเข้ามาแล้วได้สัญญาณเอาท์พุทเพื่อส่งไปยังส่วนอินเตอร์เฟส

การออกแบบ เลือกใช้ไอซีเบอร์ MT 8870 ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ที่รับเข้ามาซึ่งเป็นสัญญาณ DTMF ที่มีสองความถี่ผสมกัน คือความถี่ต่ำและความถี่สูง ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ผสมกันเข้าสู่วงจร DTMF Decoder ของไอซีเบอร์ MT 8870 ภายในตัวไอซีเบอร์ MT 8870ทำหน้าที่ถอดรหัสออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอลไบนารี่ 4 บิต และส่งสัญญาณไปยังส่วนอินเตอร์เฟส คริสตอลที่ต่อในวงจรอ้างอิง เพื่อใช้ในการถอดรหัส DTMF ใช้ความถี่ 3.579 MHzดังแสดงในรูป 3.1.2

3.1.5 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาคสมดุลย์

จุดประสงค์ เพื่อที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียงไปสู่คู่สายโทรศัพท์

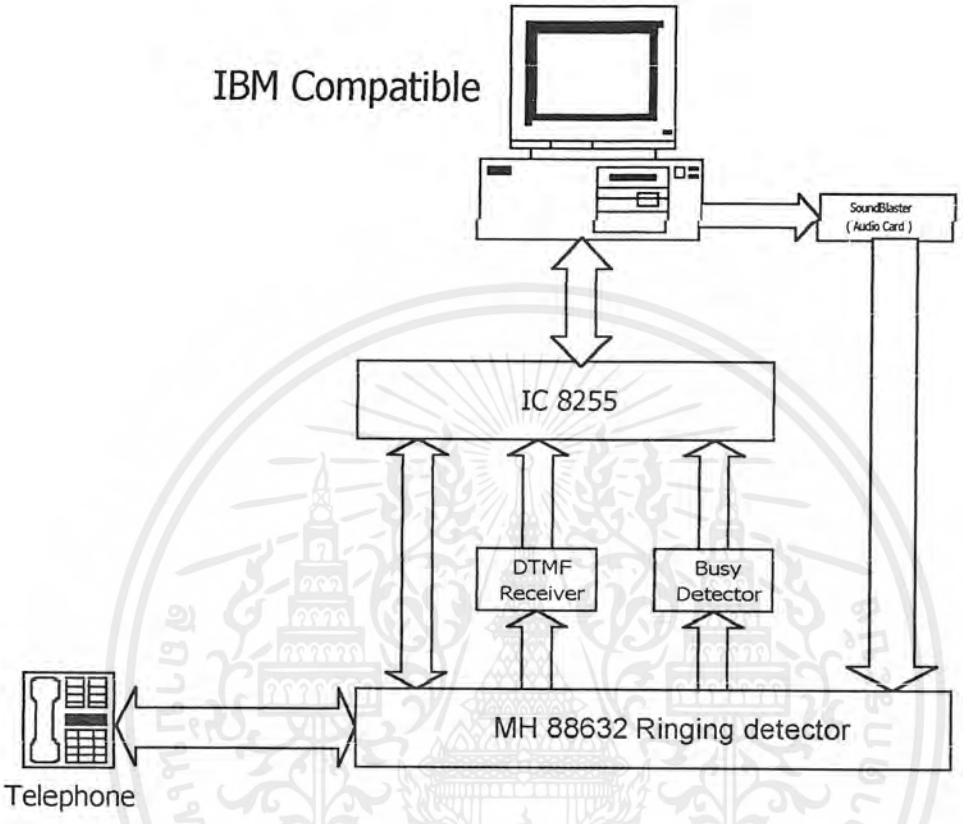
การออกแบบ นำข้อมูลจากการ์ดเสียง (Audio Card) ในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อส่งสัญญาณผ่านเข้าสู่ขา 26 ของไอซี MH 88632 ที่ทำหน้าที่เป็น อิมพิแดนซ์ แมชชิ่ง (Impedance Matching) เพื่อที่จะทำให้ส่งสัญญาณเสียงออกสู่คู่สายโทรศัพท์ไปยังผู้ใช้บริการ

3.1.5 ภาคเก็บฐานข้อมูล

จุดประสงค์ เพื่อใช้เป็นส่วนบันทึกข้อมูลต่างๆ โดยบันทึกเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

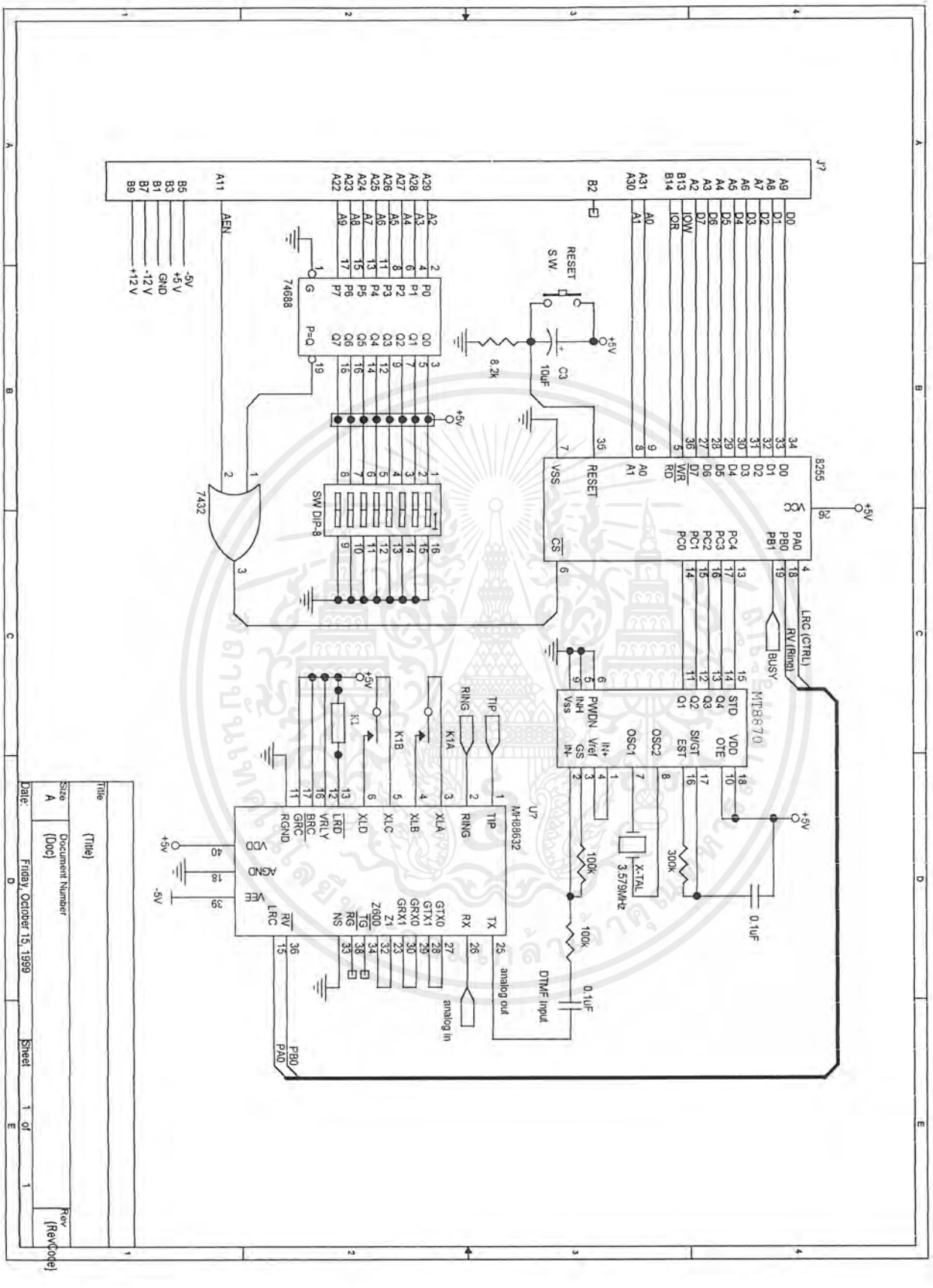
การออกแบบ ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นฐานเก็บข้อมูลและทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อความเสียงพูด ที่จะส่งไปให้ผู้ใช้บริการทราบ ประกอบด้วยฮาร์ดดิส ความจุ 1 Gbytes ขึ้นไป การจัดการบันทึกข้อความเสียงพูดและการเขียนโปรแกรมวิช่วลเบสิก เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการจัดการของฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



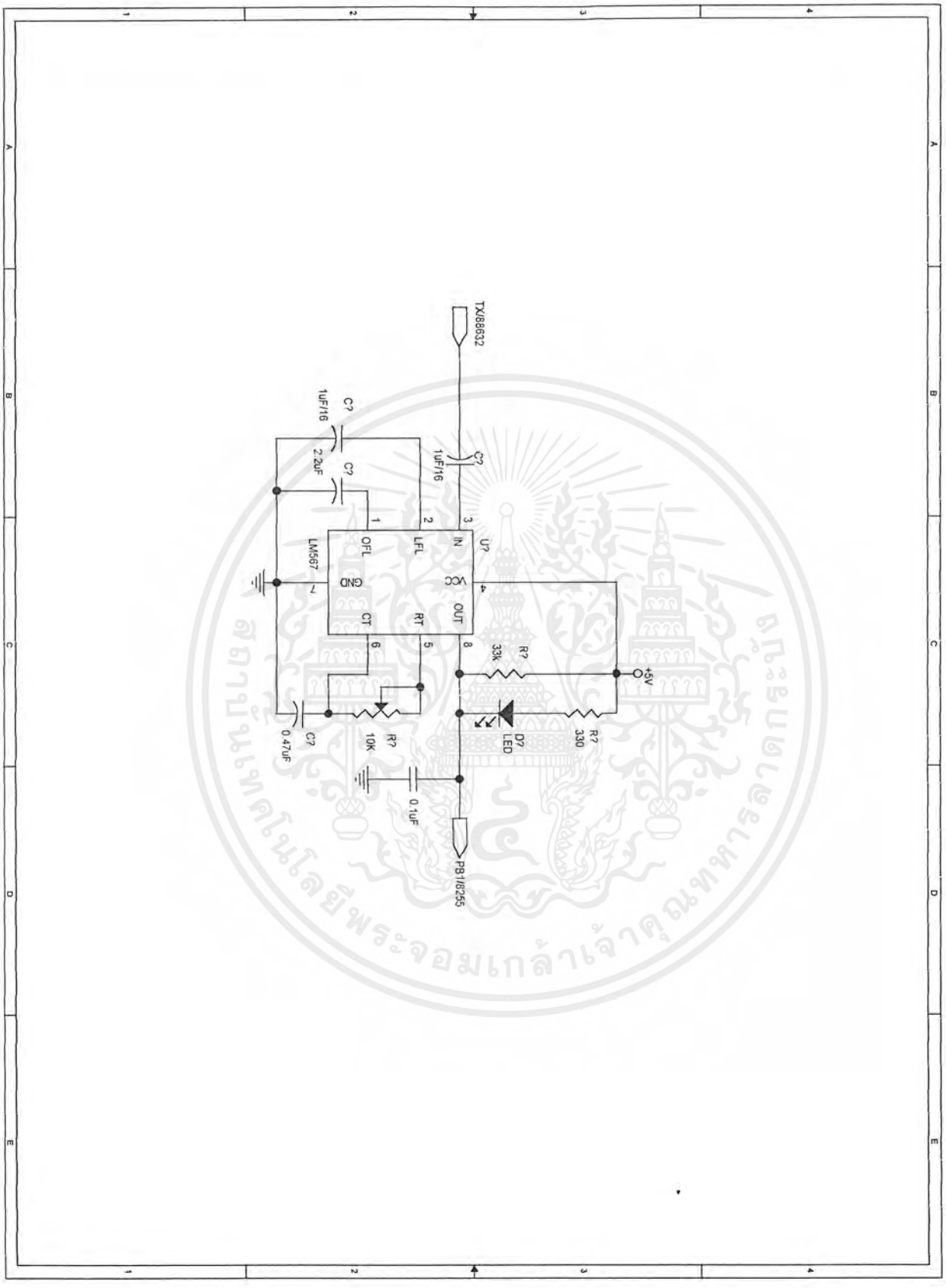
รูปที่ 3.1.1 ปล็อกไดอะแกรมของวงจรทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.2 แสดงวงจรภาค Ringing Detector, DTMF Receiver, +Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.2 แสดงวงจรภาค Busy Detector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาคบันทึกเก็บฐานข้อมูล(Data base)และภาคแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอะนาลอก

จุดประสงค์ เพื่อทำหน้าที่ใช้เป็นส่วนบันทึกข้อมูลต่างๆที่ต้องการโดยบันทึกเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) และทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอะนาลอกแล้วขยายสัญญาณเสียงผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปยังผู้ใช้บริการ ตามลำดับ

การออกแบบใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) ดังนี้คือ

- PC COMPAQ DESKPRO
- Mainboard Pentium 166 MHz, Memory 32 MB
- Harddisk ความจุ 2.1 GB
- 1.44 MB, 3.5" Floppy Disk Drive
- Display Card
- Color Monitor 14"
- Keyboard 104 Keys
- PS2-Mouse
- 2 Serial port and 1 Parallel port
- Audio Card
- Microphone
- Speaker 120 watts

ในการจัดทำระบบแฟ้มข้อมูลต่างๆ การจัดทำการบันทึกข้อความ เสียงพูด เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการจัดการระบบบนฐานข้อมูลนั้น จะทำการเขียนด้วยโปรแกรมวิช่วลเบสิก 6 จะกล่าวถึงในตอนต่อไป

ส่วนภาคแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก จะใช้ การ์ดเสียง เป็นการ์ดชิฟไอซีสำเร็จรูป มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมในการติดต่อกับพอร์ต จะทำการติดตั้งบนสล๊อตเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอะนาลอกและขยายสัญญาณเสียงผ่านเข้าไปยังที่ไอซีเบอร์MH88632 ที่ตำแหน่งขา26 (RX) ผ่านออกคู่สายโทรศัพท์ไปยังผู้ใช้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

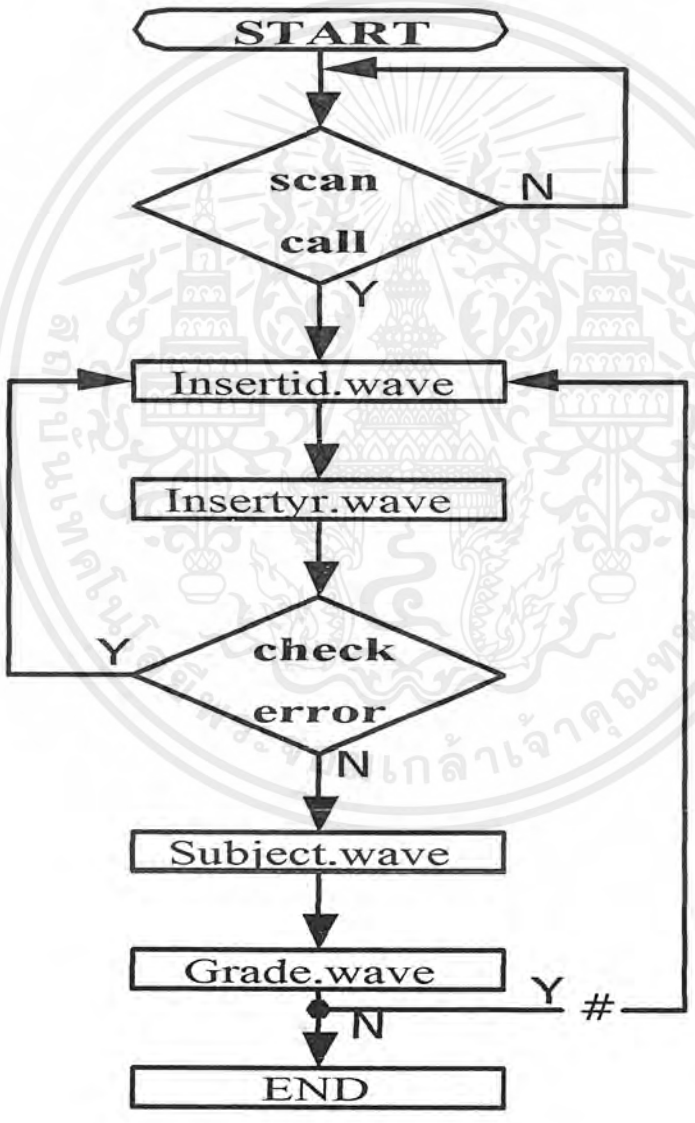
3.2 การออกแบบโครงสร้างซอฟต์แวร์

โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ สามารถแบ่งได้เป็น สองส่วนคือ

- ส่วนควบคุมระบบ (Control System)
- ส่วนเก็บฐานข้อมูล (Data base)

3.2.1 ส่วนควบคุมระบบ

จะทำหน้าที่เชื่อมโยงและส่งข้อมูลไปยังสายโทรศัพท์โดยที่ส่วนควบคุมนั้นจะใช้โปรแกรมวิช่วลเบสิคเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่าง ฐานข้อมูล(Data Base)กับฮาร์ดแวร์เพื่อที่จะส่งข้อมูลไปยังสายโทรศัพท์ออกไปสู่ผู้รับได้



รูปที่ 3.2.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของส่วนควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานในส่วนควบคุม

```
Dim dbgridstatus As Integer
Dim dsubject As String
Dim data, g_buffer, r_buffer, buffer, strBuff, repeatBuff As String
Option Explicit
Dim ValueRead, ValueBusy, i, toggle, Valuenum As Integer
Dim PortAddress, Counter, okcode, Repeat, rx, Nodata As Integer
Dim Wait As Long
Dim MyHex

Private Sub Command1_Click()
Out &H300, &H0
Unload Me
End Sub

Private Sub Command2_Click()
Text4.Text = ""
data = Text1.Text
ReadNum (data)
i = 0
Data1.Recordset.MoveFirst
Data1.Recordset.FindNext " student_no " & " LIKE '" & Text1.Text & "*'"
Do While (Data1.Recordset.Fields("student_no") = Text1.Text)
If Data1.Recordset.Fields("year") = Text2.Text Then
i = i + 1
g_buffer = Data1.Recordset.Fields("grade")
r_buffer = Data1.Recordset.Fields("subject_code")
Read_wav (r_buffer)
ReadGrade (g_buffer)
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
buffer = Data1.Recordset.Fields("subject_code")
Data1.Recordset.FindNext " student_no " & " LIKE '" & Text1.Text & "*'"
If buffer = Data1.Recordset.Fields("subject_code") Then
  GoTo Myexit
End If
Text4.Text = i
Loop
Myexit:
Text4.Text = i
End Sub

Private Sub ReadPort()
For Wait = 1 To 1000000      'Delay
Next Wait
ValueRead = Inp(&H301)
Text3.Text = ValueRead
ValueRead = ValueRead And 4    'Chek Incoming Call
If ValueRead = 0 Then
Option2.Value = 1
Out &H300, &H8F              'Hook Off Telephone
rx = 1
For Wait = 1 To 2000000
Next Wait
Option4.Value = 1
Option6.Value = 1
PlaySound "c:\sound\start.wav", 1, 0   'Playwav Welcome
PlaySound "c:\sound\insertid.wav", 1, 0
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ValueRead = Inp(&H301)
    ValueBusy = ValueRead And 64  'check busy &H40 or &H80
    If ValueBusy = 64 Then
      Option3.Value = 1
      Out &H300, &H0
      For Wait = 1 To 1000000
      Next Wait
      Option1.Value = 1
      Option7.Value = 1
      Repeat = 0
      okcode = 0
      MyHex = ""
      Text5.Text = ""
      Text1.Text = ""
      Text2.Text = ""
    End If

PAO:
    ValueRead = Inp(&H301)
    ValueRead = ValueRead And 32 ' Std Signal of DTMF
    If ValueRead = 32 Then
CHK:
      ValueRead = Inp(&H301)
      ValueRead = ValueRead And 32
      If ValueRead <> 0 Then
        GoTo CHK
      End If
       If ValueRead = 0 Then
         Valuenum = Inp(&H302)
         MyHex = Hex(Valuenum)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Select Case MyHex
        Case "A"
          MyHex = "0"
        Case "B"
          MyHex = "*"
        Case "C"
          MyHex = "#"
        End Select
AGAIN:
        If okcode = 0 Then
         Text5.Text = Text5.Text + MyHex
         If Len(Text5.Text) = 8 Then
           Text1.Text = Text5.Text
           okcode = 1
           PlaySound "c:\sound\insertyr.wav", 1, 0 'speak year
           MyHex = ""        'clear to get again
           strBuff = ""
           Text2.Text = ""
         Else
         End If
        Else
        End If
        If okcode = 1 Then
         If Repeat = 0 Then
            strBuff = strBuff + MyHex
           If Len(strBuff) = 0 Then
              GoTo PAO
           End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If Len(strBuff) = 1 Then
            Text5.Text = ""
            Text5.Text = strBuff
            GoTo PAO
          End If
          If Len(strBuff) > 1 Then
           Text5.Text = strBuff
          End If
        End If
         If Len(strBuff) = 4 Then
          Text5.Text = strBuff
          Text2.Text = strBuff
          repeatBuff = strBuff
          strBuff = ""
          Call Command2_Click
          PlaySound "c:\sound\check.wav", 1, 0
          okcode = 2
          Text5.Text = ""
          MyHex = ""
         Else
          GoTo PAO
         End If
  End If
      If okcode = 2 Then
       Select Case MyHex
       Case "*"
        okcode = 1
        Repeat = 1
        strBuff = repeatBuff
        GoTo AGAIN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Case "#"
              PlaySound "c:\sound\insertid.wav", 1, 0
              Repeat = 0
              okcode = 0
SCAN:
              ValueRead = Inp(&H301)
              ValueRead = ValueRead And 32
              If ValueRead = 0 Then
               GoTo SCAN
               'strBuff = ""
               MyHex = ""
               Text5.Text = ""
               Text1.Text = ""
               Text2.Text = ""
              End If
              GoTo CHK
          End Select
        End If
    End If
End If
End Sub

Private Sub Command3_Click()
 If toggle = 0 Then
    Command3.Caption = "STOP"
    toggle = 1
    Option5.Value = 1
  Else
    Command3.Caption = "RUN"
    Option7.Value = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        toggle = 0
    End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
Text1.Text = ""
Text2.Text = ""
Text3.Text = ""
Text4.Text = ""
Text5.Text = ""
Option1.Value = 1
Option7.Value = 1
Frame2.Enabled = False
Frame1.Enabled = False
Out &H303, &H8B
Out &H300, &H0
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
If toggle = 1 Then ReadPort
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนเสียง

```
'Inp and Out declarations for direct port I/O
'in 32-bit Visual Basic 4 programs.
Public Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" _
Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Public Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" _
Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As Integer)
'####  start Add sound
Declare Function PlaySound Lib "winmm.dll" Alias "PlaySoundA" (ByVal lpszName As
String, ByVal hModule As Long, ByVal dwFlags As Long) As Long
'###  end  Add sound
'Private Declare Function PlaySound Lib "winmm.dll" Alias "PlaySoundA" (ByVal lpszName
As String, ByValhModule As Long, ByVal dwFlags As Long) As Long
Dim sizelen As Integer
Public gener As String
Sub Read_wav(datawav As String)
Dim a  As String * 1
Dim data As String
Dim ok As Integer
 data = datawav
   PlaySound "c:\sound\SUBJECT.wav", 1, 0
 If data = "01010002" Then
   PlaySound "c:\sound\ELECTROMAG.wav", 1, 0
   GoTo okexit
 End If

 If data = "01071103" Then
   PlaySound "c:\sound\DIGITAL.wav", 1, 0
   GoTo okexit
 End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
If data = "01080001" Then
  PlaySound "c:\sound\ENGINEER.wav", 1, 0
  GoTo okexit
End If

If data = "01121101" Then
  PlaySound "c:\sound\SEMICON.wav", 1, 0
  GoTo okexit
End If
If data = "01121102" Then
  PlaySound "c:\sound\ELECT.wav", 1, 0
  GoTo okexit
End If
If data = "01121103" Then
  PlaySound "c:\sound\ELECTLAB1.wav", 1, 0
  GoTo okexit
End If
If data = "01121104" Then
  PlaySound "c:\sound\DIGITALELEC.wav", 1, 0
  GoTo okexit
End If

If data = "01121108" Then
  PlaySound "c:\sound\ELECTLAB2.wav", 1, 0
  GoTo okexit
End If
  If data = "03010003" Then
  PlaySound "c:\sound\ENGLISH1.wav", 1, 0
  GoTo okexit
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 If data = "03010004" Then
  PlaySound "c:\sound\ENGLISH2.wav", 1, 0
  GoTo okexit
 End If
  If data = "05010120" Then
  PlaySound "c:\sound\MATH.wav", 1, 0
  GoTo okexit
 End If
 okexit:
End Sub
Sub ReadGrade(datagrade As String)
 PlaySound "c:\sound\Grade.wav", 1, 0 ' file not found
 datagrade = LCase(datagrade)
 Select Case datagrade
  Case "a"
      PlaySound "c:\sound\a.wav", 1, 0
      'Text1.Text = "len word" & Number
  Case "b"
      PlaySound "c:\sound\b.wav", 1, 0
      'Text1.Text = "len word" & Number
  Case "c"
      PlaySound "c:\sound\c.wav", 1, 0
      'Text1.Text = "len word" & Number
  Case "d"
      PlaySound "c:\sound\d.wav", 1, 0
      'Text1.Text = "len word" & Number
  Case "f"
      PlaySound "c:\sound\f.wav", 1, 0
      'Text1.Text = "len word" & Number
```

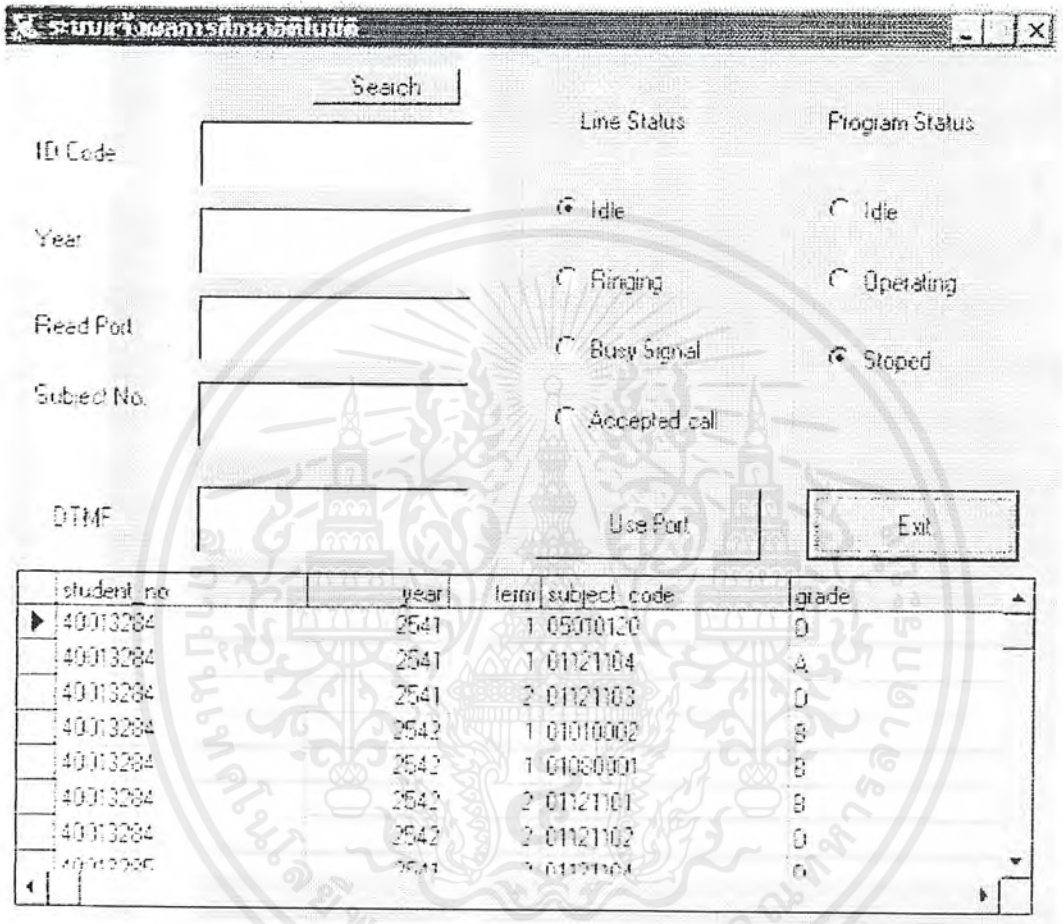
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Case "i"
        PlaySound "c:\sound\i.wav", 1, 0
        'Text1.Text = "len word" & Number
    Case Else
        PlaySound "c:\sound\fe.wav", 1, 0
        'Text1.Text = "No sound"
    End Select
End Sub
Sub ReadNum(datanum As String)
 Dim Onechar, Datafnum As String
 Dim Sizef As Integer
PlaySound "c:\sound\Yourid.wav", 1, 0
 Datafnum = datanum
 Sizef = Len(Datafnum)
DE_c:
 Onechar = Left(Datafnum, 1)
 Datafnum = Right(Datafnum, Sizef - 1)
 Select Case Onechar
  Case 1
      PlaySound "c:\sound\1.wav", 1, 0
      'Text1.Text = "len word" & Number
  Case 2
      PlaySound "c:\sound\2.wav", 1, 0
      'Text1.Text = "len word" & Number
  Case 3
      PlaySound "c:\sound\3.wav", 1, 0
      'Text1.Text = "len word" & Number
  Case 4
      PlaySound "c:\sound\4.wav", 1, 0
      'Text1.Text = "len word" & Number
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Case 5
        PlaySound "c:\sound\5.wav", 1, 0
        'Text1.Text = "len word" & Number
    Case 6
        PlaySound "c:\sound\6.wav", 1, 0
        'Text1.Text = "len word" & Number
    Case 7
        PlaySound "c:\sound\7.wav", 1, 0
        'Text1.Text = "len word" & Number
    Case 8
        PlaySound "c:\sound\8.wav", 1, 0
        'Text1.Text = "len word" & Number
    Case 9
        PlaySound "c:\sound\9.wav", 1, 0
        'Text1.Text = "len word" & Number
    Case 0
        PlaySound "c:\sound\0.wav", 1, 0
        'Text1.Text = "len word" & Number
    Case Else
        'PlaySound "c:\sound\return.wav,1,0"
        'Text1.Text = "No sound"
    End Select
        Sizef = Len(Datafnum)
    If Sizef >= 1 Then
      GoTo DE_c
    End If
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.2 รูปแสดงระบบแจ้งผลการศึกษาอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ส่วนเก็บฐานข้อมูล

ส่วนเก็บฐานข้อมูลนี้จะทำหน้าที่เก็บฐานข้อมูลของรายชื่อนักศึกษา,ฐานข้อมูลรายวิชา,ฐานข้อมูลเกรด,ฐานข้อมูลการลงทะเบียนของนักศึกษา โดยในส่วนฐานข้อมูลจะเชื่อมโยงกับส่วนควบคุมระบบ โดยส่วนฐานข้อมูลนั้นจะเป็นฐานข้อมูลให้กับส่วนควบคุมสามารถนำเอาไปใช้งาน โดยที่ในส่วนฐานข้อมูลนี้จะเชื่อมโยงระหว่างโปรแกรมวิช่วลเบสิค กับ โปรแกรมไมโครซอฟต์แอ็คเซ็ส (Microsoft Access) โดยที่โปรแกรมไมโครซอฟต์แอ็คเซ็ส ทำหน้าที่เก็บฐานข้อมูลทั้งหมด ส่วน โปรแกรมวิช่วลเบสิค ทำหน้าที่แสดงการทำงานของฐานข้อมูลและเชื่อมโยงฐานข้อมูลทั้งหมดเข้าด้วยกันและยังเชื่อมโยงเข้ากับส่วนควบคุมระบบ โดยที่ในส่วนฐานข้อมูลจะแบ่งออกเป็นส่วนๆดังนี้

1. ส่วนฐานข้อมูลรายชื่อนักศึกษา (Student)
2. ส่วนฐานข้อมูลรายวิชา (Subject)
3. ส่วนฐานข้อมูลตารางเกรด (Grade)
4. ส่วนฐานข้อมูลการลงทะเบียน (Register)

3.2.3 อธิบายการทำงานของโปรแกรมในแต่ละส่วนได้ดังนี้

1. เมนูหลัก

จะทำหน้าที่เชื่อมโยงฐานข้อมูลในแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน ดังนี้

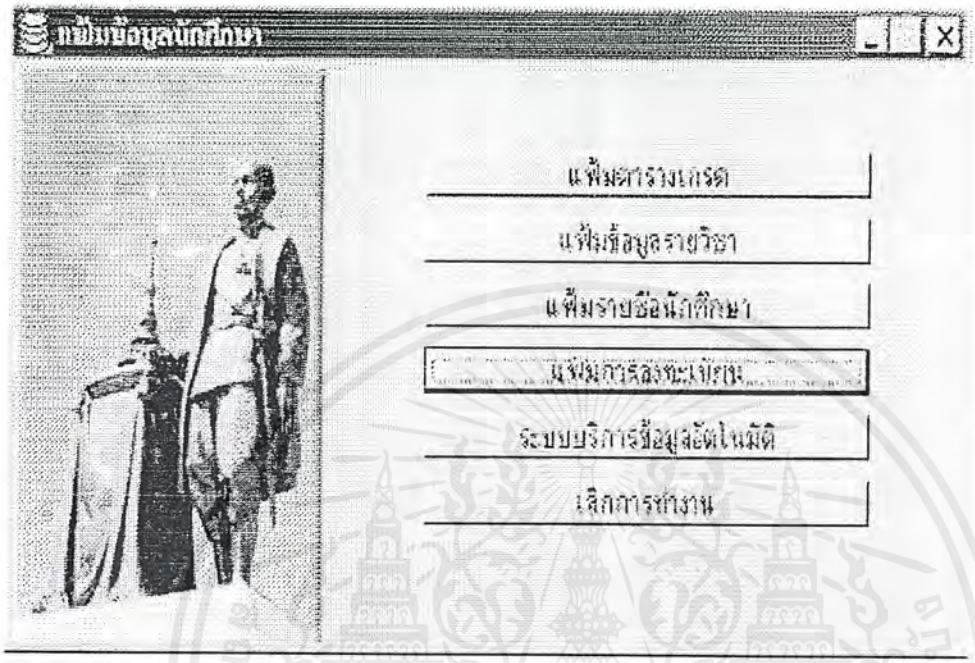
- เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับแฟ้มข้อมูลรายชื่อนักศึกษา
- เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับแฟ้มข้อมูลรายวิชา
- เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับแฟ้มตารางเกรด
- เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับแฟ้มตารางการลงทะเบียน
- เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับแฟ้มข้อมูลระบบบริการข้อมูลอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานในส่วนเมนูหลัก

```
Private Sub cmdCancel_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub cmdGrade_Click()
  frmGrade.Show vbModal
End Sub

Private Sub cmdRegister_Click()
frmRegister.Show vbModal
End Sub

Private Sub cmdStudent_Click()
frmStudent.Show vbModal
End Sub

Private Sub cmdSubject_Click()
frmSubject.Show vbModal
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

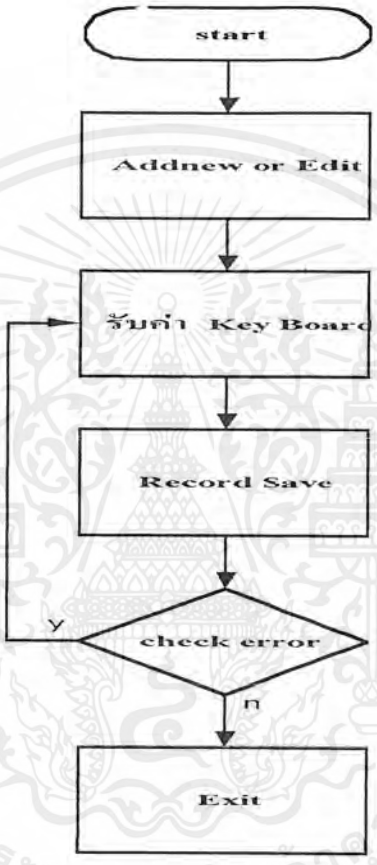


รูปที่ 3.3.1 รูปหน้าต่างเมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนฐานข้อมูลรายชื่อนักศึกษา

ในส่วนฐานข้อมูลรายชื่อนักศึกษานั้นจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลรหัสนักศึกษา,รายชื่อนักศึกษา,ที่อยู่นักศึกษา,เบอร์โทรศัพท์ และ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) จะมีโฟลว์ชาร์ตแสดงการงานดังรูป



รูปที่ 3.3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของแฟ้มข้อมูลนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของแฟ้มข้อมูลนักศึกษา

```
Private Sub Form_Load()
   Call Lock_Detail(True)
   tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
   tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
   tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
End Sub

Private Sub tbrToolbar_ButtonClick(ByVal Button As MSComctlLib.Button)
   Select Case Button.Index
   Case 1
      Call Lock_Detail(False)
      dtaStudent.Enabled = False
      dtaStudent.Recordset.AddNew
      tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = False
       tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = False
  Case 2
      If Not dtaStudent.Recordset.EOF Then
         dtaStudent.Enabled = False
         dtaStudent.Recordset.Edit
         Call Lock_Detail(False)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = False
    End If
Case 3
    If Not dtaStudent.Recordset.EOF Then
        If MsgBox("ต้องการลบข้อมูล", vbYesNo) = vbYes Then
            dtaStudent.Recordset.Delete
            dtaStudent.Recordset.MoveNext
        End If
    End If
Case 4
    Call Record_Save
Case 5
    dtaStudent.Recordset.CancelUpdate
    dtaStudent.Enabled = True
    Call Lock_Detail(True)
    tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
Case 6
    frmSearch_Student.Show vbModal
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Case 7
      Unload Me
    End Select
  End Sub
  Private Sub Lock_Detail(paLock As Boolean)
    txtStudent_no.Locked = paLock
    txtName.Locked = paLock
    txtAddress1.Locked = paLock
    txtAddress2.Locked = paLock
    txtZip.Locked = paLock
    txtTelephone.Locked = paLock
    txtEmail.Locked = paLock
  End Sub

  Private Sub Record_Save()
    If Field_Check() Then
      On Error GoTo Record_Save_Error
      dtaStudent.Recordset.Update
      On Error GoTo 0
      dtaStudent.Enabled = True
      Call Lock_Detail(True)
      tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
    End If
    Exit Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Record_Save_Error:
    If Err.Number = 3022 Then
        MsgBox "รหัสนักศึกษาซ้ำ", vbInformation, "Record Save"
    Else
        MsgBox Err.Number & " " & Err.Description, vbInformation, "Record Save"
    End If
    Exit Sub
End Sub

Private Function Field_Check() As Boolean
    Field_Check = True
    If Not Field_Check_Student_no() Then GoTo Field_Check_Error
    If Not Field_Check_Name() Then GoTo Field_Check_Error
    Exit Function
Field_Check_Error:
    Field_Check = False
    Exit Function
End Function
Private Function Field_Check_Student_no() As Boolean
    Field_Check_Student_no = True
    If Len(Trim(txtStudent_no.Text)) <= 0 Then
        MsgBox "กรุณาป้อนรหัสนักศึกษา", vbInformation, ""
        txtStudent_no.SetFocus
        Field_Check_Student_no = False
    End If
End Function
Private Function Field_Check_Name() As Boolean
    Field_Check_Name = True
    If Len(Trim(txtName.Text)) <= 0 Then
        MsgBox "กรุณาป้อนชื่อนักศึกษา", vbInformation, ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        txtName.SetFocus
        Field_Check_Name = False
    End If
End Function
```

รูปที่3.3.3 รูปหน้าต่างของแฟ้มข้อมูลรายชื่อนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมค้นหาข้อมูลของแฟ้มข้อมูลนักศึกษา

```
Private Sub Form_Load()
    Call Lock_Detail(False)
    cmdCancel.Enabled = True
    cmdOk.Enabled = False
    cmdSearch = False
End Sub

Private Sub cmdCancel_Click()
    Call Lock_Detail(False)
    cmdCancel.Enabled = True
    cmdOk.Enabled = False
    cmdSearch = False
    Unload Me
End Sub

Private Sub cmdOk_Click()
    Call Lock_Detail(False)
    cmdCancel.Enabled = False
    cmdOk.Enabled = True
    cmdSearch = False
  If frmRegister.txtStudent_no.Locked = False Then
    If Not dtaStudent.Recordset.EOF Then
      frmRegister.txtStudent_no.Text = dtaStudent.Recordset.Fields("student_no")
    End If
  End If
  Unload Me
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub cmdSearch_Click()
    Call Lock_Detail(False)
    cmdCancel.Enabled = True
    cmdOk.Enabled = True
    cmdSearch = False
  Dim Sql$, Where$
  Sql$ = "select * from Student"
  Where$ = ""
  If Len(Trim(txtStudent_no.Text)) > 0 Then
    Where$ = " where student_no like '" + txtStudent_no.Text + "*'"
  End If
  If Len(Trim(txtName.Text)) > 0 Then
    Where$ = IIf(Len(Trim(Where$)) > 0, Where$ + " and ", " where ")
    Where$ = Where$ + " Name  Like '" + txtName.Text + "*'"
  End If
  dtaStudent.RecordSource = Sql$ + Where$
  dtaStudent.Refresh
End Sub

Private Sub Lock_Detail(paLock As Boolean)
  cmdCancel.Enabled = Not paLock
  cmdOk.Enabled = paLock
  cmdSearch.Enabled = Not paLock
End Sub
```

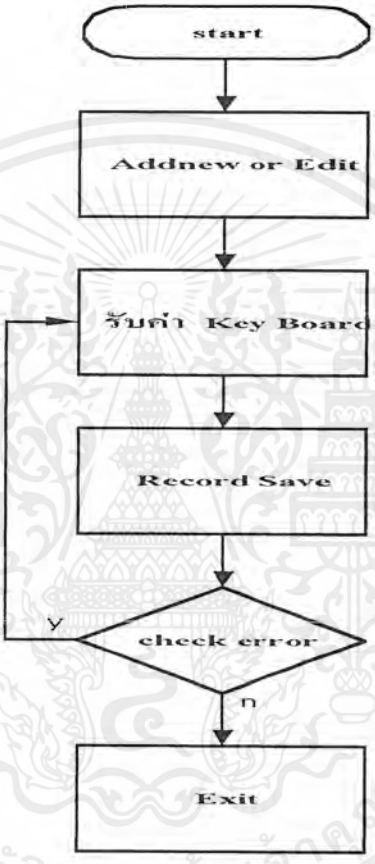
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3.4 รูปหน้าต่างค้นหาข้อมูลของแฟ้มข้อมูลรายชื่อนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนฐานข้อมูลรายวิชา

ในส่วนฐานข้อมูลรายวิชานั้นจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลรหัสวิชา,ชื่อวิชา,หน่วยกิตและไฟล์เสียงจะมีโฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานดังรูป



รูปที่ 3.3.5 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของแฟ้มข้อมูลรายวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมของแฟ้มข้อมูลรายวิชา

```
Private Sub Form_Load()
   Call Lock_Detail(True)
   tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
   tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
   tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
   End Sub

Private Sub tbrToolbar_ButtonClick(ByVal Button As MSComctlLib.Button)
   Select Case Button.Index
   Case 1
      Call Lock_Detail(False)
      dtaStudent.Enabled = False
      dtaStudent.Recordset.AddNew
      tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = False
Case 2
      If Not dtaStudent.Recordset.EOF Then
         dtaStudent.Enabled = False
         dtaStudent.Recordset.Edit
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Call Lock_Detail(False)
        tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = False
        End If
    Case 3
      If Not dtaStudent.Recordset.EOF Then
        If MsgBox("ต้องการลบข้อมูล", vbYesNo) = vbYes Then
          dtaStudent.Recordset.Delete
          dtaStudent.Recordset.MoveNext
        End If
      End If
    Case 4
      Call Record_Save
    Case 5
      dtaStudent.Recordset.CancelUpdate
      dtaStudent.Enabled = True
      Call Lock_Detail(True)
      tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Case 6
      frmSearch_Subject.Show vbModal
    Case 7
      Unload Me
      End Select
End Sub

Private Sub Lock_Detail(paLock As Boolean)
  txtSubject_Code.Locked = paLock
  txtDescription.Locked = paLock
  txtUnit.Locked = paLock
  txtWavefile.Locked = paLock
End Sub

Private Sub Record_Save()
  If Field_Check() Then
    On Error GoTo Record_Save_Error
    dtaStudent.Recordset.Update
    On Error GoTo 0
    dtaStudent.Enabled = True
    Call Lock_Detail(True)
    tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
  End If
  Exit Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Record_Save_Error:
    If Err.Number = 3022 Then
        MsgBox "รหัสวิชาซ้ำ", vbInformation, "Record Save"
    Else
        MsgBox Err.Number & " " & Err.Description, vbInformation, "Record Save"
    End If
    Exit Sub
End Sub

Private Function Field_Check() As Boolean
    Field_Check = True
    If Not Field_Check_Subject_code() Then GoTo Field_Check_Error
    If Not Field_Check_Description() Then GoTo Field_Check_Error
    If Not Field_Check_Unit() Then GoTo Field_Check_Error
    If Not Field_Check_Wavefile() Then GoTo Field_Check_Error
    Exit Function
Field_Check_Error:
    Field_Check = False
    Exit Function
End Function

Private Function Field_Check_Subject_code() As Boolean
    Field_Check_Subject_code = True
    If Len(Trim(txtSubject_Code.Text)) <= 0 Then
        MsgBox "กรุณาป้อนรหัสวิชา", vbInformation, ""
        txtSubject_Code.SetFocus
        Field_Check_Subject_code = False
    End If
End Function
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Function Field_Check_Description() As Boolean
    Field_Check_Description = True
    If Len(Trim(txtDescription.Text)) <= 0 Then
        MsgBox "กรุณาป้อนชื่อวิชา", vbInformation, ""
        txtDescription.SetFocus
        Field_Check_Description = False
    End If
End Function

Private Function Field_Check_Unit() As Boolean
    Field_Check_Unit = True
    If Not IsNumeric(txtUnit.Text) Then
        MsgBox "กรุณาป้อนหน่วยกิต", vbInformation, ""
        txtUnit.SetFocus
        Field_Check_Unit = False
    End If
End Function

Private Function Field_Check_Wavefile() As Boolean
    Field_Check_Wavefile = True
    If Len(Trim(txtWavefile.Text)) <= 0 Then
        MsgBox "กรุณาป้อนไฟล์เสียง", vbInformation, ""
        txtWavefile.SetFocus
        Field_Check_Wavefile = False
    End If
End Function

Private Sub txtSubject_code_Change()
    txtWavefile.Text = txtSubject_Code.Text
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3.6 รูปหน้าต่างของแฟ้มข้อมูลรายวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

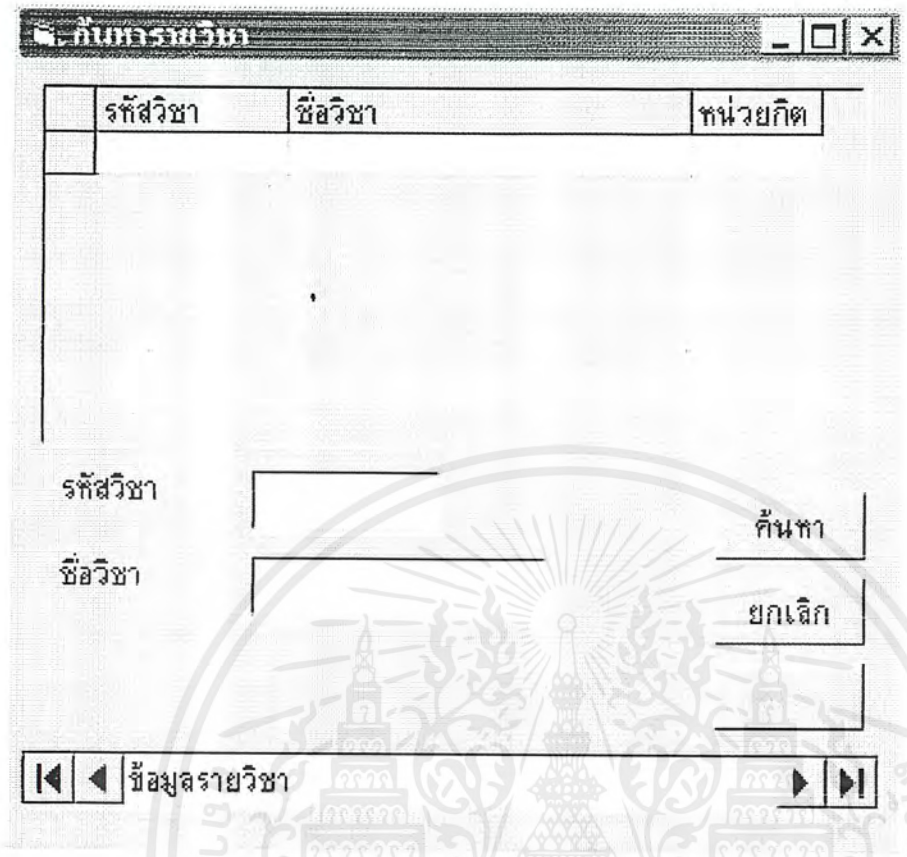
โปรแกรมค้นหาข้อมูลของแฟ้มข้อมูลรายวิชา

```
Private Sub Form_Load()
    Call Lock_Detail(False)
    cmdCancel.Enabled = True
    cmdOk.Enabled = False
    cmdSearch = False
End Sub

Private Sub cmdCancel_Click()
    Call Lock_Detail(True)
    cmdCancel.Enabled = True
    cmdOk.Enabled = False
    cmdSearch = False
    Unload Me
End Sub

Private Sub cmdOk_Click()
    Call Lock_Detail(True)
    cmdCancel.Enabled = False
    cmdOk.Enabled = True
    cmdSearch = False
  If frmRegister.txtSubject_Code.Locked = False Then
    If Not dtaSubject.Recordset.EOF Then
      frmRegister.txtSubject_Code.Text = dtaSubject.Recordset.Fields("subject_code")
    End If
  End If
  Unload Me
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub cmdSearch_Click()
    Call Lock_Detail(False)
    cmdCancel.Enabled = True
    cmdOk.Enabled = True
    cmdSearch = False
  Dim Sql$, Where$
  Sql$ = "select * from subject"
  Where$ = ""
    If Len(Trim(txtSubject_Code.Text)) > 0 Then
    Where$ = " where subject_code like '" + txtSubject_Code.Text + "*'"
    End If
    If Len(Trim(txtDescription.Text)) > 0 Then
      Where$ = IIf(Len(Trim(Where$)) > 0, Where$ + " and ", " where ")
       Where$ = Where$ + " Description  Like '" + txtDescription.Text + "*'"
    End If
  dtaSubject.RecordSource = Sql$ + Where$
  dtaSubject.Refresh
  End Sub

Private Sub Lock_Detail(paLock As Boolean)
  cmdCancel.Enabled = Not paLock
  cmdOk.Enabled = Not paLock
  cmdSearch.Enabled = Not paLock
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

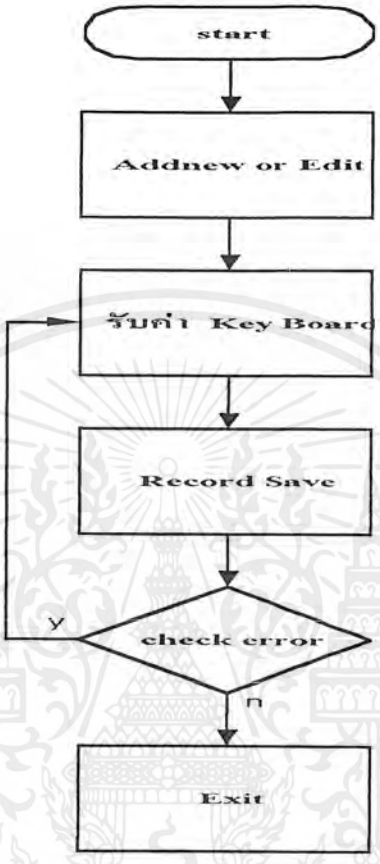


รูปที่ 3.3.7 รูปหน้าต่างค้นหาของแฟ้มข้อมูลรายวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนฐานข้อมูลตารางเกรด

ในส่วนฐานข้อมูลตารางเกรดนั้นจะทำหน้าที่เก็บเกรด,ความหมาย และไฟล์เสียงจะมีโฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานดังรูป



รูปที่ 3.3.8 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของแฟ้มตารางเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมของแฟ้มข้อมูลตารางเกรด

```
Private Sub Form_Load()
   Call Lock_Detail(True)
   tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
   tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
   tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
End Sub

Private Sub tbrToolbar_ButtonClick(ByVal Button As MSComctlLib.Button)
   Select Case Button.Index
   Case 1
      Call Lock_Detail(False)
      dtaGrade.Enabled = False
      dtaGrade.Recordset.AddNew
      tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = True
      tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = False
      tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = False
   Case 2
      If Not dtaGrade.Recordset.EOF Then
         dtaGrade.Enabled = False
         dtaGrade.Recordset.Edit
         Call Lock_Detail(False)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = False
    End If
Case 3
    If Not dtaGrade.Recordset.EOF Then
        If MsgBox("ต้องการลบข้อมูล", vbYesNo) = vbYes Then
            dtaGrade.Recordset.Delete
            dtaGrade.Recordset.MoveNext
        End If
    End If
Case 4
    Call Record_Save
Case 5
    dtaGrade.Recordset.CancelUpdate
    dtaGrade.Enabled = True
    Call Lock_Detail(True)
    tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
Case 6
frmSearch_Grade.Show vbModal
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Case 7
        Unload Me
    End Select
End Sub

Private Sub Lock_Detail(paLock As Boolean)
    txtGrade.Locked = paLock
    txtDescription.Locked = paLock
    txtWavefile.Locked = paLock
    End Sub

Private Sub Record_Save()
    If Field_Check() Then
        On Error GoTo Record_Save_Error
        dtaGrade.Recordset.Update
        On Error GoTo 0
        dtaGrade.Enabled = True
        Call Lock_Detail(True)
        tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
    End If
    Exit Sub
```

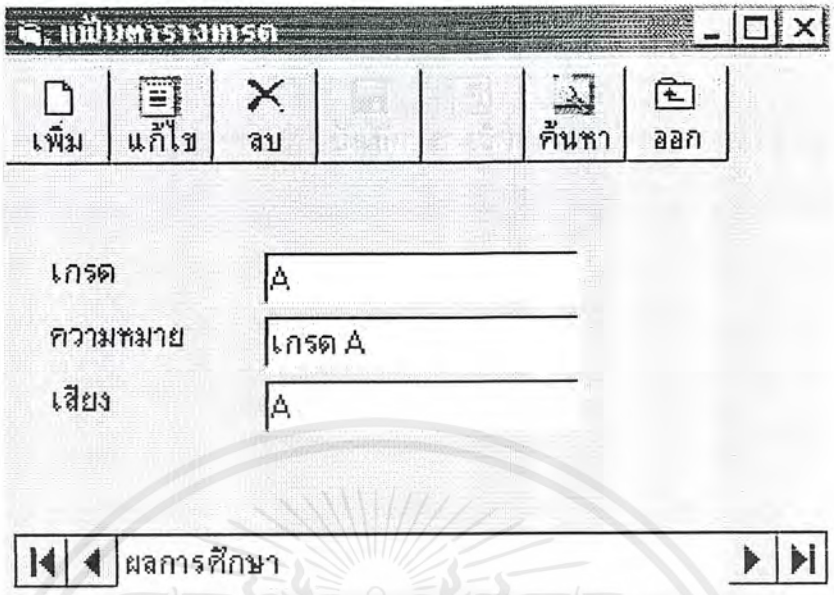
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Record_Save_Error:
   If Err.Number = 3022 Then
      MsgBox "เกรดซ้ำ", vbInformation, "Record Save"
   Else
      MsgBox Err.Number & " " & Err.Description, vbInformation, "Record Save"
   End If
   Exit Sub
End Sub

Private Function Field_Check() As Boolean
   Field_Check = True
   If Not Field_Check_Grade() Then GoTo Field_Check_Error
   If Not Field_Check_Description() Then GoTo Field_Check_Error
   If Not Field_Check_Wavefile() Then GoTo Field_Check_Error
   Exit Function
Field_Check_Error:
   Field_Check = False
   Exit Function
End Function

Private Function Field_Check_Grade() As Boolean
   Field_Check_Grade = True
  If Len(Trim(txtGrade.Text)) <= 0 Then
      MsgBox "กรุณาป้อนเกรด", vbInformation, ""
      txtGrade.SetFocus
      Field_Check_Grade = False
   End If
End Function
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Function Field_Check_Description() As Boolean
   Field_Check_Description = True
   If Len(Trim(txtDescription.Text)) <= 0 Then
      MsgBox "กรุณาป้อนความหมาย", vbInformation, ""
      txtDescription.SetFocus
      Field_Check_Description = False
   End If
End Function

Private Function Field_Check_Wavefile() As Boolean
   Field_Check_Wavefile = True
   If Len(Trim(txtWavefile.Text)) <= 0 Then
      MsgBox "กรุณาป้อนไฟล์เสียง", vbInformation, ""
      txtWavefile.SetFocus
      Field_Check_Wavefile = False
   End If
End Function

Private Sub txtGrade_Change()
   txtWavefile.Text = txtGrade.Text
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.9 รูปหน้าต่างของแฟ้มข้อมูลตารางเกรด

โปรแกรมค้นหาข้อมูลของแฟ้มตารางเกรด

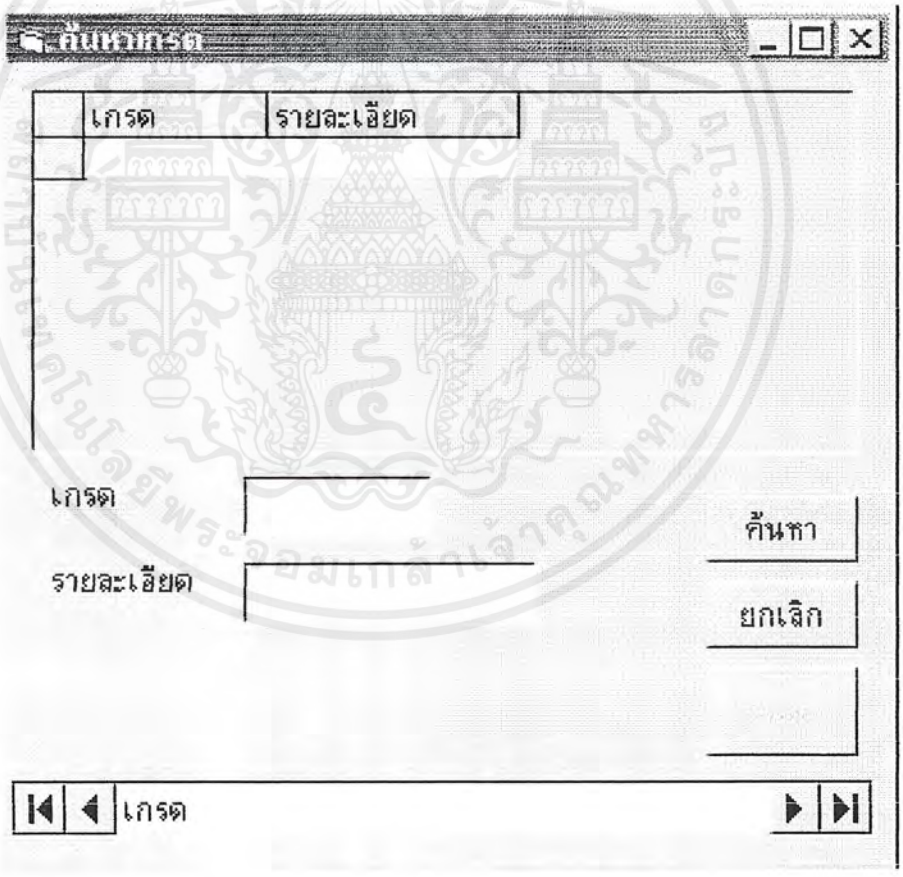
```
Private Sub Form_Load()
   Call Lock_Detail(False)
      cmdCancel.Enabled = True
      cmdOk.Enabled = False
      cmdSearch = False
End Sub

Private Sub cmdCancel_Click()
      Call Lock_Detail(False)
      cmdCancel.Enabled = True
      cmdOk.Enabled = False
      cmdSearch = False
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Unload Me
End Sub

Private Sub cmdOk_Click()
    Call Lock_Detail(False)
    cmdCancel.Enabled = False
    cmdOk.Enabled = True
    cmdSearch = False
 If frmRegister.txtGrade.Locked = False Then
    If Not dtaGrade.Recordset.EOF Then
      frmRegister.txtGrade.Text = dtaGrade.Recordset.Fields("grade")
    End If
  End If
  Unload Me
End Sub

Private Sub cmdSearch_Click()
    Call Lock_Detail(False)
    cmdCancel.Enabled = True
    cmdOk.Enabled = True
    cmdSearch = False
  Dim Sql$, Where$
  Sql$ = "select * from Grade"
  Where$ = ""
  If Len(Trim(txtGrade.Text)) > 0 Then
    Where$ = " where Grade like '" + txtGrade.Text + "*'"
  End If
  If Len(Trim(txtDescription.Text)) > 0 Then
    Where$ = IIf(Len(Trim(Where$)) > 0, Where$ + " and ", " where ")
    Where$ = Where$ + " Description  Like '" + txtDescription.Text + "*'"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    End If
     dtaGrade.RecordSource = Sql$ + Where$
    dtaGrade.Refresh
End Sub

Private Sub Lock_Detail(paLock As Boolean)
    cmdCancel.Enabled = Not paLock
    cmdOk.Enabled = paLock
    cmdSearch.Enabled = Not paLock
End Sub
```

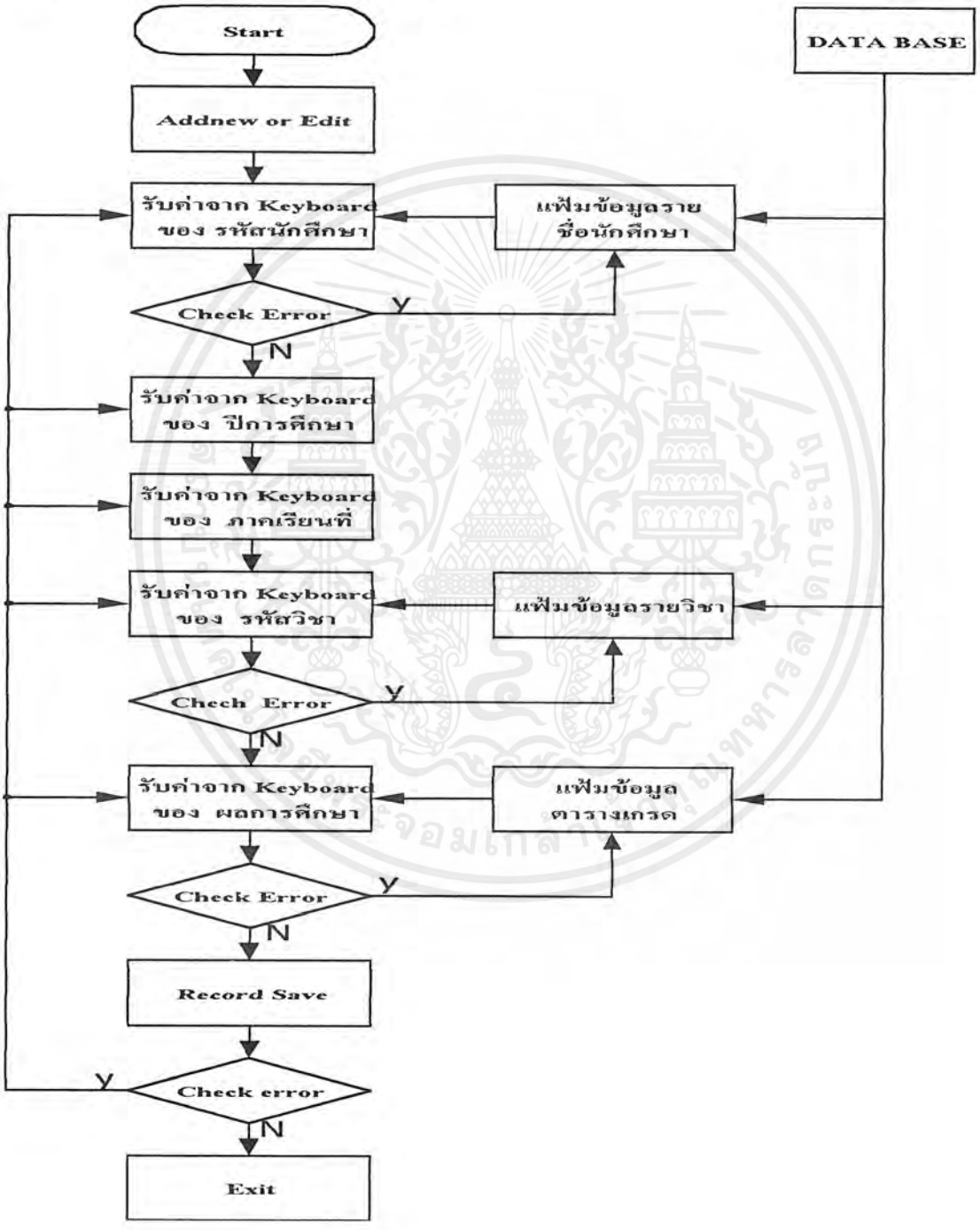


รูปที่ 3.3.10 รูปหน้าต่างค้นหาข้อมูลข้องแฟ้มข้อมูลตารางเกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนฐานข้อมูลการลงทะเบียน

ในส่วนฐานข้อมูลการลงทะเบียนนั้นจะเป็นส่วนสำคัญที่ใช้งานจริงๆโดยส่วนฐานข้อมูลการลงทะเบียนนี้จะเชื่อมโยงไปยังส่วนควบคุมระบบเพื่อที่จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลผ่านทางสายโทรศัพท์ โดยที่ฐานข้อมูลการลงทะเบียนนี้จะเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลรายชื่อนักศึกษา,บานข้อมูลรายวิชา และ ฐานข้อมูลตารางเกรด โดยมีมีโฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานดังรูป



รูปที่ 3.3.11 โฟลส์ชาร์ตแสดงการทำงานของแฟ้มข้อมูลการลงทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมของแฟ้มข้อมูลการลงทะเบียน

```
Dim dbGrade As Database
Dim rsStudent As Recordset
Dim rsSubject As Recordset
Dim rsGrade As Recordset

Private Function Database_Open()
 ' Database_Open = True
   Set dbGrade = OpenDatabase("c:\project\grade.mdb", False, True)
   Set rsStudent = dbGrade.OpenRecordset("student", dbOpenTable, dbReadOnly)
   Set rsSubject = dbGrade.OpenRecordset("subject", dbOpenTable, dbReadOnly)
   Set rsGrade = dbGrade.OpenRecordset("grade", dbOpenTable, dbReadOnly)
End Function

Private Sub Database_Close()
   On Error Resume Next
   rsGrade.Close
   rsSubject.Close
   rsStudent.Close
   dbGrade.Close
   On Error GoTo 0
End Sub

Private Sub cmdGrade_Click()
   frmSearch_Grade.Show vbModal
End Sub

Private Sub cmdSearch_Click()
   frmSearch_Register.Show vbModal
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub cmdStudent_no_Click()
   frmSearch_Student.Show vbModal
End Sub

Private Sub cmdSubject_code_Click()
   frmSearch_Subject.Show vbModal
End Sub

Private Sub Form_Load()
   Call Database_Open
   Call Lock_Detail(True)
   tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
   tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
   tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
   tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
   Call Database_Close
End Sub

Private Sub tbrToolbar_ButtonClick(ByVal Button As MSComctlLib.Button)
  Select Case Button.Index
  Case 1
     Call Lock_Detail(False)
     dtaRegister.Enabled = False
     dtaRegister.Recordset.AddNew
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = False
Case 2
    If Not dtaRegister.Recordset.EOF Then
        dtaRegister.Enabled = False
        dtaRegister.Recordset.Edit
        Call Lock_Detail(False)
        tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = False
    End If
Case 3
    If Not dtaRegister.Recordset.EOF Then
        If MsgBox("ต้องการลบข้อมูล", vbYesNo) = vbYes Then
            dtaRegister.Recordset.Delete
            dtaRegister.Recordset.MoveNext
        End If
    End If
Case 4
    Call Record_Save
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Case 5
        dtaRegister.Recordset.CancelUpdate
        dtaRegister.Enabled = True
        Call Lock_Detail(True)
        tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
        tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
        tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
    Case 6
        frmSearch_Register.Show vbModal
    Case 7
        Unload Me
    End Select
End Sub

Private Sub Lock_Detail(paLock As Boolean)
    txtStudent_no.Locked = paLock
    txtYear.Locked = paLock
    txtTerm.Locked = paLock
    txtSubject_Code.Locked = paLock
    txtGrade.Locked = paLock
    cmdStudent_no.Enabled = Not paLock
    cmdSubject_code.Enabled = Not paLock
    cmdGrade.Enabled = Not paLock
    End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Record_Save()
  If Field_Check() Then
    On Error GoTo Record_Save_Error
    dtaRegister.Recordset.Update
    On Error GoTo 0
    dtaRegister.Enabled = True
    Call Lock_Detail(True)
    tbrToolbar.Buttons(1).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(2).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(3).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(4).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(5).Enabled = False
    tbrToolbar.Buttons(6).Enabled = True
    tbrToolbar.Buttons(7).Enabled = True
  End If
  Exit Sub

Record_Save_Error:
  If Err.Number = 3022 Then
    MsgBox "รหัสวิชาซ้ำ", vbInformation, "Record Save"
  Else
    MsgBox Err.Number & " " & Err.Description, vbInformation, "Record Save"
  End If
  Exit Sub
End Sub

Private Function Field_Check() As Boolean
  Field_Check = True
  If Not Field_Check_Student_no() Then GoTo Field_Check_Error
  If Not Field_Check_Year() Then GoTo Field_Check_Error
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    If Not Field_Check_Term() Then GoTo Field_Check_Error
    If Not Field_Check_Subject_code() Then GoTo Field_Check_Error
    If Not Field_Check_Grade() Then GoTo Field_Check_Error
    Exit Function
Field_Check_Error:
    Field_Check = False
    Exit Function
End Function

Private Function Field_Check_Student_no() As Boolean
    Field_Check_Student_no = True
    If Len(Trim(lblStudent_no.Caption)) <= 0 Then
        MsgBox "กรุณาป้อนรหัสนักศึกษา", vbInformation, ""
        txtStudent_no.SetFocus
        Field_Check_Student_no = False
    End If
End Function

Private Function Field_Check_Year() As Boolean
    Field_Check_Year = True
    If Not IsNumeric(txtYear.Text) Then
        MsgBox "กรุณาป้อนปีการศึกษา", vbInformation, ""
        txtYear.SetFocus
        Field_Check_Year = False
    End If
End Function

Private Function Field_Check_Term() As Boolean
    Field_Check_Term = True
    If Not IsNumeric(txtTerm.Text) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MsgBox "กรุณาป้อนเทอมการศึกษา", vbInformation, ""
    txtTerm.SetFocus
    Field_Check_Term = False
  End If
End Function

Private Function Field_Check_Subject_code() As Boolean
  Field_Check_Subject_code = True
  If Len(Trim(lblSubject_code.Caption)) <= 0 Then
    MsgBox "กรุณาป้อนรหัสนักศึกษา", vbInformation, ""
    txtSubject_Code.SetFocus
    Field_Check_Subject_code = False
  End If
End Function

Private Function Field_Check_Grade() As Boolean
  Field_Check_Grade = True
  If Len(Trim(lblGrade.Caption)) <= 0 Then
    MsgBox "กรุณาป้อนผลการศึกษา", vbInformation, ""
    txtGrade.SetFocus
    Field_Check_Grade = False
  End If
End Function

Private Sub txtStudent_no_Change()
  With rsStudent
    .Index = "primarykey"
    .Seek "=", txtStudent_no.Text
    If Not .NoMatch Then
      lblStudent_no.Caption = .Fields("name")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Else
      lblStudent_no.Caption = ""
    End If
  End With
End Sub

Private Sub txtSubject_code_Change()
  With rsSubject
    .Index = "primarykey"
    .Seek "=", txtSubject_Code.Text
    If Not .NoMatch Then
      lblSubject_code.Caption = .Fields("Description")
    Else
      lblSubject_code.Caption = ""
    End If
  End With
End Sub

Private Sub txtGrade_Change()
  With rsGrade
    .Index = "primarykey"
    .Seek "=", txtGrade.Text
    If Not .NoMatch Then
      lblGrade.Caption = .Fields("Description")
    Else
      lblGrade.Caption = ""
    End If
  End WithEnd Sub
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3.12 รูปหน้าต่างของแฟ้มข้อมูลการลงทะเบียน

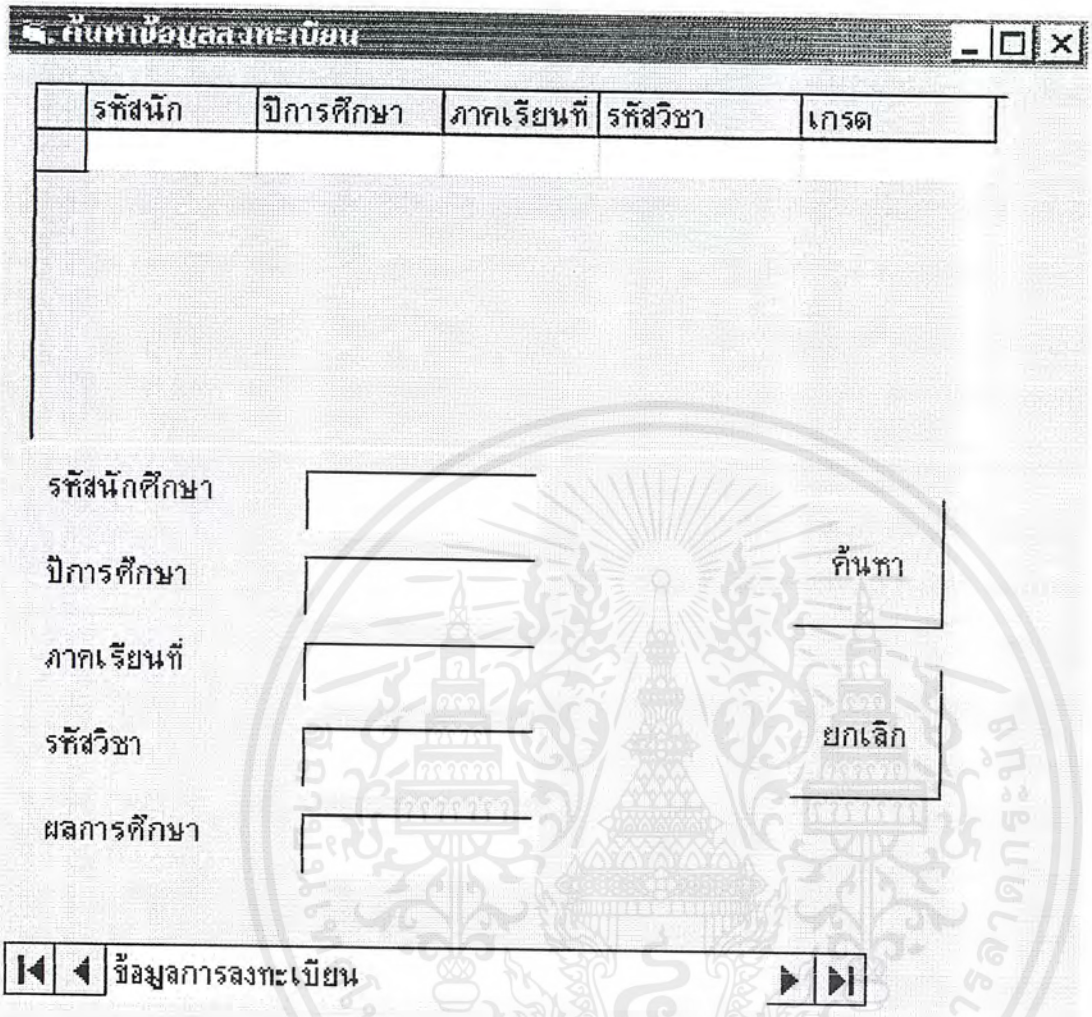
โปรแกรมค้นหาข้อมูลของแฟ้มข้อมูลการลงทะเบียน

```
Private Sub cmdCancel_Click()
        Unload Me
End Sub
Private Sub cmdSearch_Click()
   Dim Sql$, Where$
   Sql$ = "select * from Register"
   Where$ = ""
   If Len(Trim(txtStudent_no.Text)) > 0 Then
      Where$ = " where student_no like '" + txtStudent_no.Text + "*'"
   End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    If Len(Trim(txtYear.Text)) > 0 Then
        Where$ = IIf(Len(Trim(Where$)) > 0, Where$ + " and ", " where ")
        Where$ = Where$ + " Year  Like '" + txtYear.Text + "*'"
    End If
    If Len(Trim(txtTerm.Text)) > 0 Then
        Where$ = IIf(Len(Trim(Where$)) > 0, Where$ + " and ", " where ")
        Where$ = Where$ + "  term Like '" + txtTerm.Text + "*'"
    End If
    If Len(Trim(txtSubject_Code.Text)) > 0 Then
        Where$ = IIf(Len(Trim(Where$)) > 0, Where$ + " and ", " where ")
        Where$ = Where$ + " Subject_code  Like '" + txtSubject_Code.Text + "*'"
    End If
    If Len(Trim(txtGrade.Text)) > 0 Then
        Where$ = IIf(Len(Trim(Where$)) > 0, Where$ + " and ", " where ")
        Where$ = Where$ + " Grade  Like '" + txtGrade.Text + "*'"
    End If
    dtaRegister.RecordSource = Sql$ + Where$
    dtaRegister.Refresh
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.13 รูปหน้าต่างค้นหาข้อมูลของแฟ้มข้อมูลการลงทะเบียน

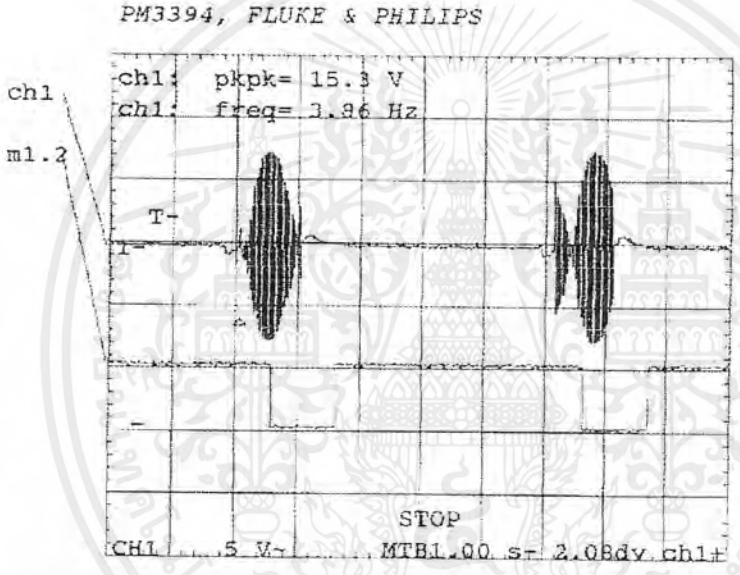
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองของโครงงาน

4.1 ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (*Ringing Detector*)

เมื่อเกิดสัญญาณกระดิ่งที่ Port RV ที่อินเตอร์เฟสเซอร์กิต (MH88632) มีการตรวจจับสัญญาณซึ่งมีค่าเป็น Low (0)เข้าไปที่ PB0 , PB1 ของไอซีเบอร์ 8255 ซึ่งจะเป็นเขียนซอฟแวร์ (Software) ควบคุมคอมพิวเตอร์ทำให้มีการส่งค่า High (1) เข้าไปที่ PA0 ทำให้ Port LRD กลายเป็น Low (0) ทำให้รีเลย์ทำการสับสวิตช์ลงมาเพื่อทำการเชื่อมเข้ากับอินพุทของภาคตรวจจับสัญญาณ DTMF ผลการทดลองดังรูป



รูปที่ 4.1 สัญญาณเปรียบเทียบเมื่อมีการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

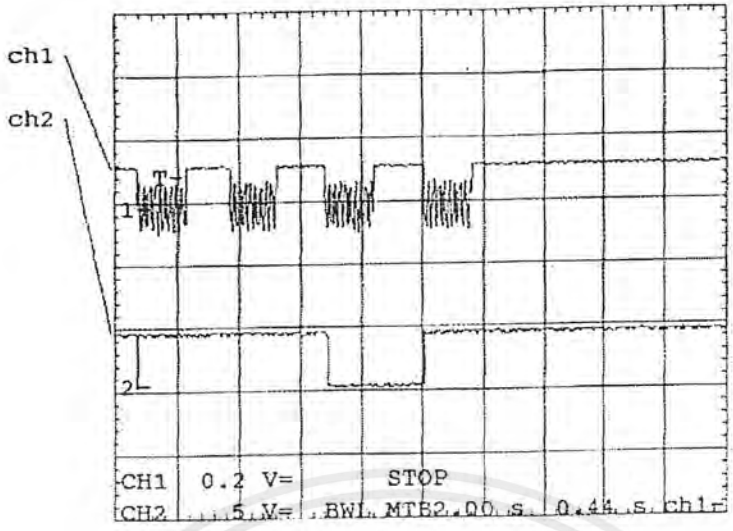
4.2 ภาคตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง (Busy Detector)

จากการทดลองสัญญาณของภาค Busy Detector ดังนี้

- ความถี่ของสัญญาณ Busy Tone มีช่วงความถี่ประมาณ 400-500 Hz
- ความแรงของสัญญาณ Busy Tone จากสายโทรศัพท์ ประมาณ 500 mVp-p

จากผลการทดลองโดยใช้ไอซีเบอร์ LM567 ซึ่งเป็นไอซี Tone Detector ใช้ในการตรวจจับสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) มีช่วงความถี่ระหว่าง 400-500 Hz ซึ่งวงจรสามารถทำงานตรวจจับความถี่ได้ตามต้องการ จึงนำสัญญาณดังกล่าวมาทำภารควบคุมให้รีเลย์ทำการตัดต่อวงจรได้ ผลการทดลองดังรูป

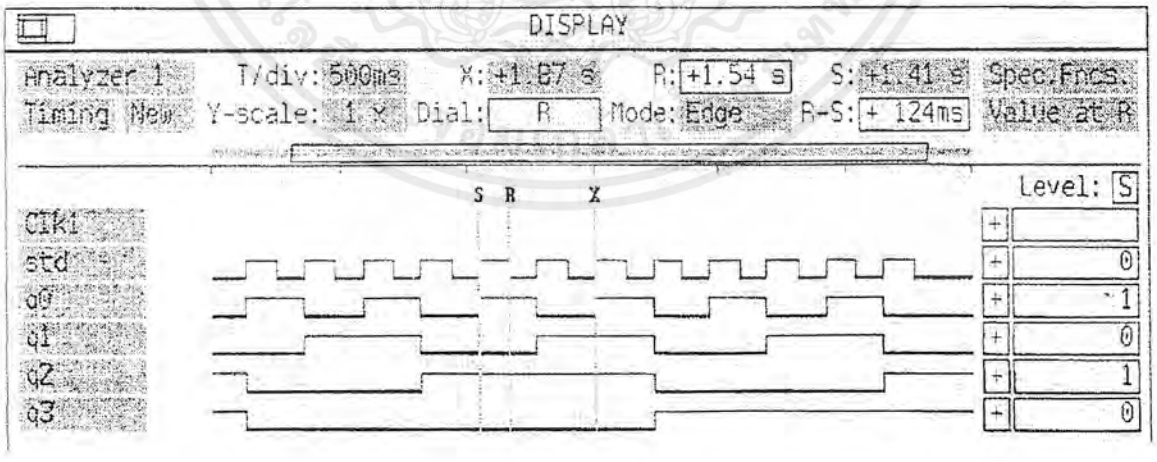
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) ระหว่างอินพุทกับเอาท์พุท

4.3 ภาค ภาคถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ (DTMF Receiver)

จากการทดลองวงจรภาค DTMF Receiver เมื่อทำการทดลองกดปุ่มหมายเลขที่หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (DTMF) โดยการกดหมาเลข 1,2,3,4,5,6,7,8,9,0,* และ # ตามลำดับ วงจรภาค DTMF Receiver จะทำการถอดรหัสความถี่ของหมายเลข จะได้สัญญาณเอาท์พุทเป็นรหัสไบนารีที่ขา STD , Q1 – Q4 ของไอซีเบอร์ MT8870 เพื่อส่งให้ภาคควบคุมระบบทำงานตามคำสั่ง สัญญาณเอาท์พุทแสดงดังรูป



รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณที่ขา STD ,Q1-Q4 ของเบอร์ MT8870 จากการกดหมายเลข 0-9 , * และ #

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 สรุปผลการทดลอง

ในส่วนการทำโครงงาน 1 นี้ ได้ดำเนินการทดลองส่วนประกอบของ ระบบบริการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยใช้คอมพิวเตอร์ (Automatic Data Service by Computer via Telephone Line) จำนวน 3 ภาคได้แก่ ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ภาคตรวจจับสัญญาณไม่ว่าง ภาคถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ ซึ่งผลการทดลองสามารถทำงานตามจุดประสงค์ที่ได้ออกแบบไว้ และได้ดำเนินการออกแบบวงจรและนำอุปกรณ์ต่างๆมาประกอบวงจรลงแผ่นวงจร พร้อมที่จะทำการทดสอบผลต่อไปในวอชาโครงงาน 2 ซึ่งส่วนใหญ่ จะเป็นการเน้นที่การอินเตอร์เฟส ระหว่าง การ์ดอินเตอร์เฟส กับ ไมโครคอมพิวเตอร์และ ภาคเก็บบันทึกฐานข้อมูล ที่เขียนด้วย วิช่วลเบสิก สำหรับการอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลของโครงงาน แนวทางแก้ไข และ วิธีการใช้งาน

โครงงาน "ระบบบริการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยใช้คอมพิวเตอร์" (Line Telephone Data Service By Computer)" นี้ที่ถูกพัฒนาออกแบบมาใช้งาน เพื่อสำหรับบริการโทรสอบถามข้อมูลผลการศึกษา ซึ่งในการออกแบบในด้าน ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ ในเครื่องต้นแบบนี้ สามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้คือ

5.1 ส่วนสรุปผลของของโครงงาน

จากการที่ได้ดำเนินการจัดทำโครงงานนี้ซึ่งในส่วนด้านฮาร์ดแวร์ได้ทำการทดลองและทดสอบผล อุปกรณ์ต่างๆของวงจรจนสามารถทำงานบรรลุตามจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งผลการทดลองจะสอดคล้องกับทฤษฎีทุกประการ แต่ก็มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่มีจุดบกพร่องบ้าง จึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาข้อจำกัดต่างๆต่อไป เพื่อให้การทำงานของระบบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.2 การปรับปรุงและพัฒนา

ในการแก้ไขและพัฒนาต่อไปในอนาคตนั้นจะต้องพัฒนาร่วมกันทั้งระบบในด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ เพื่อให้ระบบมีความเร็วสูง มีการยืดหยุ่นได้ดีมีจุดบกพร่องให้น้อยที่สุด สามารถใช้งานได้หลากหลายขึ้น เพื่อให้สามารถรับข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ ได้เพิ่มมากยิ่งขึ้น เช่น ควรมีปรับปรุงพัฒนาการเขียนโปรแกรมดียิ่งขึ้นและการบันทึกเก็บข้อมูล ให้สามารถใช้กับฐานข้อมูลอื่นๆ ได้ด้วย ไม่จำกัดเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

5.3 การใช้งานสำหรับผู้ใช้บริการ

โดยโครงงานนี้นำเสนอการบริการสอบถามผลการศึกษาอัตโนมัติ โดยมีวิธีการใช้งานของผู้ใช้บริการมีขั้นตอนดั่งนี้

1. ยกหูโทรศัพท์แล้วทำการกดหมายเลขโทรศัพท์ไปยังศูนย์บริการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติ
2. ทำการรอรับสัญญาณเสียงตอบรับจากศูนย์บริการข้อมูลอัตโนมัติ
3. ทำการกดรหัสนักศึกษาหลังจากสิ้นสัญญาณเสียง(โปรดกดรหัสนักศึกษา)
4. ทำการกดปีการศึกษาหลังจากสิ้นสัญญาณเสียง(โปรดกดปีการศึกษา)
5. ทางศูนย์บริการก็จะทำการส่งข้อมูลมายังผู้ใช้บริการ
6. เมื่อทางศูนย์บริการส่งข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีสัญญาณเสียง (กดเครื่องหมาย * จะทำการทวนข้อมูลอีกครั้ง กด # จะทำรายการใหม่)
7. ทำการวางหูโทรศัพท์เมื่อเสร็จสิ้นการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

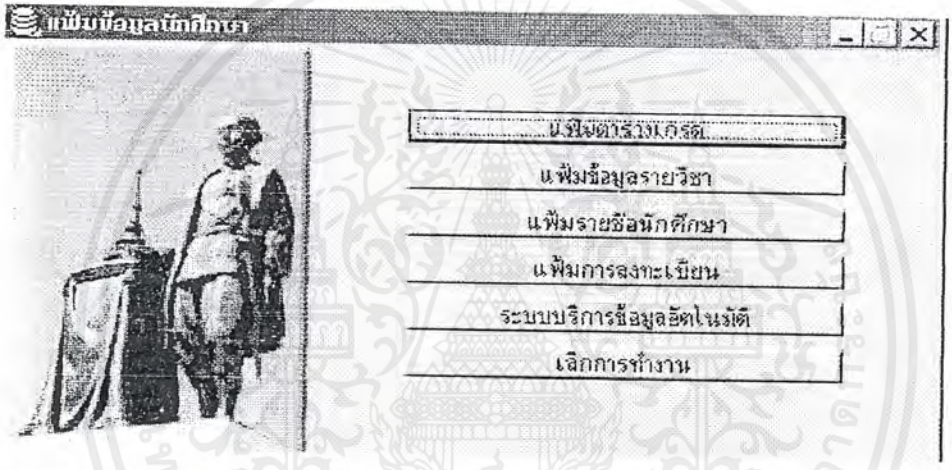
5.4 การเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูล

ในระบบบริการสอบถามผลการศึกษาอัตโนมัติสามารถเพิ่มเติมข้อมูลและแก้ไขข้อมูลได้โดยสามารถแบ่งเป็นส่วนๆดังนี้

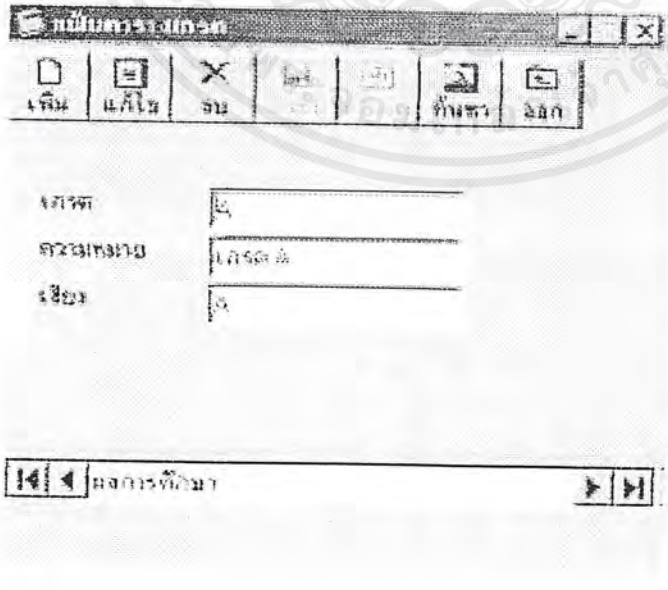
1. ในส่วนของแฟ้มข้อมูลตารางเกรด
2. ในส่วนของแฟ้มข้อมูลรายวิชา
3. ในส่วนของแฟ้มข้อมูลรายชื่อนักศึกษา
4. ในส่วนของแฟ้มข้อมูลการลงทะเบียนของนักศึกษา

1. ในส่วนของแฟ้มข้อมูลตารางเกรด

1.1 จากหน้าต่างแฟ้มข้อมูลนักศึกษาคลิกไปที่แฟ้มตารางเกรด

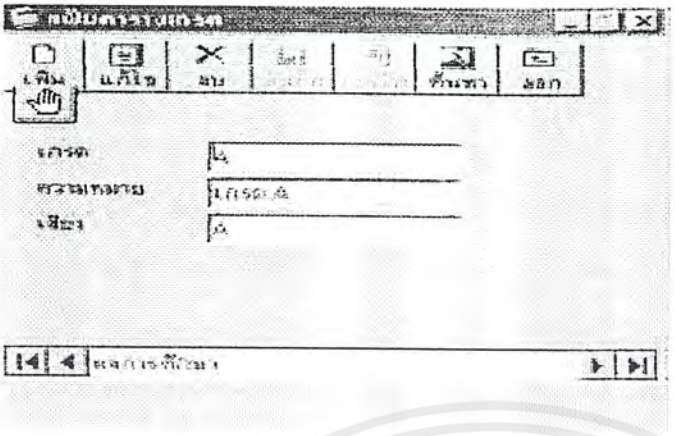


1.2 จะเข้ามาในหน้าต่างของแฟ้มตารางเกรด

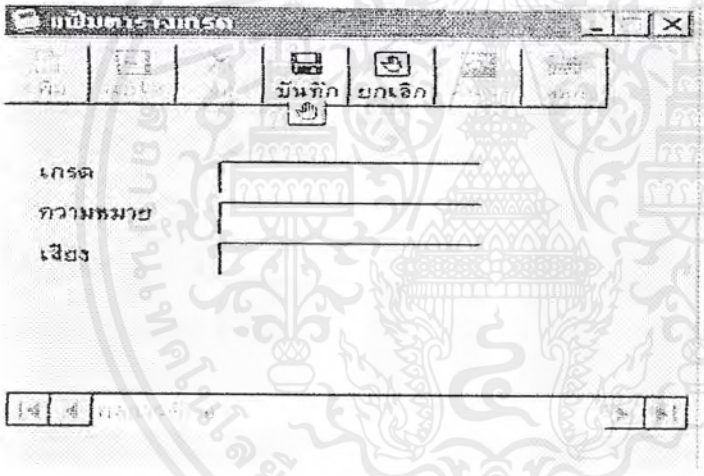


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

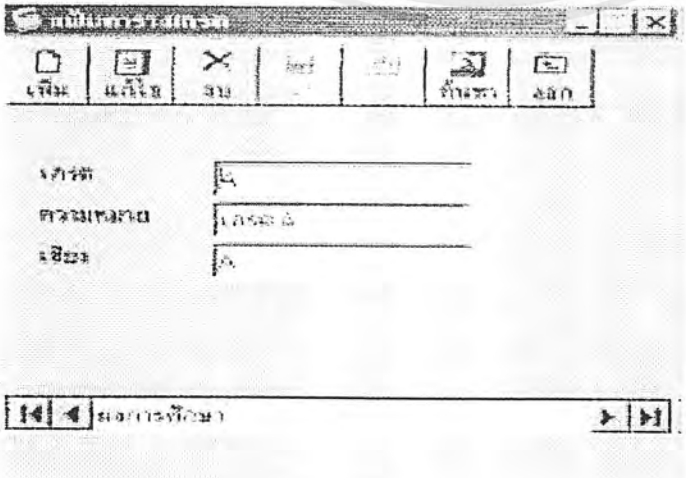
1.3 คลิกไปที่ปุ่มเพิ่มเพื่อทำการเพิ่มข้อมูล



1.4 ทำการกรอกข้อมูลลงในแฟ้มตารางเกรด แล้วทำการบันทึกค่าข้อมูลโดยการคลิกไปที่ปุ่มบันทึก

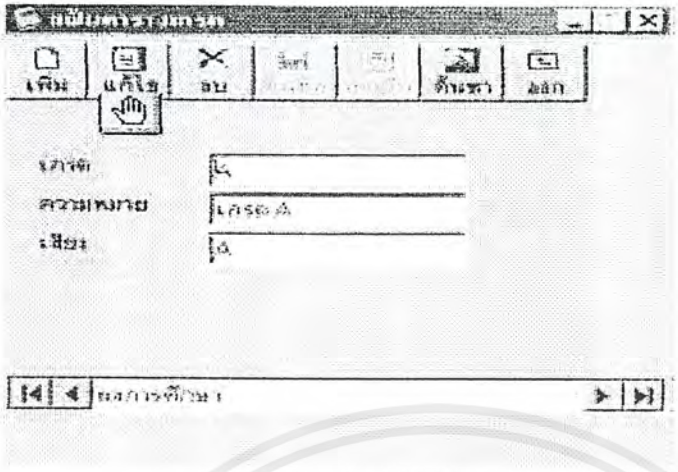


1.5 เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จแล้วก็เป็นอันเสร็จสิ้นการเพิ่มข้อมูล

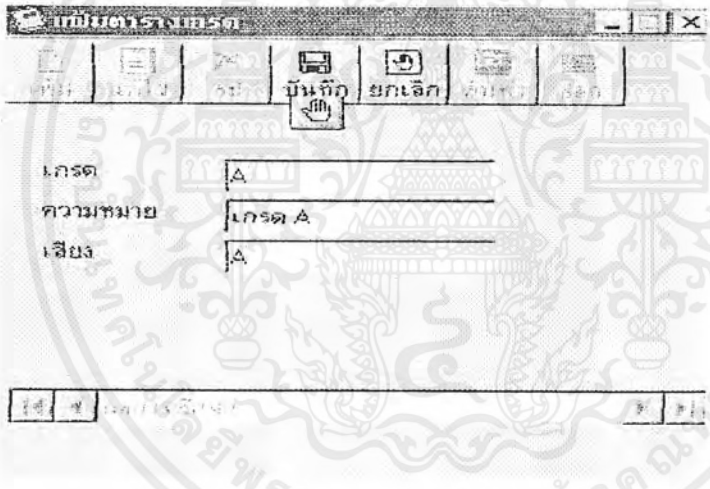


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

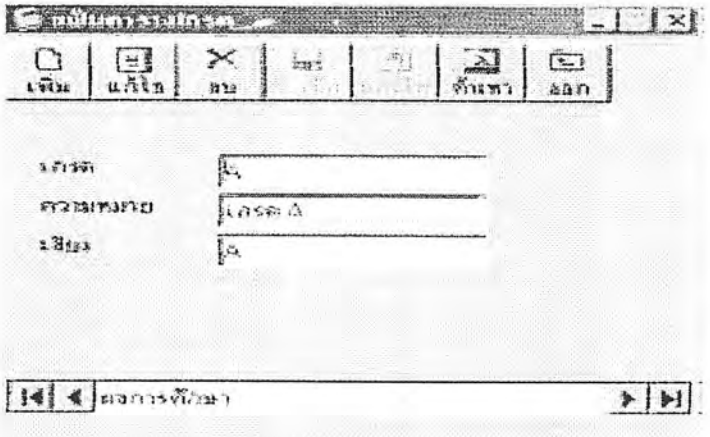
1.6 คลิกไปที่ปุ่มแก้ไขเพื่อทำการแก้ไขข้อมูล



1.7 เมื่อคลิกเข้ามาแล้วก็สามารถทำการแก้ไขข้อมูล แล้วทำการบันทึกค่าข้อมูลโดยการคลิกไปที่ปุ่มบันทึก



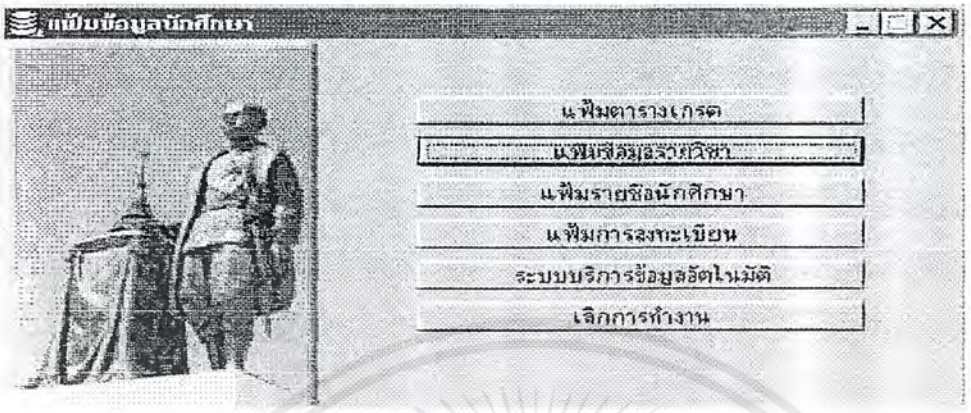
1.8 เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จแล้วก็เป็นอันเสร็จสิ้นการแก้ไขข้อมูล



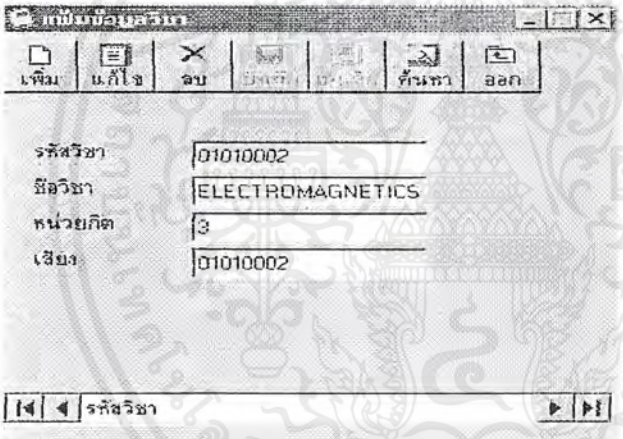
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในส่วนของแฟ้มข้อมูลรายวิชา

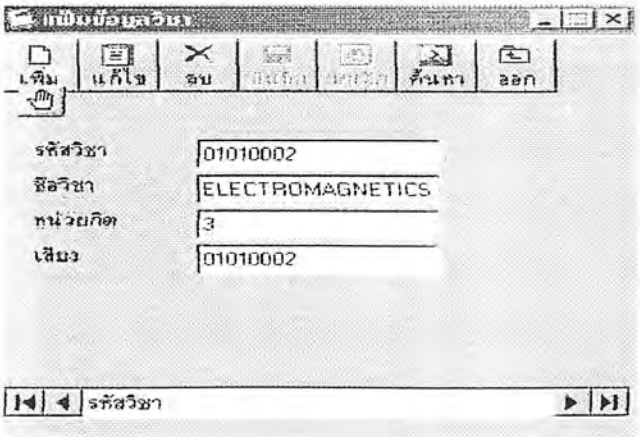
2.1 จากหน้าต่างแฟ้มข้อมูลนักศึกษาคลิกไปที่แฟ้มข้อมูลรายวิชา



2.2 จะเข้ามาในหน้าต่างของแฟ้มข้อมูลรายวิชา

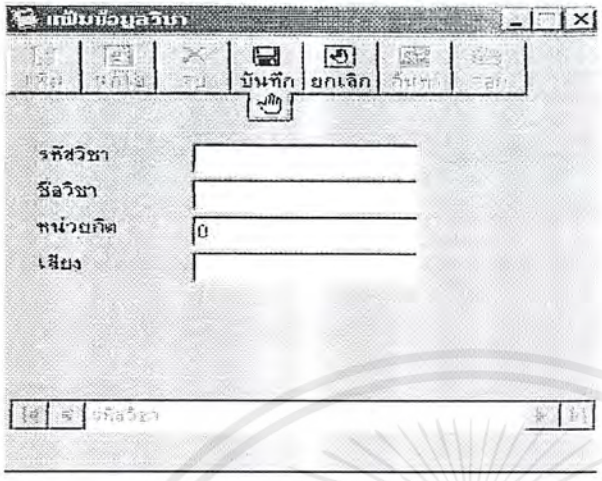


2.3 คลิกไปที่ปุ่มเพิ่มเพื่อทำการเพิ่มข้อมูล

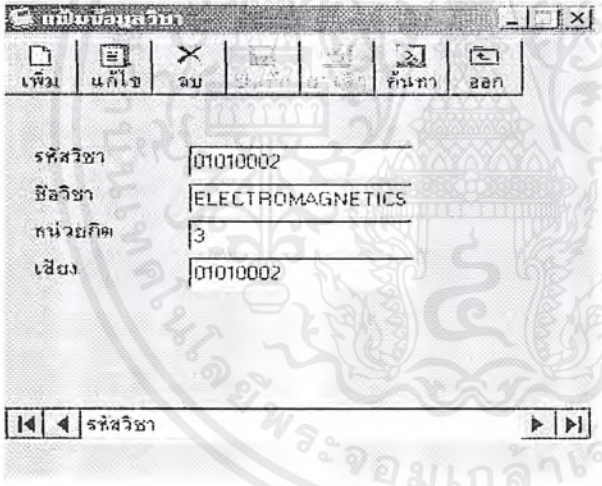


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

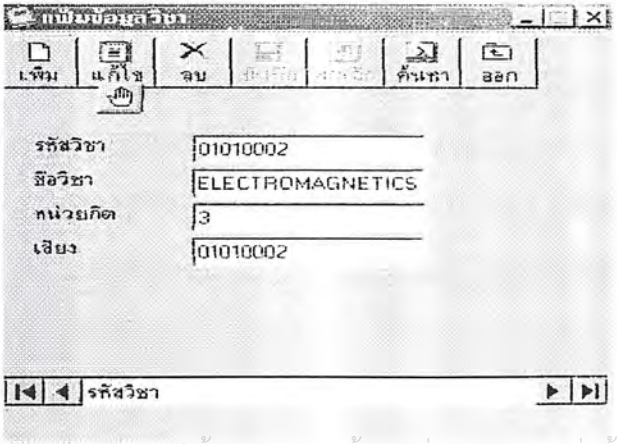
2.4 ทำการกรอกข้อมูลลงในแฟ้มข้อมูลวิชา แล้วทำการบันทึกค่าข้อมูลโดยการคลิกไปที่ปุ่มบันทึก



2.5 เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จแล้วก็เป็นอันเสร็จสิ้นการเพิ่มข้อมูล

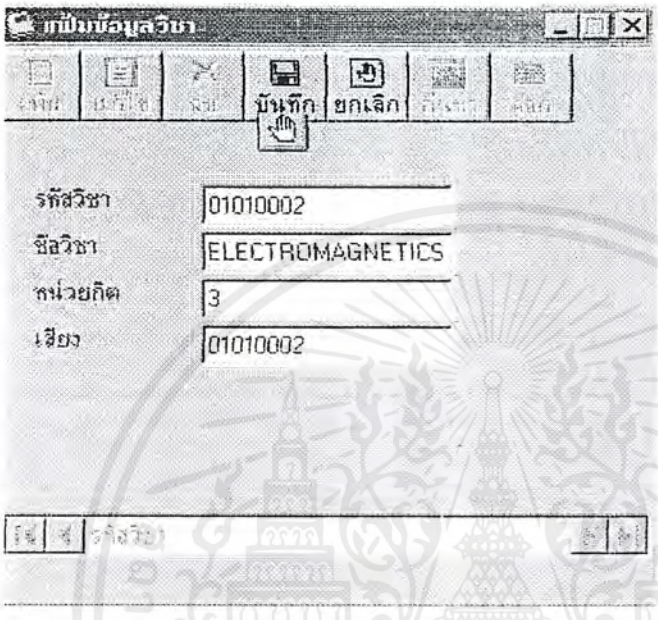


2.6 คลิกไปที่ปุ่มแก้ไขเพื่อทำการแก้ไขข้อมูล

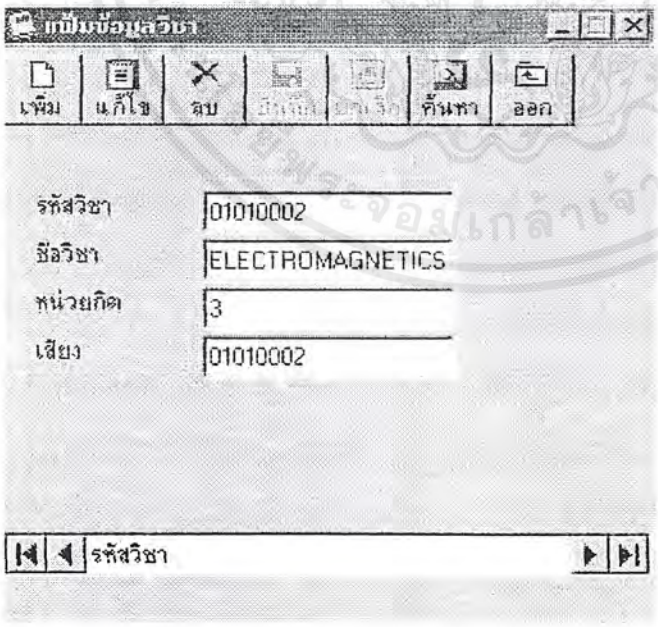


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 เมื่อคลิกเข้ามาแล้วก็สามารถทำการแก้ไขข้อมูล แล้วทำการบันทึกค่าข้อมูลโดยการคลิกไปที่ปุ่มบันทึก



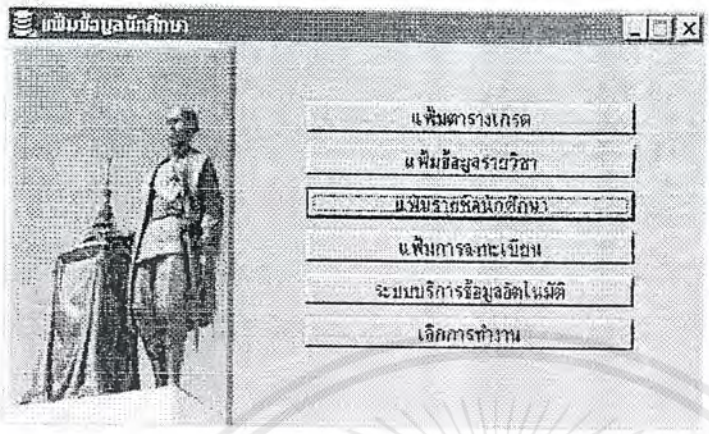
2.8 เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จแล้วก็เป็นอันเสร็จสิ้นการแก้ไขข้อมูล



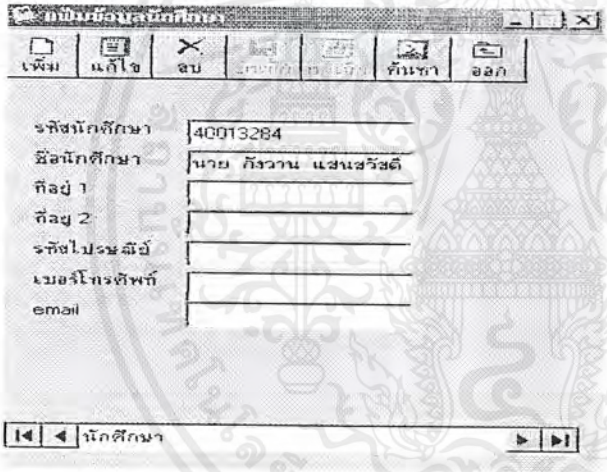
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในส่วนของแฟ้มรายชื่อนักศึกษา

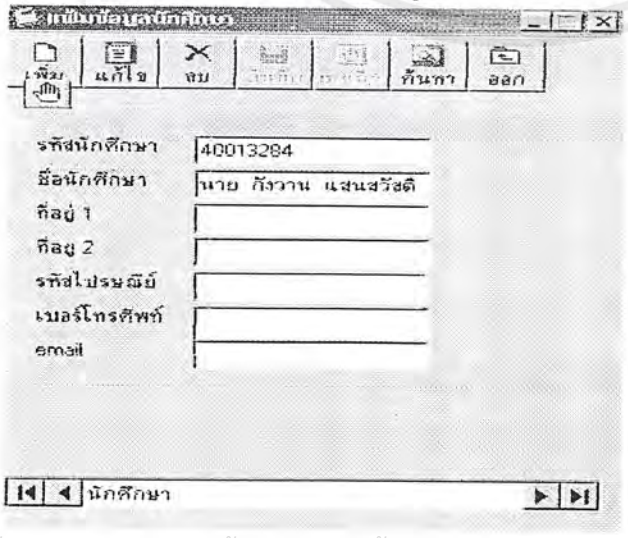
3.1 จากหน้าต่างแฟ้มข้อมูลนักศึกษาคลิกไปที่แฟ้มรายชื่อนักศึกษา



3.2 จะเข้ามาในหน้าต่างของแฟ้มรายชื่อนักศึกษา

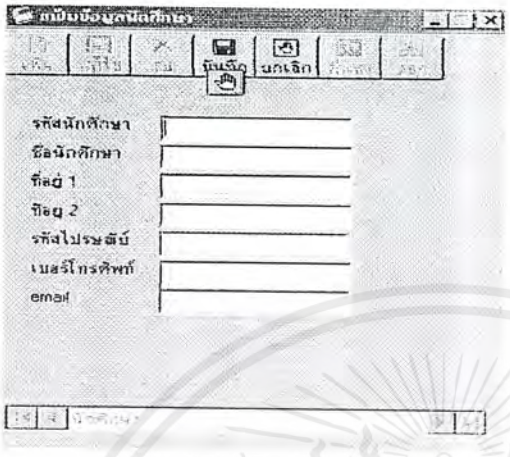


3.3 คลิกไปที่ปุ่มเพิ่มเพื่อทำการเพิ่มข้อมูล

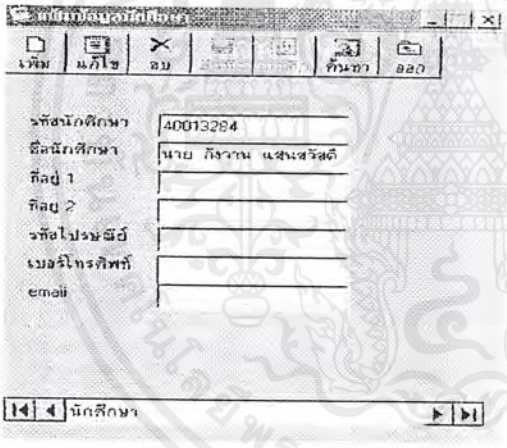


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

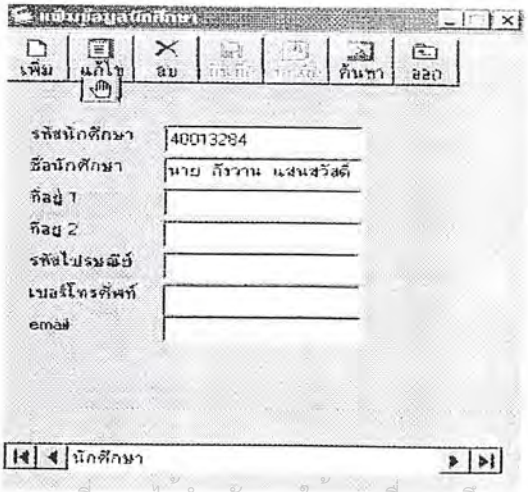
3.4 ทำการกรอกข้อมูลลงในแฟ้มข้อมูลนักศึกษา แล้วทำการบันทึกค่าข้อมูลโดยการคลิกไปที่ปุ่มบันทึก



3.5 เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จแล้วก็เป็นอันเสร็จสิ้นการเพิ่มข้อมูล

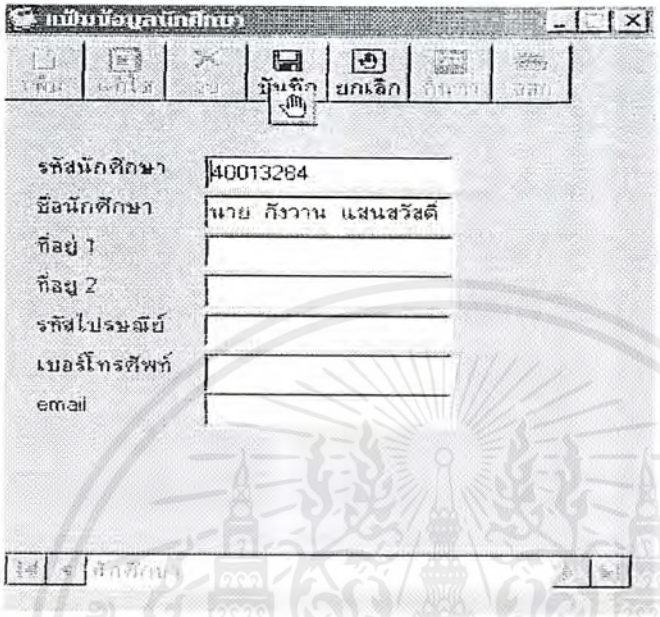


3.6 คลิกไปที่ปุ่มแก้ไขเพื่อทำการแก้ไขข้อมูล

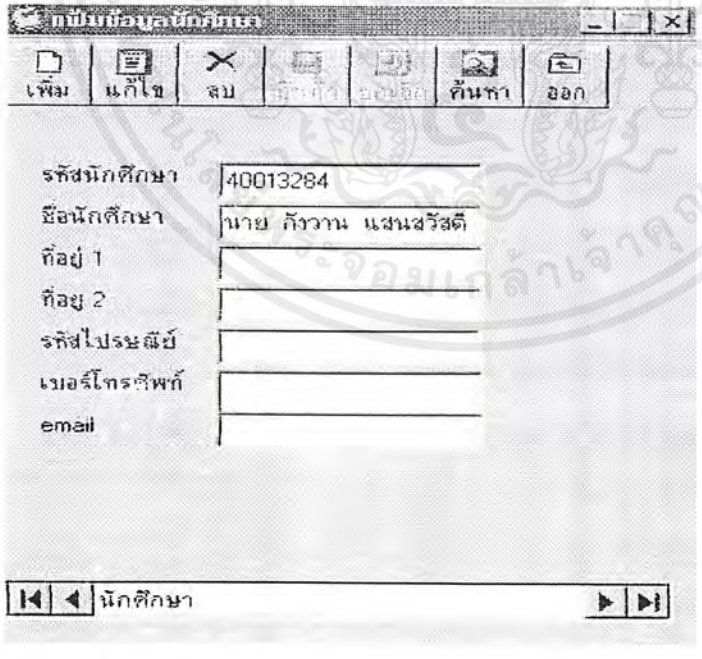


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 เมื่อคลิกเข้ามาแล้วก็สามารถทำการแก้ไขข้อมูล แล้วทำการบันทึกค่าข้อมูลโดยการคลิกไปที่ปุ่มบันทึก



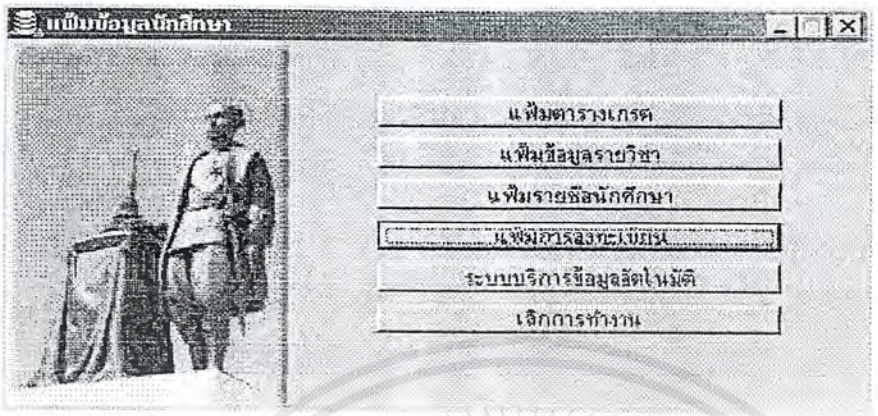
3.8 เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จแล้วก็เป็นอันเสร็จสิ้นการแก้ไขข้อมูล



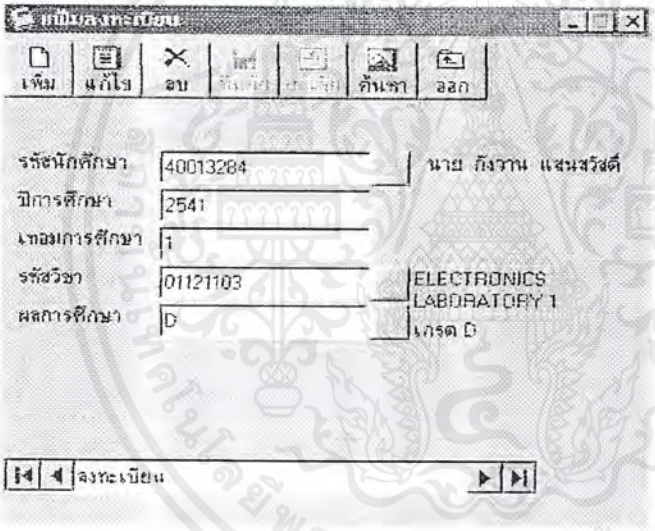
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในส่วนของแฟ้มการลงทะเบียน

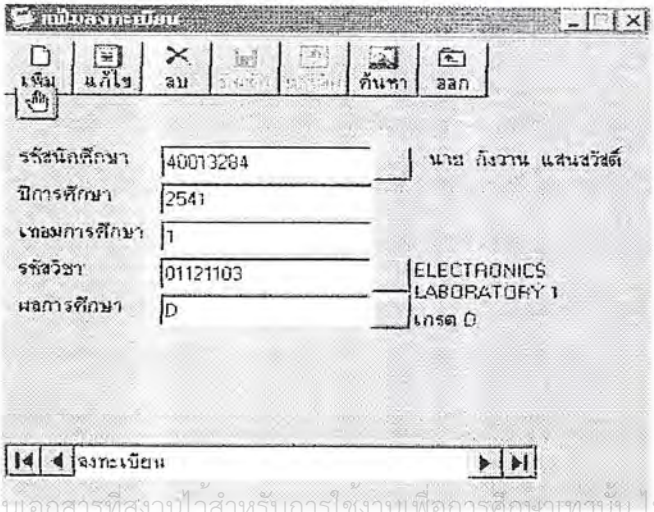
4.1 จากหน้าต่างแฟ้มข้อมูลนักศึกษาคลิกไปที่แฟ้มการลงทะเบียน



4.2 จะเข้ามาในหน้าต่างของแฟ้มการลงทะเบียน

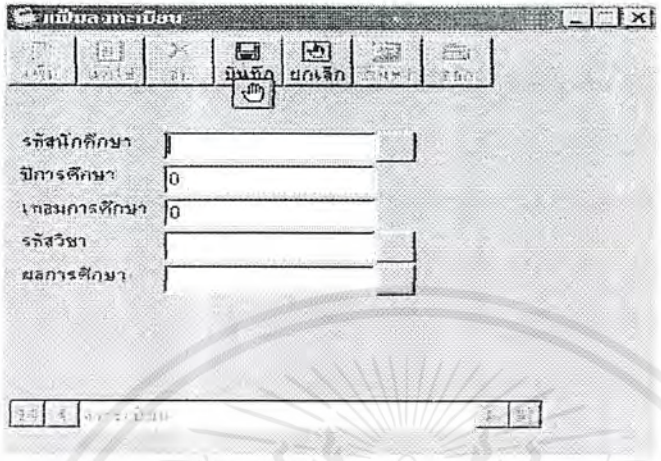


4.3 คลิกไปที่ปุ่มเพิ่มเพื่อทำการเพิ่มข้อมูล

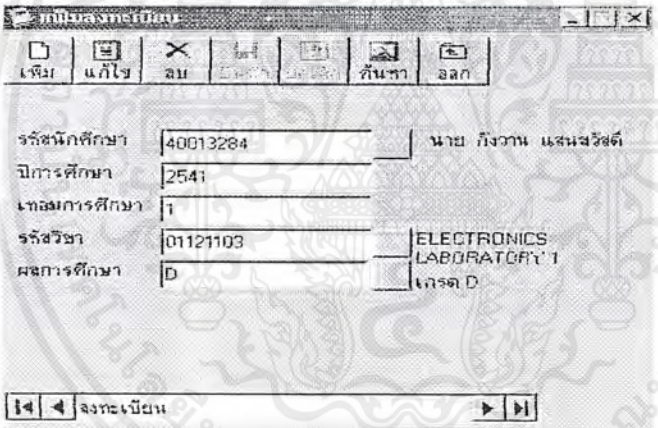


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

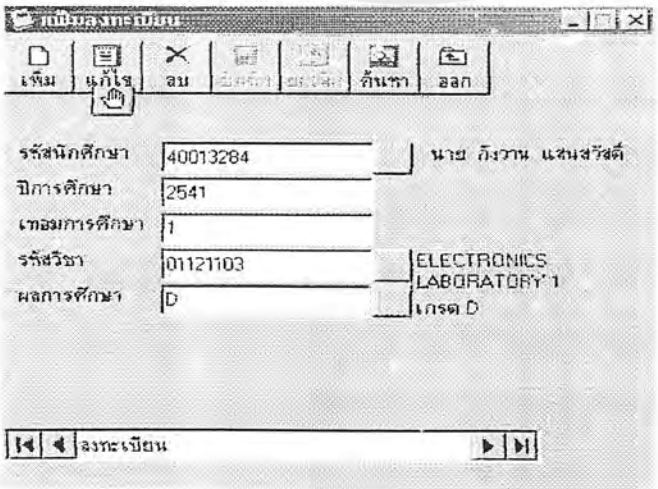
4.4 ทำการกรอกข้อมูลลงในแฟ้มการลงทะเบียน แล้วทำการบันทึกค่าข้อมูลโดยการคลิกไปที่ปุ่มบันทึก



4.5 เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จแล้วก็เป็นอันเสร็จสิ้นการเพิ่มข้อมูล

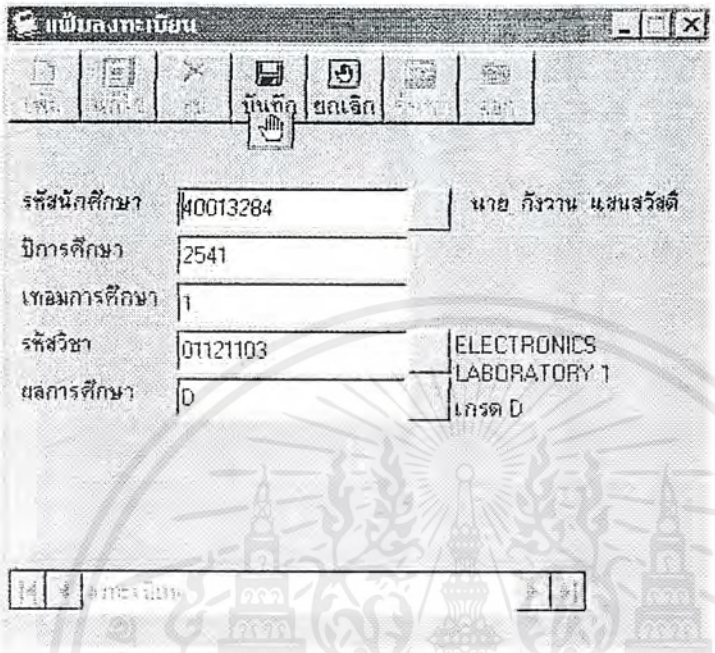


4.6 คลิกไปที่ปุ่มแก้ไขเพื่อทำการแก้ไขข้อมูล

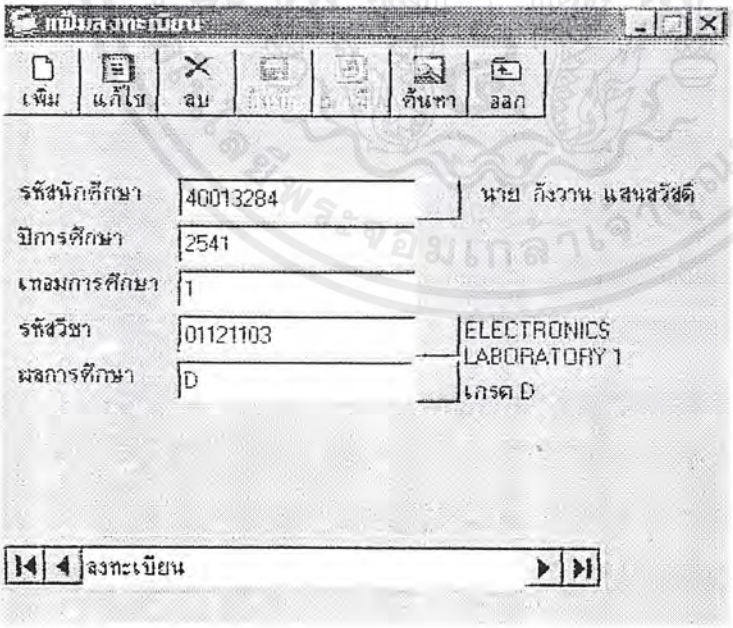


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 เมื่อคลิกเข้ามาแล้วก็สามารถทำการแก้ไขข้อมูล แล้วทำการบันทึกค่าข้อมูลโดยการคลิกไปที่ปุ่มบันทึก



4.8 เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จแล้วก็เป็นอันเสร็จสิ้นการแก้ไขข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, "คู่มือไอซีไมโครโปรเซสเซอร์และไอซีที่เกี่ยวข้อง" กรุงเทพมหานคร,2536
2. สุนทร วิทูสุรพจน์, "การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051" ,กรุงเทพมหานคร,2537
3. ธานินทร์ ถาวรศาสนวงศ์ และ ทินกร ดุ๊ก "การอินเทอร์เฟส IBM PC" , ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์, กรุงเทพ, p43-51และp165-166
4. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร " คู่มือปฏิบัติการไมโครคอมพิวเตอร์" มหาวิทยาลัยมหานคร p91-94
5. Robert Boylestad and Louis Nasheisky, " Electronic Devices and Circuit Theory" , prentic hall ,Englewood Cliffs,New Jersey
6. Chartwee Bratt Ltd, "Telecommunication Telephone network 1" Ericsson
7. Motorola, "Telecommunication Device Data," Third Printing, INC, 1989
8. Motorola, "Linear/Interface Ics Device Data," First Printing Vo1.ll, Inc..1993
9. Theodore F.Bogart,JR. "Introcuction to Digital Circuit" McGraw-Hill.,1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน " ระบบบริการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยผ่านคอมพิวเตอร์ " คงจะไม่ สำเร็จลุลวงตามวัตถุประสงค์ หากขาดผู้ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆทางคณะผู้จัดทำโครงงานนี้จึงขอขอบคุณผู้สนับสนุนโครงงานนี้ โดยเฉพาะ ผ.ศ. อุทัย ศรีธีระวิโรจน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนวคิดในการเพิ่มเติมช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆตลอดในการจัดทำโครงงานนี้ และขอบคุณการสื่อสารแห่งประเทศไทย ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานและทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งเพื่อนๆที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านความคิด จนสามารถทำให้โครงงานนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี และ ลุล่วงไปได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

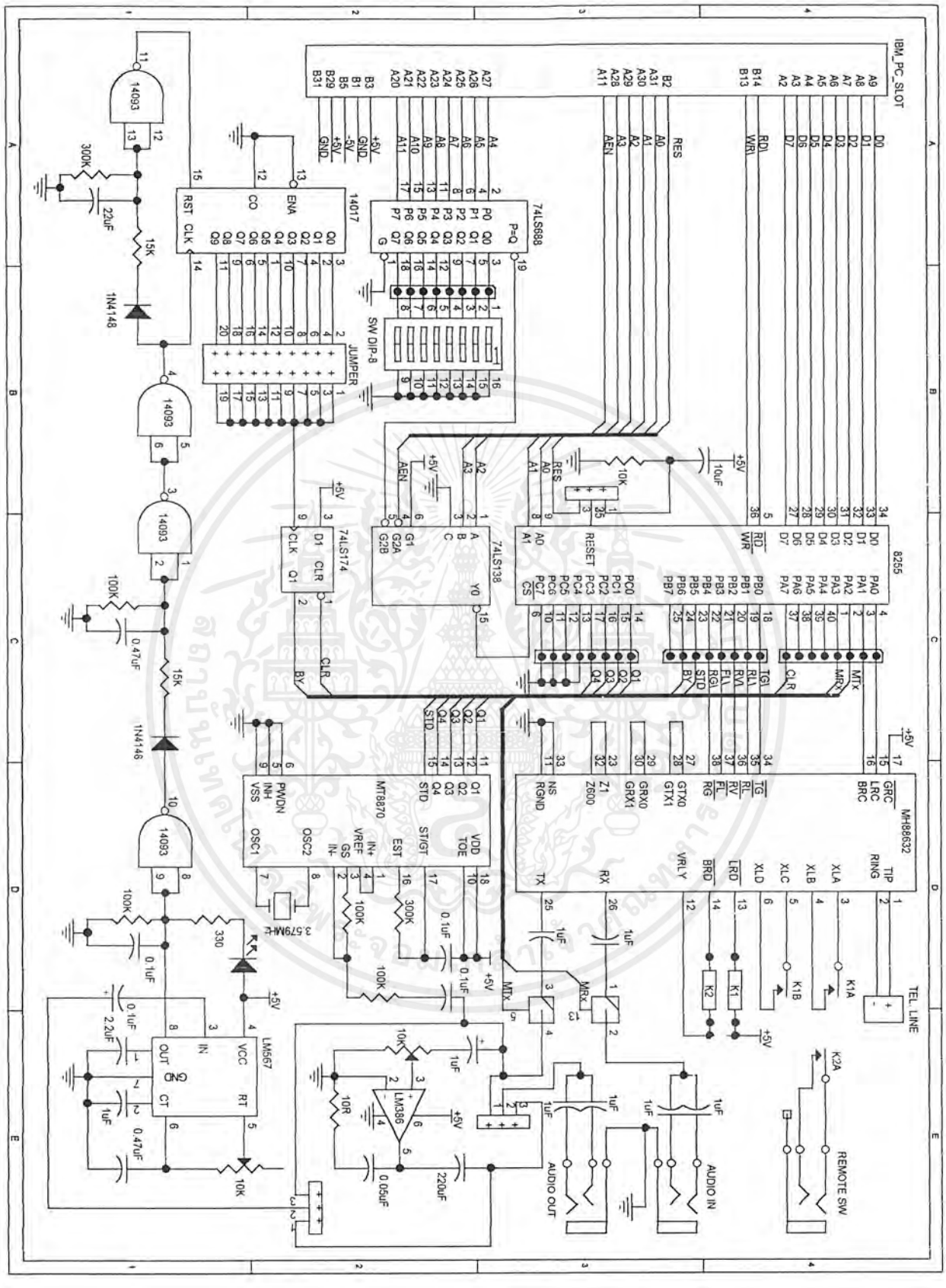
สุดท้ายนี้ คณะผู้จัดทำมีความซาบซึ้งในความกรุณาอันดียิ่งตลอดตลอดกำลังใจจาก เพื่อนๆ และทุกท่านที่มิได้กล่าวนามไว้ที่นี้ คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณอีกครั้งไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

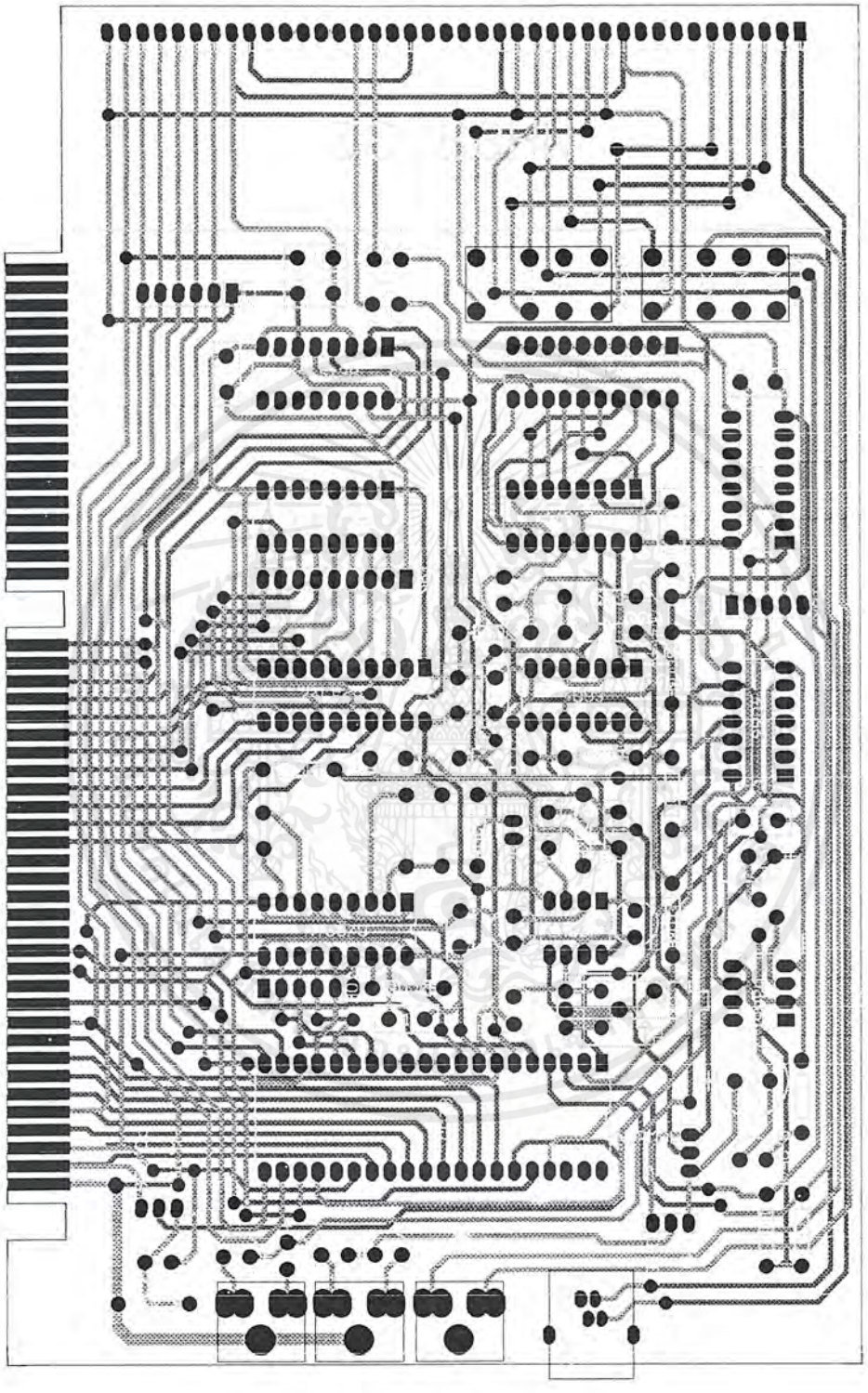
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



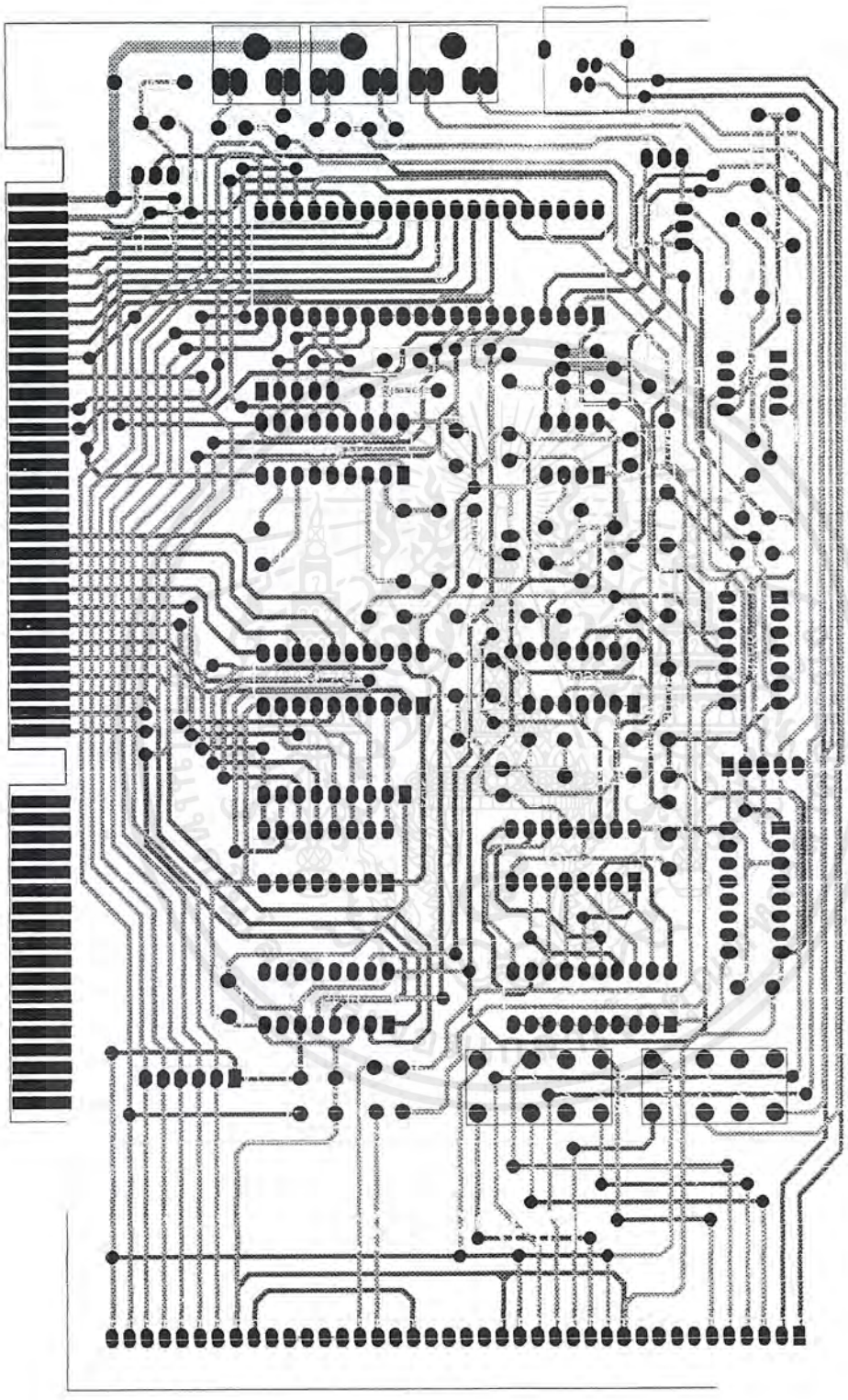
รูปวงจรที่ใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปลายปลายปริ้นท์ที่ใช้งานจริงด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปลายปลายปริ้นท์ที่ใช้งานจริงด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MH88632B

Central Office Interface Circuit

Preliminary Information

ISSUE 3 September 1997

Features

- Supports Loop Start and Ground Start protocols
- 2-4 Wire conversion
- Programmable Input Impedance, Network Balance Impedance and gains
- Three relay drivers
- Line state detection outputs
- 15mA operation allowing long line length capability
- On-hook reception for Caller Line Identification
- Meets FCC Part 68 Leakage Current Requirements

Applications

Interface to Central Office telephone line for

- PBX
- Key Telephone System
- Terminal Equipment
- Digital Loop Carrier
- Wireless Local Loop

Ordering Information

MH88632B 40 Pin SIL Package
MH88632BT 40 Pin 90° Package
0°C to 70°C

Description

The Mitel MH88632B Central Office Interface Circuit provides a complete analog and signalling link between audio switching equipment and a subscriber line. The device is available in a single in line package for high packing densities or in a 90° package for reduced card clearance.

The device is fabricated using thick film hybrid technology for optimum circuit design and very high reliability.

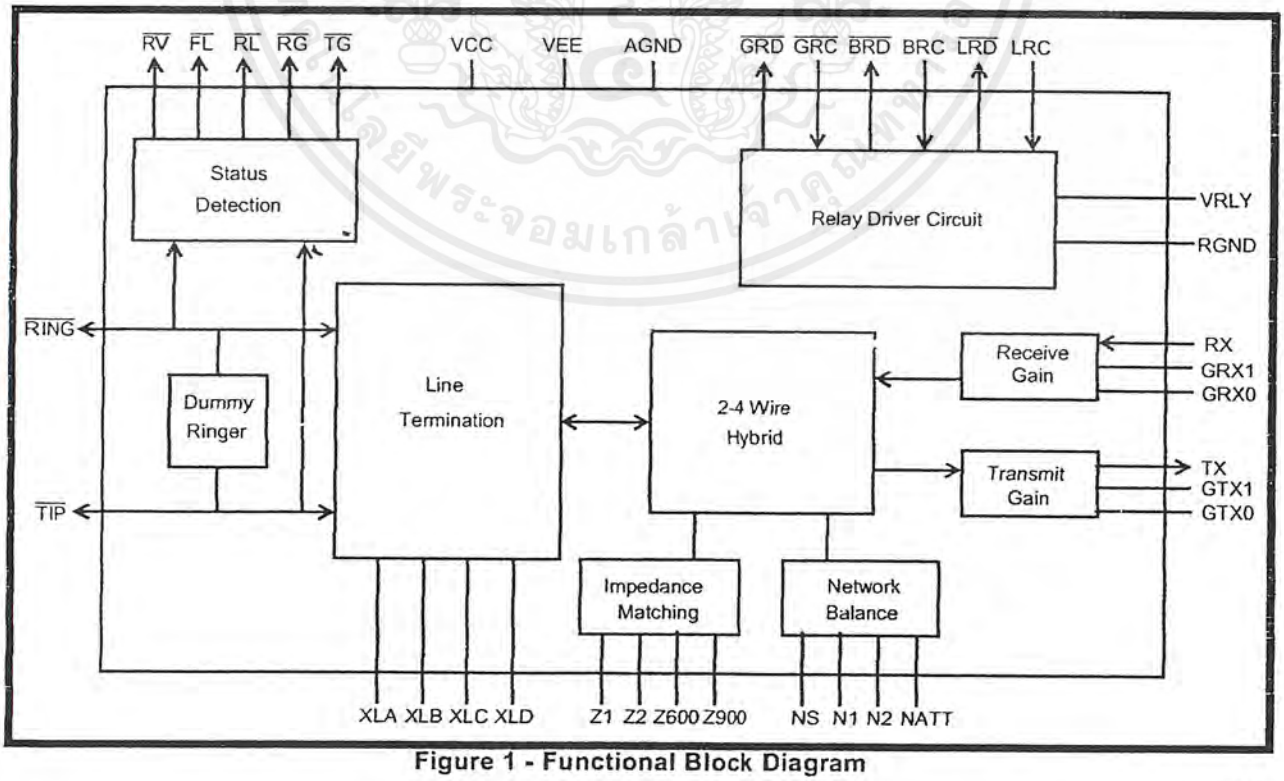


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

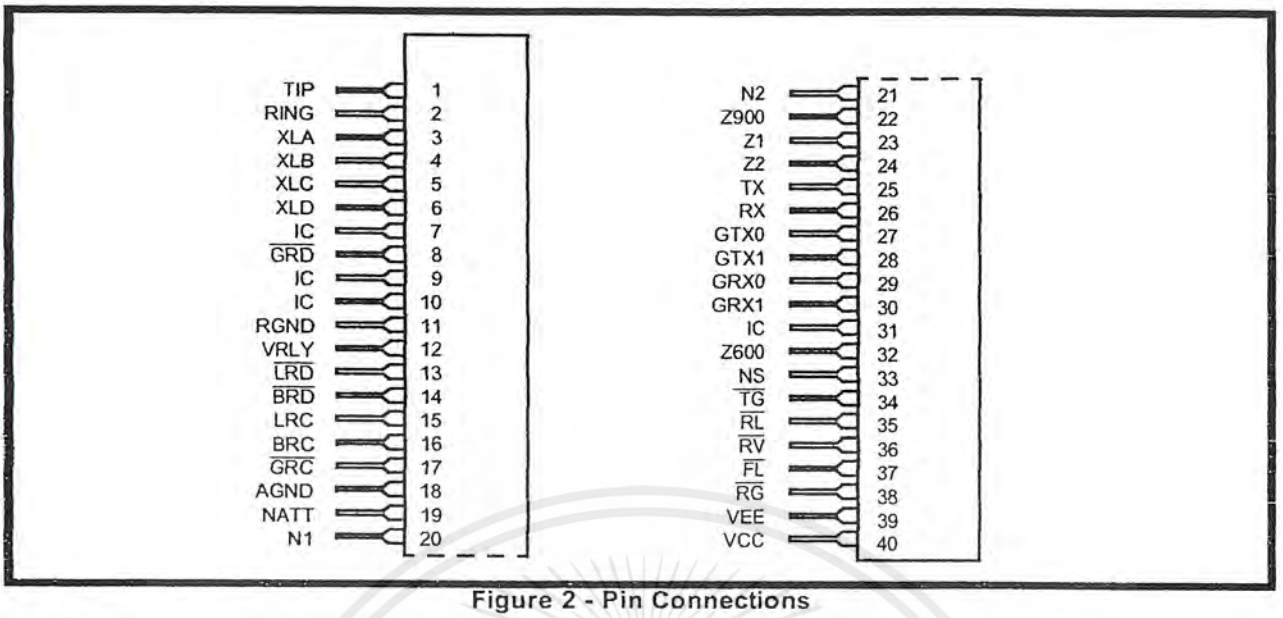


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #	Name	Description
1	TIP	**Tip Lead.** Connects to the Tip lead of a telephone line usually via an external protection circuit.
2	RING	**Ring Lead.** Connects to the Ring lead of a telephone line usually via an external protection circuit.
3	XLA	**Loop Relay Contact A.** Connects to XLB through relay contacts (K1A) when the relay is energized.
4	XLB	**Loop Relay Contact B.** Connects to XLA through relay contacts (K1A) when the relay is energized.
5	XLC	**Loop Relay Contact C.** Connects to XLD through relay contacts (K1B) when the relay is energized.
6	XLD	**Loop Relay Contact D.** Connects to XLC through relay contacts (K1B) when the relay is energized.
7	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
8	$\overline{\text{GRD}}$	**Ground Ring Lead Relay Drive (Output).** Connects to the Ground Ring Lead Relay coil (K3) and is controlled by $\overline{\text{GRC}}$.
9	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
10	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
11	RGND	**Relay Ground.** Return path for relay supply voltage.
12	VRLY	**Relay Positive Supply Voltage.** Normally +5V. Connects to all relay coils and the relay supply voltage.
13	$\overline{\text{LRD}}$	**Loop Relay Drive (Output).** Connects to the Loop Relay coil (K1) and is controlled by LRC.
14	$\overline{\text{BRD}}$	**Bias Relay Drive (Output).** Connects to the Bias Relay coil (K2) and is controlled by $\overline{\text{BRC}}$.
15	LRC	**Loop Relay Control (Input).** A logic 1 activates $\overline{\text{LRD}}$. The Loop Relay (K1) is used for placing the Line Termination across Tip and Ring.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description (continued)

16	BRC	**Bias Relay Control (Input).** A logic 1 activates $\overline{\text{BRD}}$. The Bias Relay (K2) is used to connect Tip and Ring to -48V via bias resistors. This input should be connected to logic 0 when not used.
17	$\overline{\text{GRC}}$	**Ground Ring Relay Control (Input).** A logic 0 activates $\overline{\text{GRD}}$. The Ground Ring Lead Relay (K3) is used to connect Ring to AGND via a bias resistor. This input should be connected to logic 1 when not used.
18	AGND	**Analog Ground.** 4-Wire Ground. Normally connects to system ground. This pin must be connected to the system ground in Ground Start applications.
19	NATT	**Network Balance AT&T Node.** Used when setting the Network Balance Impedance to AT&T compromise network.
20	N1	**Network Balance Node 1.** Used when a Network Balance Impedance which differs from the Input Impedance is required or when NATT is used.
21	N2	**Network Balance Node 2.** Used when a Network Balance Impedance which differs from the Input Impedance is required.
22	Z900	**Input Impedance 900Ω Node.** Connects to Z1 when selecting an Input Impedance of 900Ω.
23	Z1	**Input Impedance Node 1.** Used when setting the Input Impedance.
24	Z2	**Input Impedance Node 2.** Used when a user defined Input Impedance is required.
25	TX	**Transmit (Output).** 4-Wire ground (AGND) referenced analog output.
26	RX	**Receive (Input).** 4-Wire ground (AGND) referenced analog input.
27	GTX0	**Transmit Gain Node 0.** Connects to GTX1 for 0dB transmit gain.
28	GTX1	**Transmit Gain Node 1.** Connects to GTX0 for 0dB transmit gain or via a resistor to AGND for transmit gain programming.
29	GRX0	**Receive Gain Node 0.** Connects to GRX1 for 0dB receive gain.
30	GRX1	**Receive Gain Node 1.** Connects to GRX0 for 0dB receive gain or via a resistor to AGND for receive gain programming.
31	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
32	Z600	**Loop Impedance 600Ω Node.** Connects to Z1 when selecting an Input Impedance of 600Ω.
33	NS	**Network Balance Setting (Input).** Used to select the Network Balance impedance.
34	$\overline{\text{TG}}$	**Tip Lead Ground Detect (Output).** A logic 0 output indicates that the Tip lead is at ground (AGND) potential.
35	$\overline{\text{RL}}$	**Reverse Loop Detect (Output).** In the on-hook state, a logic 0 output indicates that reverse loop battery is present. In the off-hook state, a logic 0 output indicates that reverse loop current is present.
36	$\overline{\text{RV}}$	**Ringing Voltage Detect (Output).** A logic low indicates that ringing voltage is across the Tip and Ring leads.
37	$\overline{\text{FL}}$	**Forward Loop Detect (Output).** In the on-hook state, a logic 0 output indicates that forward loop battery is present. In the off-hook state, a logic 0 output indicates that forward loop current is present.
38	$\overline{\text{RG}}$	**Ring Lead Ground Detect (Output).** A logic 0 output indicates that the Ring lead is at ground (AGND) potential.
39	VEE	**Negative Supply Voltage.** -5V DC
40	VCC	**Positive Supply Voltage.** +5V DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MH88632B is a Central Office Interface Circuit (COIC). It is used to correctly terminate a Central Office 2-Wire telephone line. The device provides a signalling link and a 2-4 Wire line interface between the telephone line and subscriber equipment. The subscriber equipment can include Private Branch Exchanges (PBX's), Key Telephone Systems, Terminal Equipment, Digital Loop Carriers and Wireless Local Loops.

All descriptions assume that the device is connected as in the application circuit shown in Figure 3.

Isolation Barrier

The MH88632B provides an isolation barrier which is designed to meet FCC Part 68 (November 1987) Leakage Current Requirements.

External Protection

An external protection circuit may be required to assist in preventing overvoltage damage to the device and the subscriber equipment in which it is incorporated. The type of protection required is dependant on the application and the regulatory standards. Please contact the governing regulatory body and local approvals testing houses for more assistance.

This protection is shown in block form in Figure 3.

Suitable Markets

The programmability offered by the MH88632B enhances its suitability for use throughout the world. However, care should be taken that all regulatory requirements, e.g. isolation and DC termination, are being fulfilled for the particular application in which the device is intended to be used.

Line Termination

When LRC is at a logic 1, $\overline{LRD}$ is taken to a logic 0 which energizes the Loop Relay (K1), connecting XLA to XLB and XLC to XLD. This places a line termination across Tip and Ring. The device can be considered to be in an off-hook state and DC loop current will flow. The line termination consists of a DC resistance and an AC impedance. When LRC is at a logic 0, the Line Termination is removed from across Tip and Ring.

An internal Dummy Ringer is permanently connected across Tip and Ring which is a series AC load of (17kΩ+330nF). This represents a mechanical telephone ringer and allows ringing voltages to be sensed. This load can be considered negligible when the line has been terminated.

Depending on the Network Protocol being used the line termination can seize the line for an outgoing call, terminate an incoming call, or if applied and disconnected at the correct rate can be used to generate dial pulse signals.

The DC line termination circuitry provides the line with an active DC load which is equivalent to a DC resistance of between 190Ω and 290Ω dependant on the loop current.

AC Input Impedance

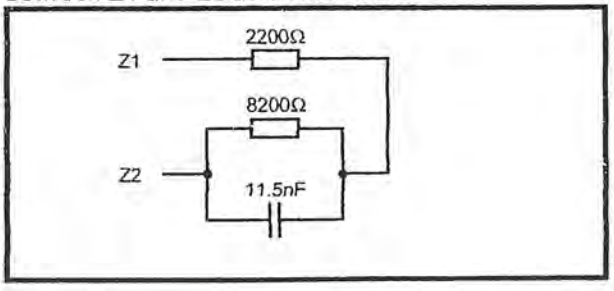
The Input Impedance (Zin) is the AC impedance that the MH88632B places across Tip and Ring in order to terminate the telephone line. It can be user defined, set to 600Ω or set to 900Ω.

To select a 600Ω Input Impedance, Z1 should be connected directly to Z600. No connection should be made to Z2 or Z900.

To select a 900Ω Input Impedance, Z1 should be connected directly to Z900. No connection should be made to Z2 or Z600.

In order to user define the Input Impedance an impedance network should be placed between Z1 and Z2. This should be equivalent to 10 times the required Input Impedance and must be greater than 100Ω at 3.4kHz. No connection should be made to Z600 or Z900.

For example, to implement an Input Impedance of 220Ω+(820Ω//115nF) an impedance network of 2200Ω+(8200Ω//11.5nF) should be connected between Z1 and Z2 as shown below.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User defined Input Impedances can be used to satisfy most national requirements. See Table 1.

All connections should be kept as short as possible.

Network Balance Impedance

The MH88632B's Network Balance Impedance can be selected to mirror the Input Impedance, to be AT&T compromise or set to a user defined value. Thus, the Network Balance Impedance can comply with most national requirements.

With NS at logic 0, the Network Balance Impedance is selected to mirror the Input Impedance of the device. No connection should be made to NATT, N1 and N2.

To select a Network Balance Impedance equal to AT&T Compromise (i.e. 350Ω+(1kΩ//210nF)), NS should be set to a logic 1 and a direct connection made between NATT and N1. No connection should be made to N2.

To set a user defined Network Balance Impedance NS is set to a logic 1. An impedance network which is 10 times the required Network Balance Impedance must be placed between N1 and AGND. Another impedance network must be placed between N1 and N2 which is 10 times the selected input impedance of the device.

For example, to implement a Network Balance Impedance of 220Ω+(820Ω//115nF), an impedance network of 2200Ω+(8200Ω//11.5nF) must be connected between N1 and AGND. An impedance network equal to 10 times the selected Input Impedance must be connected between N1 and N2. See Table 2.

All connections should be kept as short as possible.

2-4 Wire Conversion

The device converts the balanced 2-Wire input, presented by the line at Tip and Ring, to a ground referenced signal at TX. This circuit operates with or without loop current; signal reception with no loop current is required for on-hook reception enabling the detection of Caller Line Identification signals.

Conversely the device converts the ground referenced signal input at RX, to a balanced 2-Wire signal across Tip and Ring.

The 4-Wire side (TX and RX) can be interfaced to a filter/codec, such as the Mitel MT896X, for use in digital voice switched systems.

During full duplex transmission, the signal at Tip and Ring consists of both the signal from the device to the line and the signal from the line to the device. The signal input at RX, being sent to the line, must not appear at the output TX. In order to prevent this, the device has an internal cancellation circuit. The measure of attenuation is Transhybrid Loss (THL).

Programmable Transmit and Receive Gain

The Transmit Gain (GTX) of the MH88632B is the gain from the balanced signal across Tip and Ring to the ground referenced signal at TX. It is programmed by making a connection to GTX1. A direct connection from GTX1 to GTX0 selects a gain of 0dB. A direct connection from GTX1 to AGND selects a gain of +6dB. Other gains can be programmed by connecting a resistor (R_{TX}) between GTX1 and AGND. The value of resistor is selected using the following formulae.

$$R_{TX} = \frac{5000}{10^{(-GTX/20)} - 0.5}$$

$$GTX = -20 \log\left(0.5 + \frac{5000}{R_{TX}}\right)$$

The Receive Gain (GRX) of the MH88632B is the gain from the ground referenced signal at RX to the balanced signal across Tip and Ring. It is programmed by making a connection to GRX1. A direct connection from GRX1 to GRX0 selects a gain of 0dB. A direct connection from GRX1 to AGND selects a gain of +6dB. Other gains can be programmed by connecting a resistor (R_{RX}) between GRX1 and AGND. The value of resistor is selected using the following formulae.

$$R_{RX} = \frac{5000}{10^{(-GRX/20)} - 0.5}$$

$$GRX = -20 \log\left(0.5 + \frac{5000}{R_{RX}}\right)$$

For the correct programming of Transmit and Receive Gains the selected Input Impedance must match the specified telephone line characteristic impedance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Both Gains are programmable in the range -12dB to +6dB. This wide range is capable of accommodating most system loss plans. See Tables 3 and 4.

Caller Line Identification

Caller Line Identification (CLI) provides the called party with the calling party telephone number. The Central Office will utilise the voice path of a regular loop-start telephone line when the MH88632B is in the on-hook state. The CLI information is typically a Frequency Shift Keyed (FSK) data signal which is output at TX.

Supervisory Features

Line Status Detection Outputs

The MH88632B supervisory circuitry provides the signalling status outputs which are monitored by the system controller. The supervisory circuitry is capable of detecting: ringing voltage; forward and reverse loop battery; forward and reverse loop current; grounded tip lead; and grounded ring lead.

If these Supervisory Features and the Control Features are used as indicated in Figure 3 they can implement common Network Protocols such as Loop-Start Signalling and Ground-Start Signalling.

1. Ringing Voltage Detect Output ($\overline{RV}$)

The $\overline{RV}$ output provides a logic 0 when ringing voltage is detected across Tip and Ring. This detector includes a filter which ensures that the output toggles at the ringing cadence and not at the ringing frequency. Typically this output switches to a logic 0 after 50ms of applied ringing voltage and remains at a logic 0 for 50ms after ringing voltage is removed.

2. Forward Loop and Reverse Loop Detect Outputs ($\overline{FL}$ & $\overline{RL}$)

The $\overline{FL}$ output provides a logic 0 when either forward loop battery or forward loop current is detected, that is the Ring pin voltage is negative with respect to Tip pin voltage.

The $\overline{RL}$ output provides a logic 0 when either reverse loop battery or reverse loop current is detected, that is the Tip pin voltage is negative with respect to Ring pin voltage.

3. Tip Ground and Ring Ground Detect Outputs ($\overline{TG}$ & $\overline{RG}$)

The $\overline{TG}$ output provides a logic 0 when the Tip pin is at ground (AGND) potential.

The $\overline{RG}$ output provides a logic 0 when the Ring pin is at ground (AGND) potential.

Control Inputs

The MH88632B accepts control signals from the system controller at the inputs Loop Relay Control (LRC), Bias Relay Control (BRC) and Ground Ring Relay Control ($\overline{GRC}$). These energize the relay drive outputs Loop Relay Drive ($\overline{LRD}$), Bias Relay Drive ($\overline{BRD}$) and Ground Ring Relay Drive ($\overline{GRD}$) respectively. Each output is active low and has an internal clamp diode to VRLY.

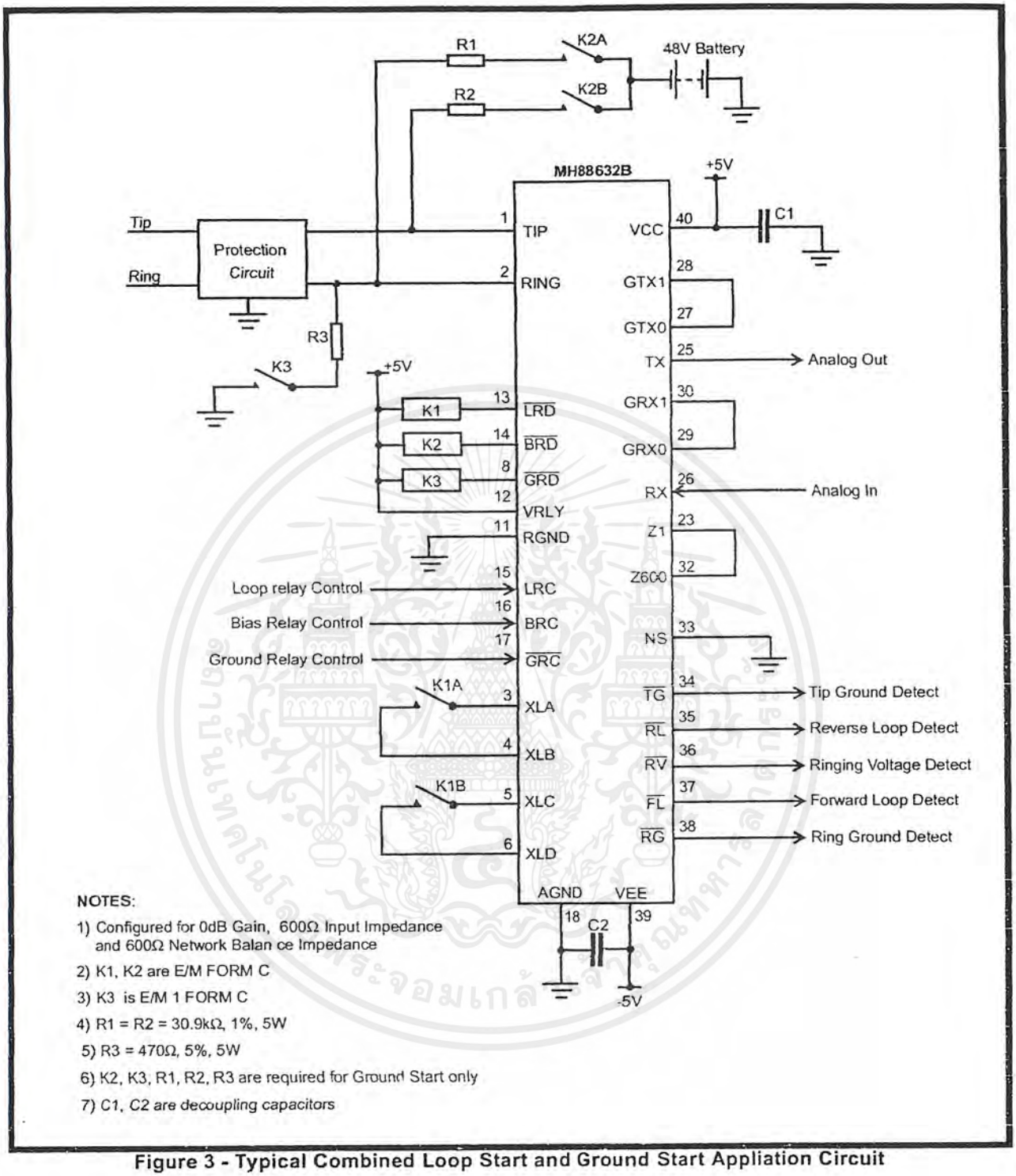
The intended use of each of these relay drivers is shown in Figure 3. LRC is being used to add and remove the Line Termination from across Tip and Ring. BRC is used to connect Tip and Ring to -48V via external bias resistors. $\overline{GRC}$ is controlling the connection of Ring to AGND via an external bias resistor.

If these Control Features and the Supervisory Features are used as intended they can be used to implement common Network Protocols such as Loop-Start Signalling and Ground-Start Signalling.

Mechanical Information

See Figure 9 for mechanical specifications for the MH88632B and Figure 10 for mechanical specifications for the MH88632BT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NOTES:

1) Configured for 0dB Gain, 600Ω Input Impedance and 600Ω Network Balan ce Impedance
2) K1, K2 are E/M FORM C
3) K3 is E/M 1 FORM C
4) R1 = R2 = 30.9kΩ, 1%, 5W
5) R3 = 470Ω, 5%, 5W
6) K2, K3, R1, R2, R3 are required for Ground Start only
7) C1, C2 are decoupling capacitors

Figure 3 - Typical Combined Loop Start and Ground Start Appliation Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input Impedance Settings

Z2	Z1	Z600	Z900	Resulting input impedance (Zin)
NA	Connect Z1 to Z600		NA	600Ω
NA	Connect Z1 to Z900	NA	Connect Z1 to Z900	900Ω
Connect network from Z1 to Z2		NA	NA	0.1 x impedance between Z1 & Z2

Note: NA indicates high impedance (10kΩ) connection to this pin does not effect the resulting Input Impedance

Network Balance Settings

NS (Input)	N2	N1	NATT	Resulting input impedance (Zin)
Low	NA	NA	NA	Equivalent to Zin
High	NA	Connect N1 to NATT		AT&T compromise (350Ω + 1kΩ // 210nF) Zin must be 600Ω
High	Connect network from N1 to AGND equivalent to 10 x NETBAL. Connect network from N1 to N2 equivalent to 10 x Zin.		NA	0.1 x impedance between N1 & N2

Notes: NA indicates high impedance (10kΩ) connection to this pin does not effect the resulting Network Balance Impedance.
Low indicates Logic 0.
High indicates Logic 1.

Transmit Gain Programming

Transmit Gain (dB)	R_{TX} Resistor Value (Ω)	Notes
+6.0	No Resistor	
+4.0	38.3k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel A-law codec (i.e. MT8967)
+3.7	32.4k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel μ-law codec (i.e. MT8966)
0.0	GTX0 to GTX1	
-3.0	5.49k	
-6.0	3.32k	
-12.0	1.43k	

Note: Overall gain refers to the receive path of PCM to 2-Wire.

Receive Gain Programming

Receive Gain (dB)	R_{RX} Resistor Value (Ω)	Notes
+6.0	No Resistor	
0.0	GRX0 to GRX1	
-3.0	5.49k	
-3.7	4.87k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel A-law codec (i.e. MT8967)
-4.0	4.64k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel μ-law codec (i.e. MT8966)
-6.0	3.32k	
-12.0	1.43k	

Note: Overall gain refers to the transmit path of 2-wire to PCM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

	Parameter	Sym	Min	Max	Units	Comments
1	DC Supply Voltage	V_{CC} V_{EE}	-0.3 0.3	7 -7	V V	
2	DC Relay Voltage	V_{RLY}	-0.3	20	V	
3	Storage Temperature	T_S	-55	+125	°C	
4	Ring Trip Current	I_{TRIP}		180	mArms	250ms 10% duty cycle or 500ms single shot

*Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.

Recommended Operating Conditions

	Parameter	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Comments
1	DC Supply Voltage	V_{CC} V_{EE}	4.75 -4.75	5 -5	5.25 -5.25	V V	
2	DC Relay Voltage	V_{RLY}		5	15	V	
3	Operating Temperature	T_{OP}	0	25	70	°C	

‡Typical figures are at 25 C with nominal 5V supplies and are for design aid only.

DC Electrical Characteristics†

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1		Supply Current	I_{DD} I_{EE}		14 10	15 13	mA mA	
2		Power Consumption	PC		120	147	mW	
3	$\overline{FL}$ $\overline{RL}$ $\overline{RG}$ $\overline{TG}$ $\overline{RV}$	Low Level Output Voltage High Level Output Voltage	V_{OL} V_{OH}	 2.4		0.5	V V	I_{OL} = 4mA I_{OH} = 0.4mA
4	$\overline{LRD}$ $\overline{BRD}$ $\overline{GRD}$	Sink Current, Relay to V_{CC} Clamp Diode Current	I_{OL} I_{CD}	100 150			mA mA	V_{OL} = 0.35V
5	NS LRC BRC $\overline{GRC}$	Low Level Input Voltage High Level Input Voltage	V_{IL} V_{IH}	 2		0.8	V V	
6	NS LRC BRC $\overline{GRC}$	High Level Input Current Low Level Input Current	I_{IH} I_{IL}			1 1	µA µA	

† Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.
‡ Typical figures are at 25°C with nominal 5V supplies and are for design aid only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Loop Electrical Characteristics†

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Ringing Voltage	V_R	20	90	130	Vrms	
2	Ringing Frequency		17	20	68	Hz	
4	Operating Loop Current		15		90	mA	
5	Off-Hook DC Resistance		190	275	290	Ω	
6	Leakage Current (Tip-Ring to AGND)				7	mArms	@1000VAC
7	$\overline{FL}$ Threshold Tip-Ring Voltage Detect (On-hook) Tip-Ring Current Detect (Off-hook)		 12 6		 21 12	 V mA	 LRC = 0V LRC = 5V
8	$\overline{RL}$ Threshold Tip-Ring Voltage Detect (On-hook) Tip-Ring Current Detect (Off-hook)		 -12 -6		 -21 -12	 V mA	 LRC = 0V LRC = 5V
9	$\overline{TG}$ and $\overline{RG}$ Detect Threshold		-12		-14	V	

†Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.
‡Typical figures are at 25°C with nominal 5V supplies and are for design aid only.

AC Electrical Characteristics†

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	2-wire Input Impedance Note 1	Zin		600 900 Ext.		Ω Ω Ω	
2	Return Loss at 2-Wire (Zin = 600Ω)	RL	 20 26 20	 40 48 46		 dB dB dB	Test Circuit Fig. 6 200-500 Hz 500-1000 Hz 1000-3400 Hz
3	Return Loss at 2-Wire (Zin = 900Ω)	RL	22 26 24			dB dB dB	200-500 Hz 500-1000 Hz 1000-3400 Hz
4	Longitudinal to Metallic Balance Note 2		 58 58 55 53 51	 64 63 61 57 54		 dB dB dB dB dB	Test Circuit Fig. 8 200 Hz 1000 Hz 2000 Hz 3000 Hz 4000 Hz
5	Metallic to Longitudinal Balance Note 2		 60 40	 62 62		 dB dB	Test Circuit Fig. 7 200-1000 Hz 1000 -4000 Hz
6	Transhybrid Loss (Zin = Net = 600Ω) Note 2 & 3	THL	18 21	25 33		dB dB	200-3400 Hz 500-2500 Hz
7	Transhybrid Loss (Zin = Net = 900Ω) Note 2 & 3	THL	18 21			dB dB	200-3400 Hz 500 -2500 Hz
8	Transhybrid Loss (Zin =600Ω, Net = AT&T) Note 2 & 3	THL	18 21	 30		dB dB	200-3400 Hz 500-2500 Hz
9	Input Impedance At RX			10		kΩ	
10	Output Impedance at TX				5	Ω	
11	*Transmit Gain, (2-Wire/TX):* Default Gain(0dB) Programmable Range		 -0.2 -12	 0	 0.2 6	 dB dB	Test Circuit Fig. 5 Input 0.5V 1000Hz 1000Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics† (continued)

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
12	Frequency response gain (relative to gain at 1kHz)						Test Circuit Fig. 5 Input 0.5V
	Note 2		-1.3	0	0.1	dB	200 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	300 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	3000 Hz
			-0.7	0	0.1	dB	3400 Hz
13	Receive Gain, (RX/2-Wire):						Test Circuit Fig. 4 Input 0.5V
	Default Gain (0dB)		-0.2	0	0.2	dB	1000Hz
	Programmable Range		-12		6	dB	1000Hz
14	Frequency response gain (relative to gain at 1kHz)						Test Circuit Fig. 4 Input 0.5V
	Note 2		-1.3	0	0.1	dB	200 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	300 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	3000 Hz
			-0.7	0	0.1	dB	3400 Hz
15	Signal Output Overload Level						THD < 5%
	at 2-wire		4			dBm	Ref. 600Ω
	at TX		4			dBm	Ref. 600Ω
16	Total Harmonic Distortion	THD					Input 0.5V, 1kHz
	at 2-Wire			0.2	1	%	
	at TX			0.4	1	%	
17	Idle Channel Noise	Nc					
	at 2-Wire			10	13	dBrn	
	at TX			11	13	C	
						dBrn	
						C	
18	Common Mode Rejection Ratio	CMRR	48	65		dB	540Hz Test Circuit Fig. 8
19	Power Supply Rejection Ratio	PSRR					Ripple 0.1V, 1kHz
	at 2-Wire and TX						
	V_{CC}		20	42		dB	
	V_{EE}		20	28		dB	
20	On-Hook Transmit Gain (2-Wire/TX) Default Gain 0dB		-1	0	1	dB	1000Hz
	Programmable Range		-12		6	dB	1000Hz
21	On-Hook frequency Response Gain (relative to off-hook gain)		-1	0	1	dB	Input 0.5V, 1kHz

†Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated
‡Typical figure are at 25°C with nominal 5V supplies and are for design aid only
*All test conditions use a test source impedance which matches the device's input impedance
dBm is referenced to 600Ω unless otherwise stated
Notes: Impedance set by external network equal to 10 times the required input impedance
Test conditions use a transmit and receive gain set to 0dB default
"Net" indicates network balance impedance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

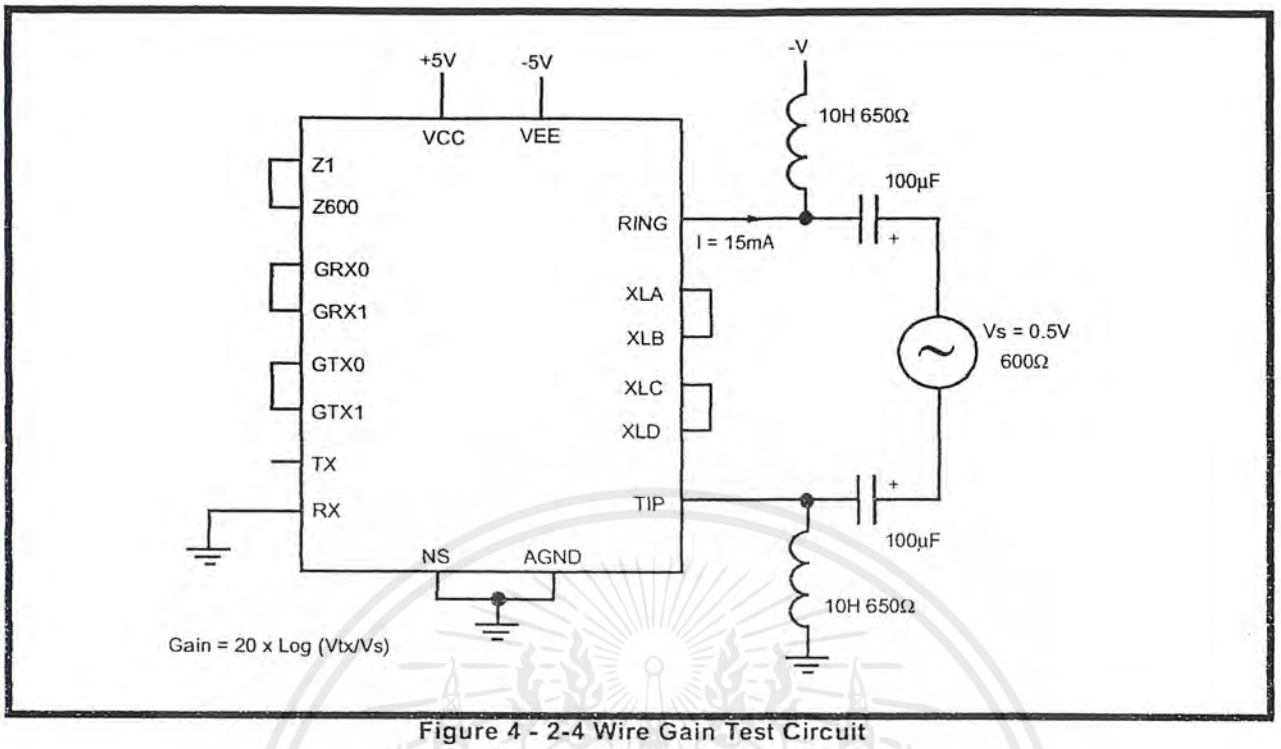


Figure 4 - 2-4 Wire Gain Test Circuit

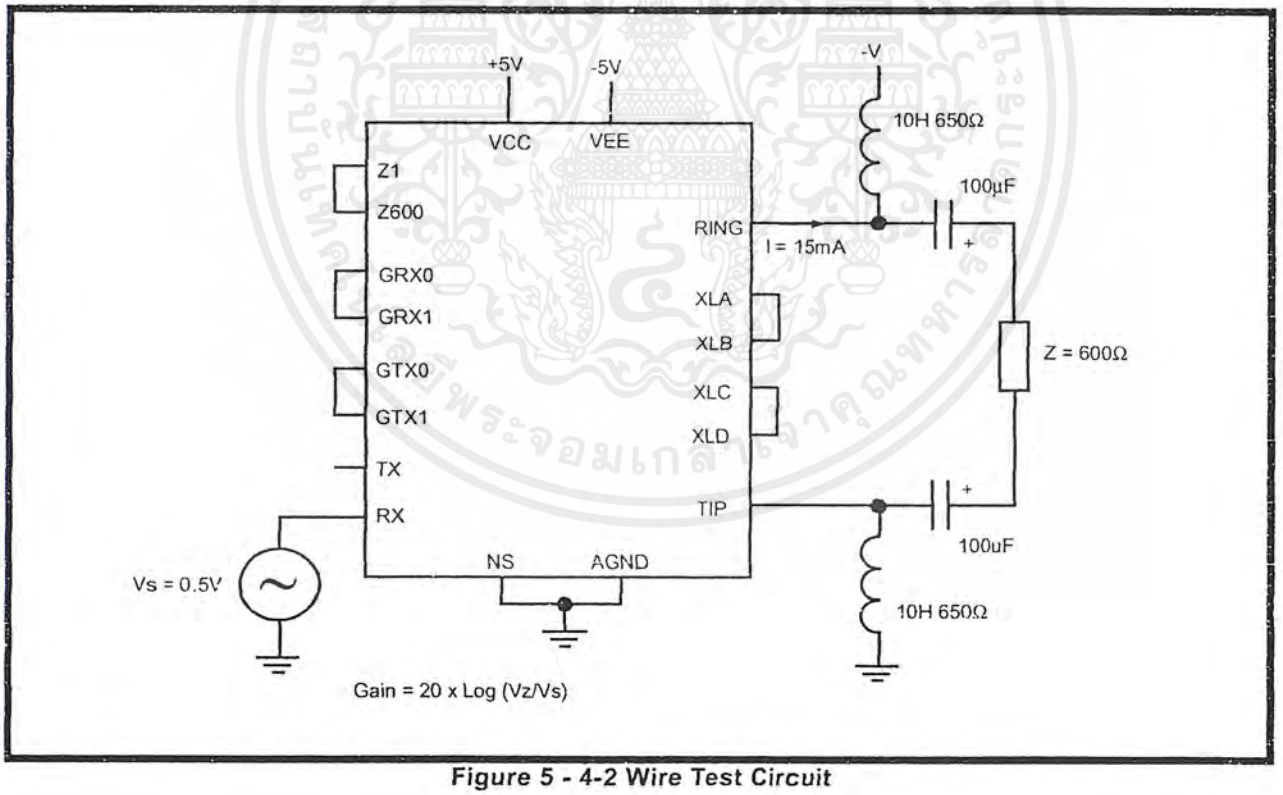


Figure 5 - 4-2 Wire Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

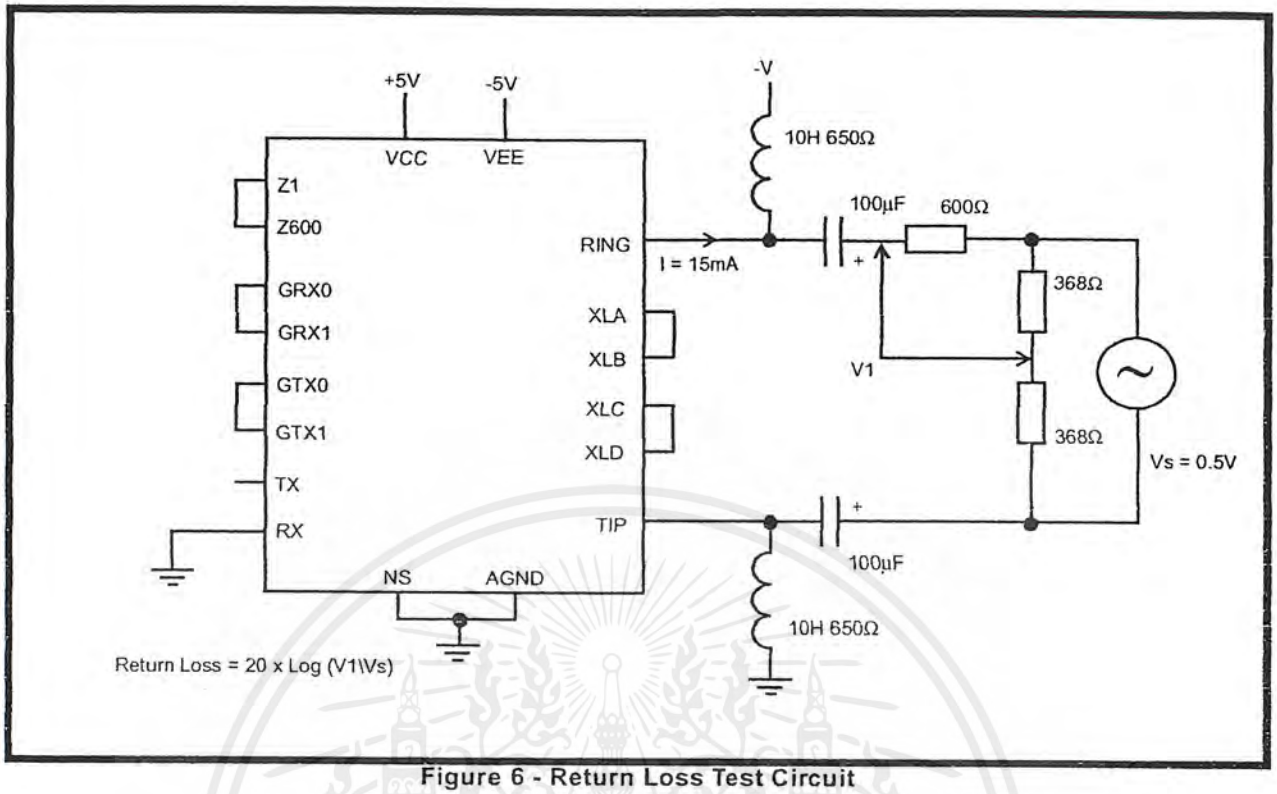


Figure 6 - Return Loss Test Circuit

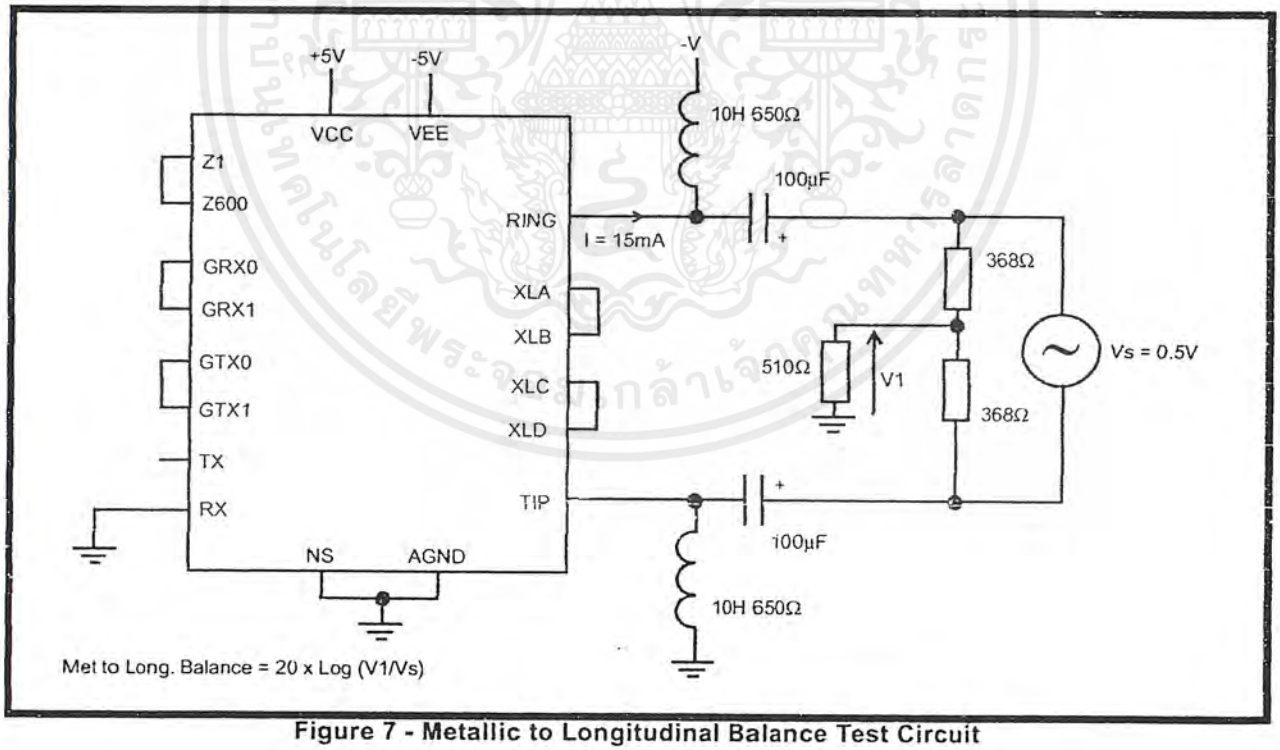


Figure 7 - Metallic to Longitudinal Balance Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

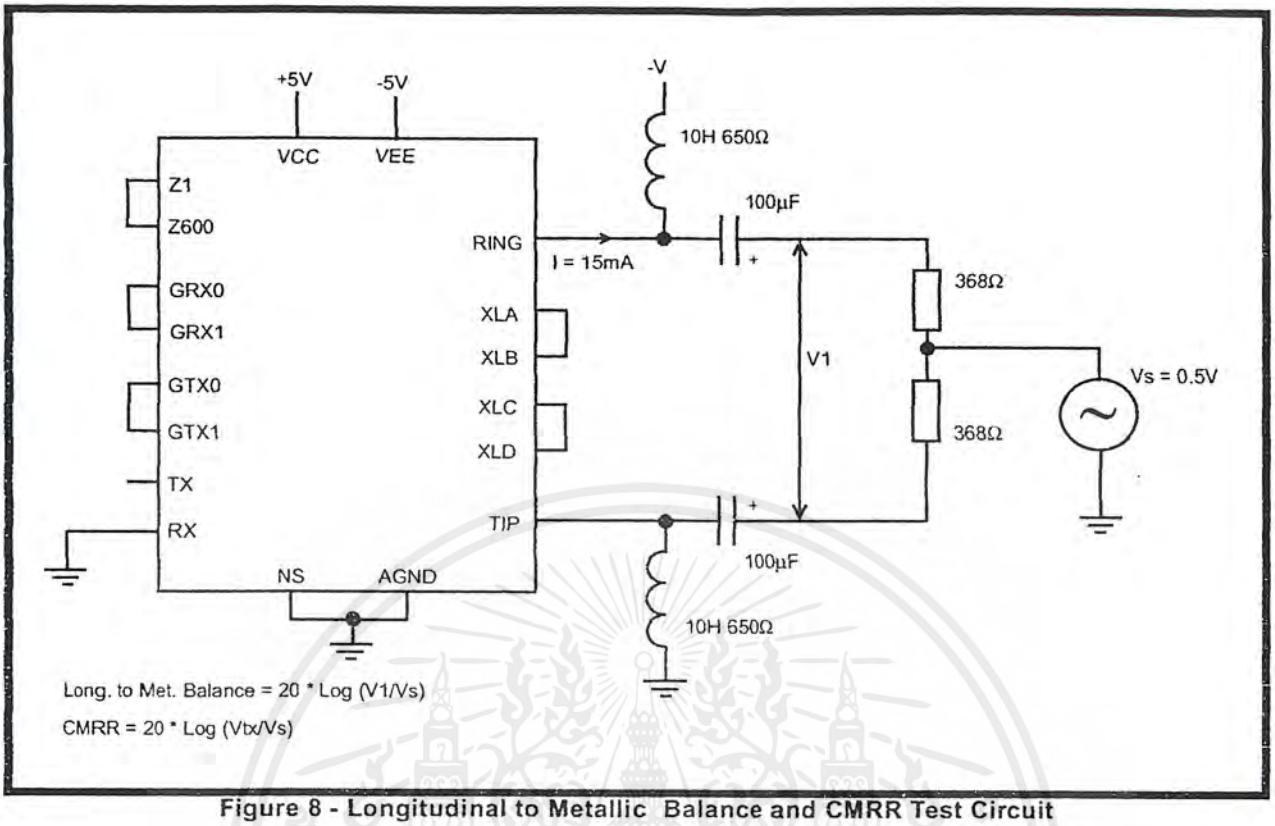


Figure 8 - Longitudinal to Metallic Balance and CMRR Test Circuit

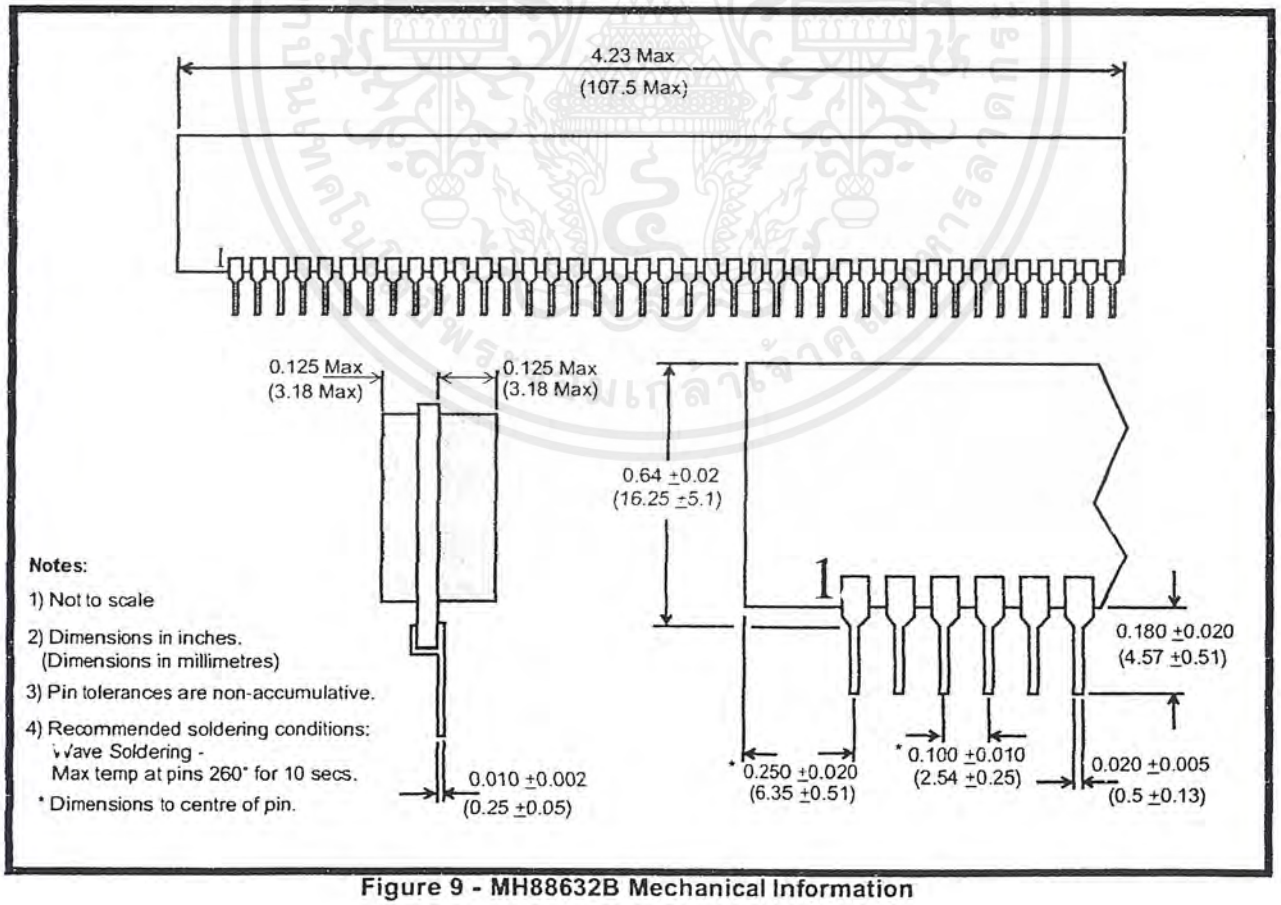


Figure 9 - MH88632B Mechanical Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

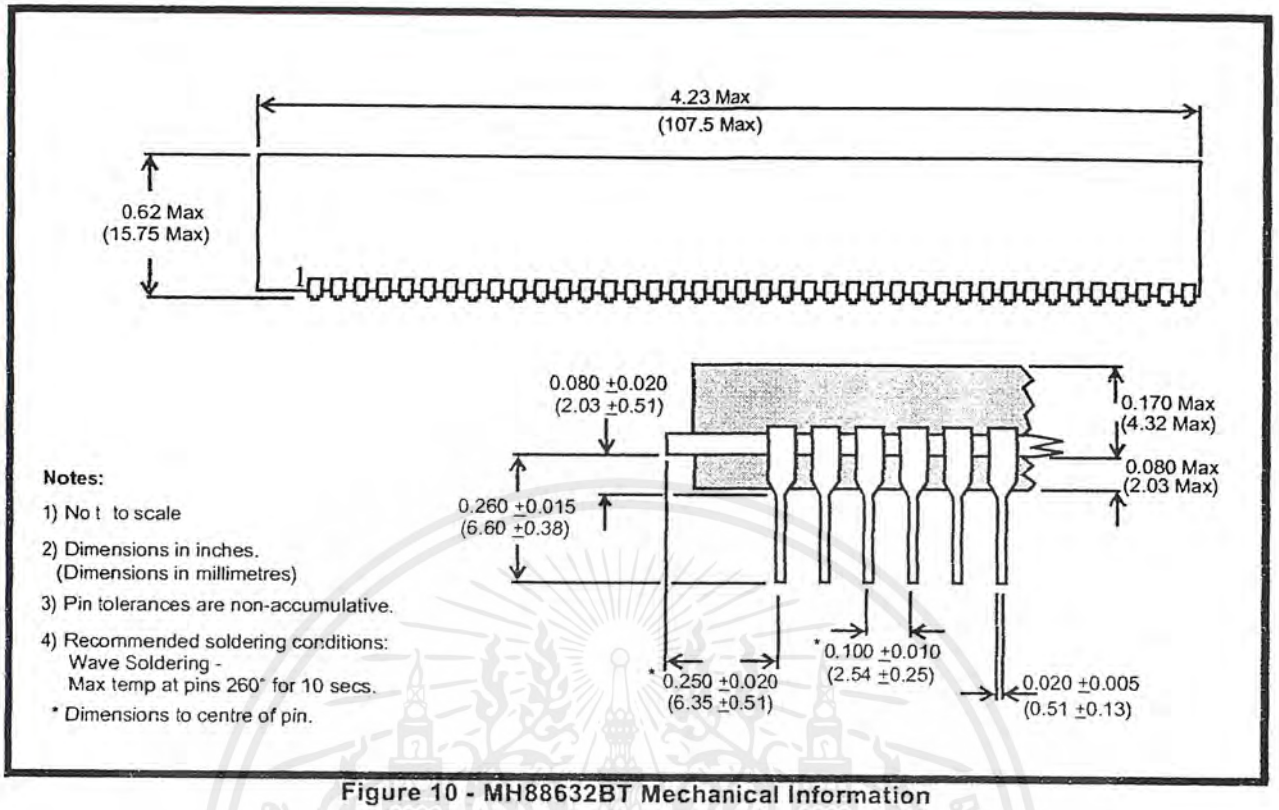


Figure 10 - MH88632BT Mechanical Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notes:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

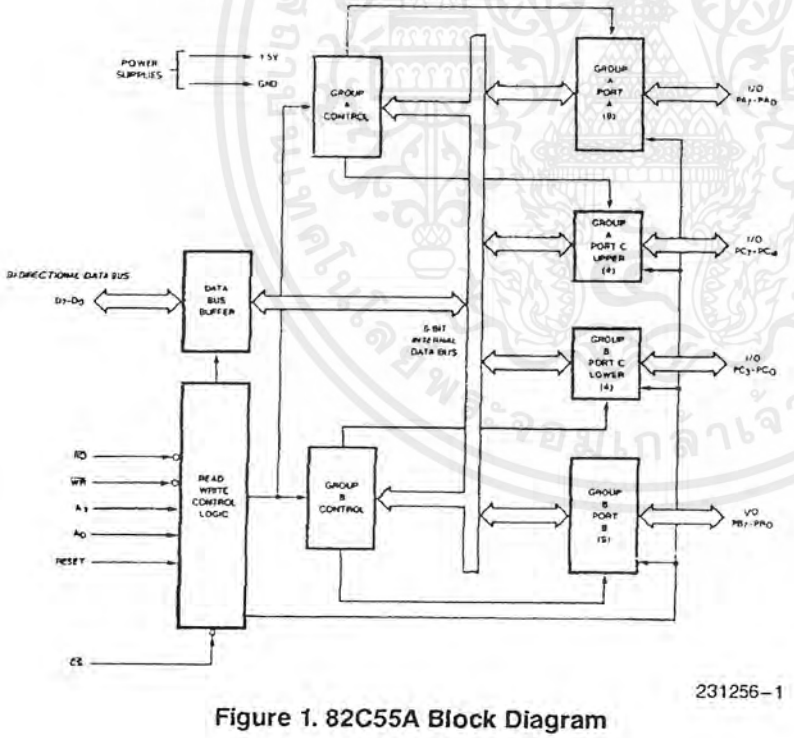
82C55A
CHMOS PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- **Compatible with all Intel and Most Other Microprocessors**
- **High Speed, "Zero Wait State" Operation with 8 MHz 8086/88 and 80186/188**
- **24 Programmable I/O Pins**
- **Low Power CHMOS**
- **Completely TTL Compatible**
- **Control Word Read-Back Capability**
- **Direct Bit Set/Reset Capability**
- **2.5 mA DC Drive Capability on all I/O Port Outputs**
- **Available in 40-Pin DIP and 44-Pin PLCC**
- **Available in EXPRESS**
  - **—Standard Temperature Range**
  - **—Extended Temperature Range**

The Intel 82C55A is a high-performance, CHMOS version of the industry standard 8255A general purpose programmable I/O device which is designed for use with all Intel and most other microprocessors. It provides 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. The 82C55A is pin compatible with the NMOS 8255A and 8255A-5.

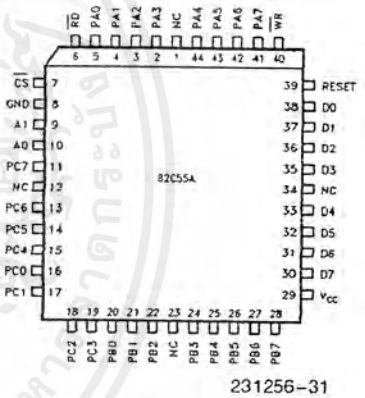
In MODE 0, each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 and 8 to be inputs or outputs. In MODE 1, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. 3 of the remaining 4 pins are used for handshaking and interrupt control signals. MODE 2 is a strobed bi-directional bus configuration.

The 82C55A is fabricated on Intel's advanced CHMOS III technology which provides low power consumption with performance equal to or greater than the equivalent NMOS product. The 82C55A is available in 40-pin DIP and 44-pin plastic leaded chip carrier (PLCC) packages.

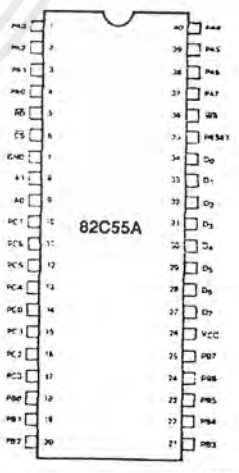


231256-1

Figure 1. 82C55A Block Diagram



231256-31



231256-2

Figure 2. 82C55A Pinout

Diagrams are for pin reference only. Package sizes are not to scale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Pin Description

Symbol	Pin Number Dip	Pin Number PLCC	Type	Name and Function
PA_{3-0}	1–4	2–5	I/O	**PORT A, PINS 0–3:** Lower nibble of an 8-bit data output latch/ buffer and an 8-bit data input latch.
$\overline{RD}$	5	6	I	**READ CONTROL:** This input is low during CPU read operations.
$\overline{CS}$	6	7	I	**CHIP SELECT:** A low on this input enables the 82C55A to respond to $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$ signals. $\overline{RD}$ and WR are ignored otherwise.
GND	7	8		**System Ground**
A_{1-0}	8–9	9–10	I	**ADDRESS:** These input signals, in conjunction $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$, control the selection of one of the three ports or the control word registers.
PC_{7-4}	10–13	11,13–15	I/O	**PORT C, PINS 4–7:** Upper nibble of an 8-bit data output latch/ buffer and an 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B.
PC_{0-3}	14–17	16–19	I/O	**PORT C, PINS 0–3:** Lower nibble of Port C.
PB_{0-7}	18–25	20–22, 24–28	I/O	**PORT B, PINS 0–7:** An 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input buffer.
V_{CC}	26	29		**SYSTEM POWER:** + 5V Power Supply.
D_{7-0}	27–34	30–33, 35–38	I/O	**DATA BUS:** Bi-directional, tri-state data bus lines, connected to system data bus.
RESET	35	39	I	**RESET:** A high on this input clears the control register and all ports are set to the input mode.
$\overline{WR}$	36	40	I	**WRITE CONTROL:** This input is low during CPU write operations.
PA_{7-4}	37–40	41–44	I/O	**PORT A, PINS 4–7:** Upper nibble of an 8-bit data output latch/ buffer and an 8-bit data input latch.
NC		1, 12, 23, 34		No Connect

A_1	A_0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	$\overline{CS}$	Input Operation (Read)
0	0	0	1	0	Port A - Data Bus
0	1	0	1	0	Port B - Data Bus
1	0	0	1	0	Port C - Data Bus
1	1	0	1	0	Control Word - Data Bus
					Output Operation (Write)
0	0	1	0	0	Data Bus - Port A
0	1	1	0	0	Data Bus - Port B
1	0	1	0	0	Data Bus - Port C
1	1	1	0	0	Data Bus - Control
					Disable Function
X	X	X	X	1	Data Bus - 3 - State
X	X	1	1	0	Data Bus - 3 - State

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

82C55A FUNCTIONAL DESCRIPTION

General

The 82C55A is a programmable peripheral interface device designed for use in Intel microcomputer systems. Its function is that of a general purpose I/O component to interface peripheral equipment to the microcomputer system bus. The functional configuration of the 82C55A is programmed by the system software so that normally no external logic is necessary to interface peripheral devices or structures.

Data Bus Buffer

This 3-state bidirectional 8-bit buffer is used to interface the 82C55A to the system data bus. Data is transmitted or received by the buffer upon execution of input or output instructions by the CPU. Control words and status information are also transferred through the data bus buffer.

Read/Write and Control Logic

The function of this block is to manage all of the internal and external transfers of both Data and Control or Status words. It accepts inputs from the CPU Address and Control busses and in turn, issues commands to both of the Control Groups.

Group A and Group B Controls

The functional configuration of each port is programmed by the systems software. In essence, the CPU "outputs" a control word to the 82C55A. The control word contains information such as "mode", "bit set", "bit reset", etc., that initializes the functional configuration of the 82C55A.

Each of the Control blocks (Group A and Group B) accepts "commands" from the Read/Write Control Logic, receives "control words" from the internal data bus and issues the proper commands to its associated ports.

Control Group A - Port A and Port C upper (C7–C4)
Control Group B - Port B and Port C lower (C3–C0)

The control word register can be both written and read as shown in the address decode table in the pin descriptions. Figure 6 shows the control word format for both Read and Write operations. When the control word is read, bit D7 will always be a logic "1", as this implies control word mode information.

Ports A, B, and C

The 82C55A contains three 8-bit ports (A, B, and C). All can be configured in a wide variety of functional characteristics by the system software but each has its own special features or "personality" to further enhance the power and flexibility of the 82C55A.

Port A. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit input latch buffer. Both "pull-up" and "pull-down" bus hold devices are present on Port A.

Port B. One 8-bit data input/output latch/buffer. Only "pull-up" bus hold devices are present on Port B.

Port C. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B. Only "pull-up" bus hold devices are present on Port C.

See Figure 4 for the bus-hold circuit configuration for Port A, B, and C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

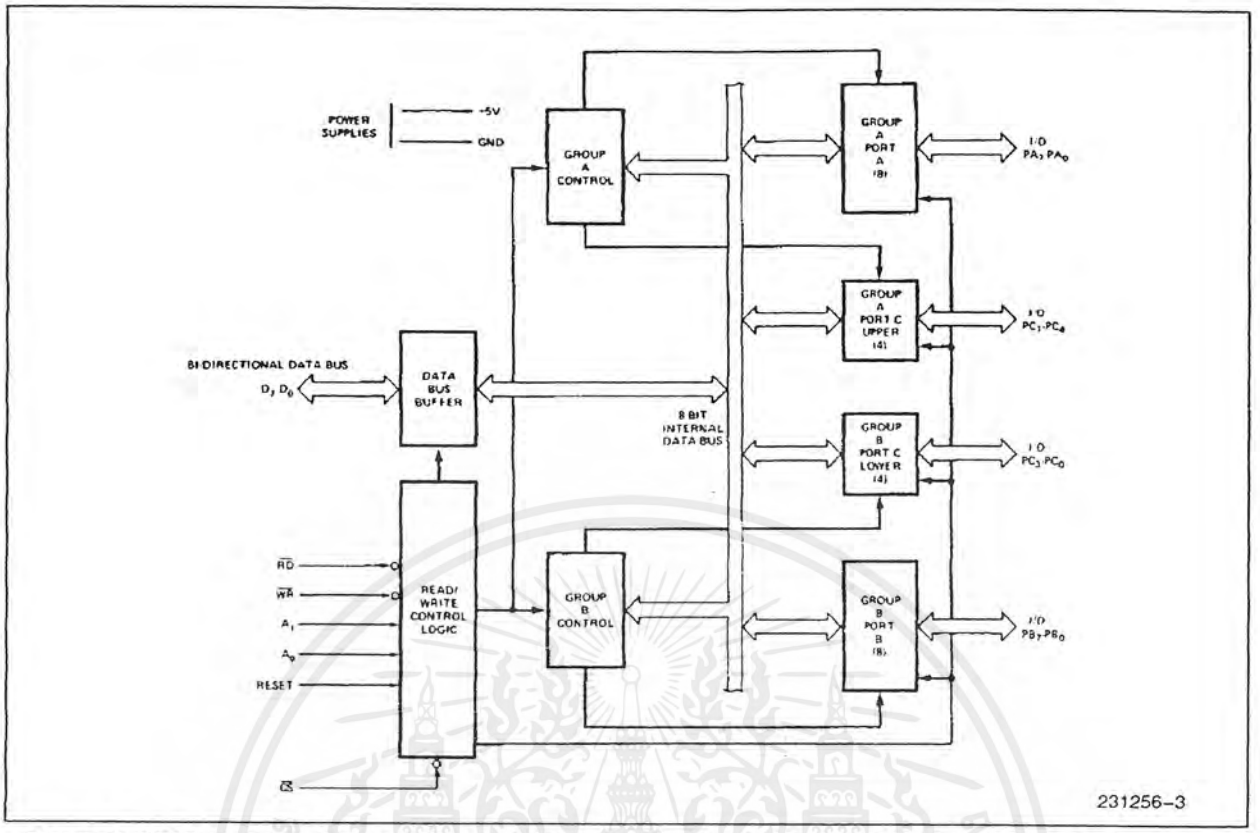
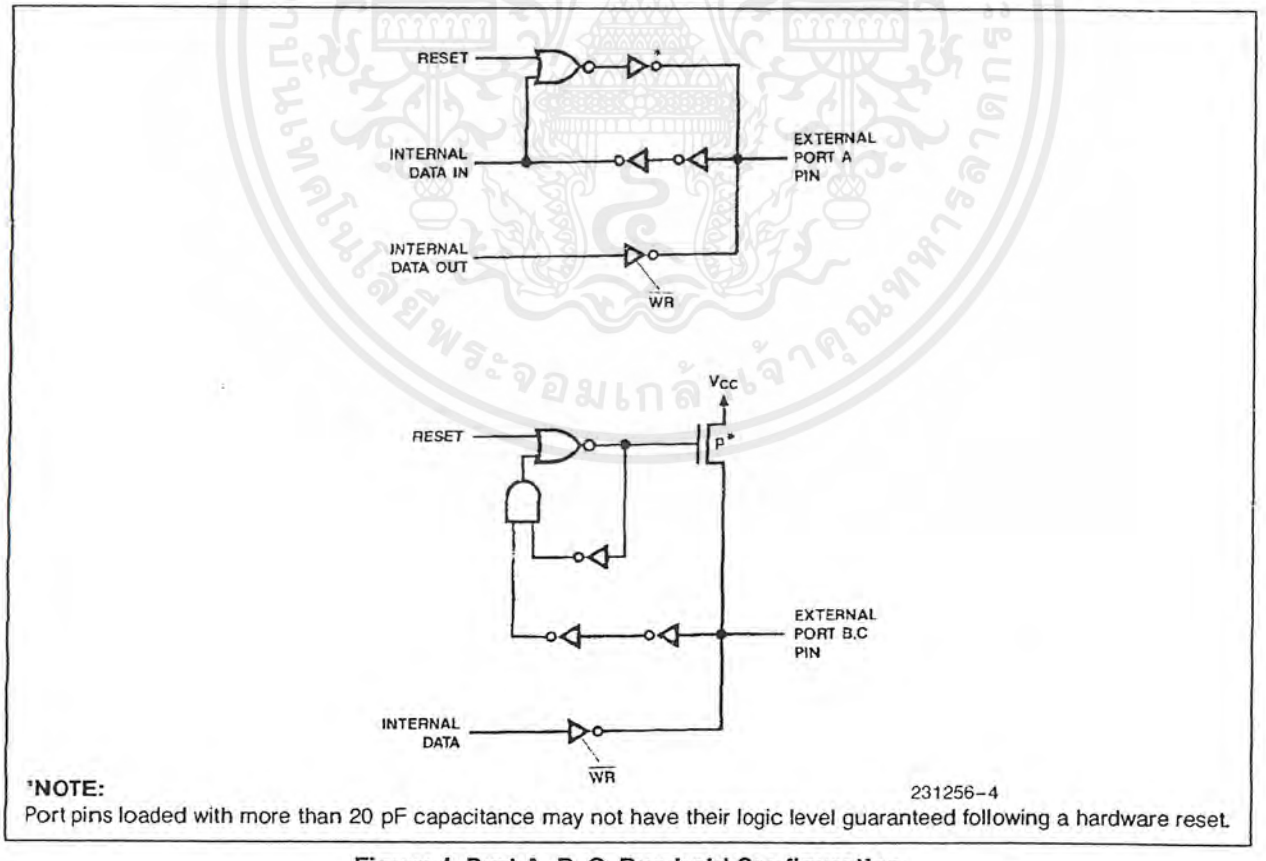


Figure 3. 82C55A Block Diagram Showing Data Bus Buffer and Read/Write Control Logic Functions



*NOTE:
Port pins loaded with more than 20 pF capacitance may not have their logic level guaranteed following a hardware reset.

Figure 4. Port A, B, C, Bus-hold Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

82C55A OPERATIONAL DESCRIPTION

Mode Selection

There are three basic modes of operation that can be selected by the system software:

Mode 0 — Basic input/output
Mode 1 — Strobed Input/output
Mode 2 — Bi-directional Bus

When the reset input goes "high" all ports will be set to the input mode with all 24 port lines held at a logic "one" level by the internal bus hold devices (see Figure 4 Note). After the reset is removed the 82C55A can remain in the input mode with no additional initialization required. This eliminates the need for pullup or pulldown devices in "all CMOS" designs. During the execution of the system program, any of the other modes may be selected by using a single output instruction. This allows a single 82C55A to service a variety of peripheral devices with a simple software maintenance routine.

The modes for Port A and Port B can be separately defined, while Port C is divided into two portions as required by the Port A and Port B definitions. All of the output registers, including the status flip-flops, will be reset whenever the mode is changed. Modes may be combined so that their functional definition can be "tailored" to almost any I/O structure. For instance; Group B can be programmed in Mode 0 to monitor simple switch closings or display computational results, Group A could be programmed in Mode 1 to monitor a keyboard or tape reader on an interrupt-driven basis.

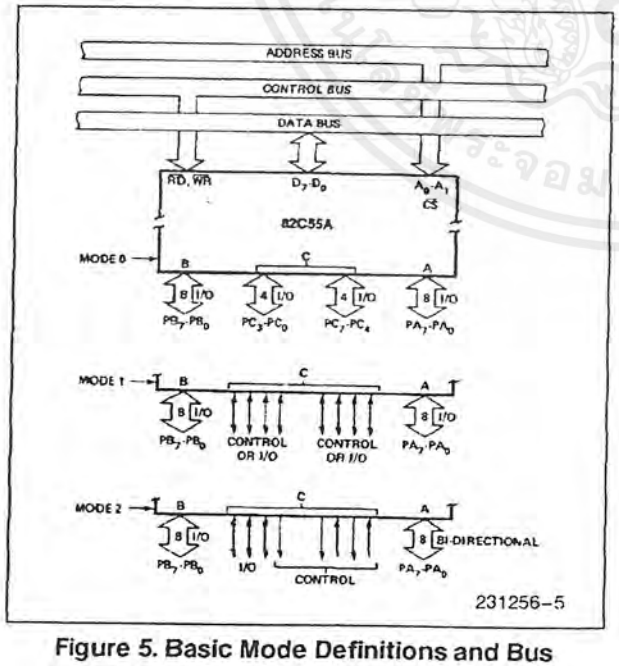


Figure 5. Basic Mode Definitions and Bus Interface

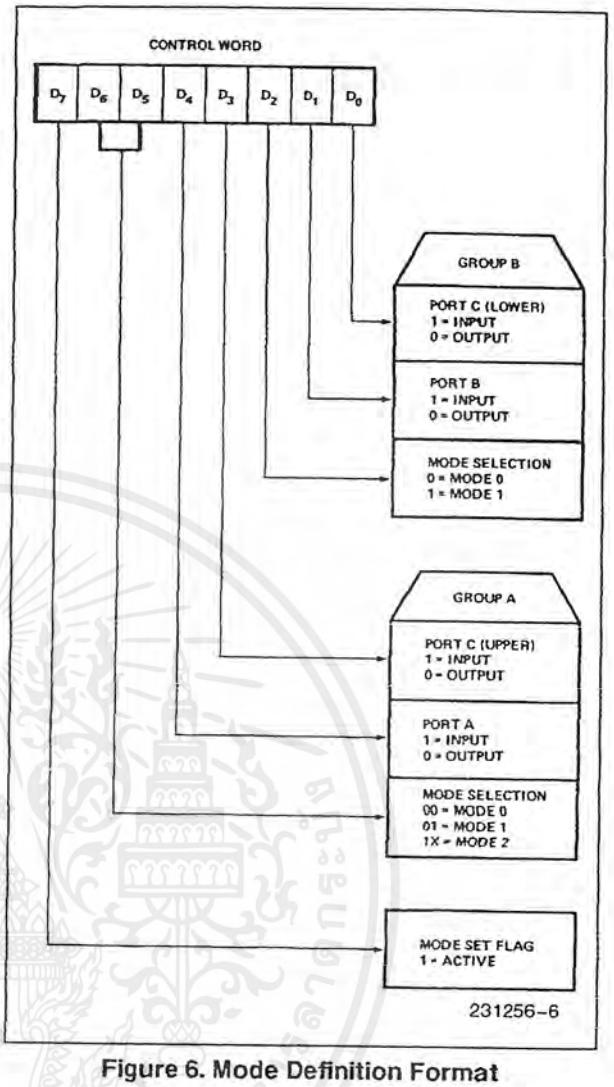


Figure 6. Mode Definition Format

The mode definitions and possible mode combinations may seem confusing at first but after a cursory review of the complete device operation a simple, logical I/O approach will surface. The design of the 82C55A has taken into account things such as efficient PC board layout, control signal definition vs PC layout and complete functional flexibility to support almost any peripheral device with no external logic. Such design represents the maximum use of the available pins.

Single Bit Set/Reset Feature

Any of the eight bits of Port C can be Set or Reset using a single OUTput instruction. This feature reduces software requirements in Control-based applications.

When Port C is being used as status/control for Port A or B, these bits can be set or reset by using the Bit Set/Reset operation just as if they were data output ports.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

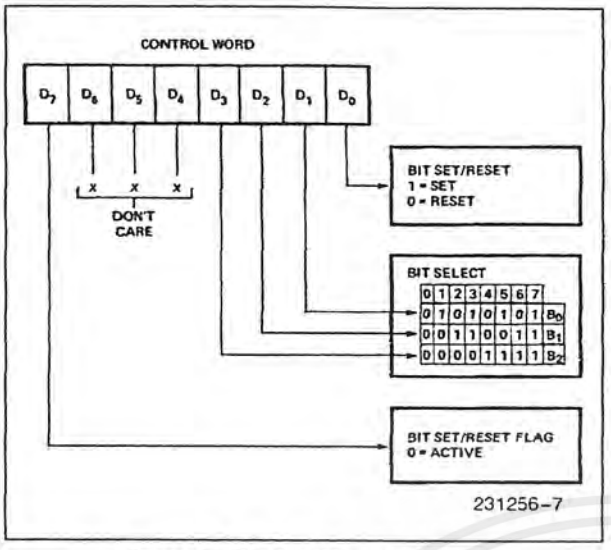


Figure 7. Bit Set/Reset Format

Interrupt Control Functions

When the 82C55A is programmed to operate in mode 1 or mode 2, control signals are provided that can be used as interrupt request inputs to the CPU. The interrupt request signals, generated from port C, can be inhibited or enabled by setting or resetting the associated INTE flip-flop, using the bit set/reset function of port C.

This function allows the Programmer to disallow or allow a specific I/O device to interrupt the CPU without affecting any other device in the interrupt structure.

INTE flip-flop definition:

(BIT-SET)—INTE is SET—Interrupt enable
(BIT-RESET)—INTE is RESET—Interrupt disable

Note:
All Mask flip-flops are automatically reset during mode selection and device Reset.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

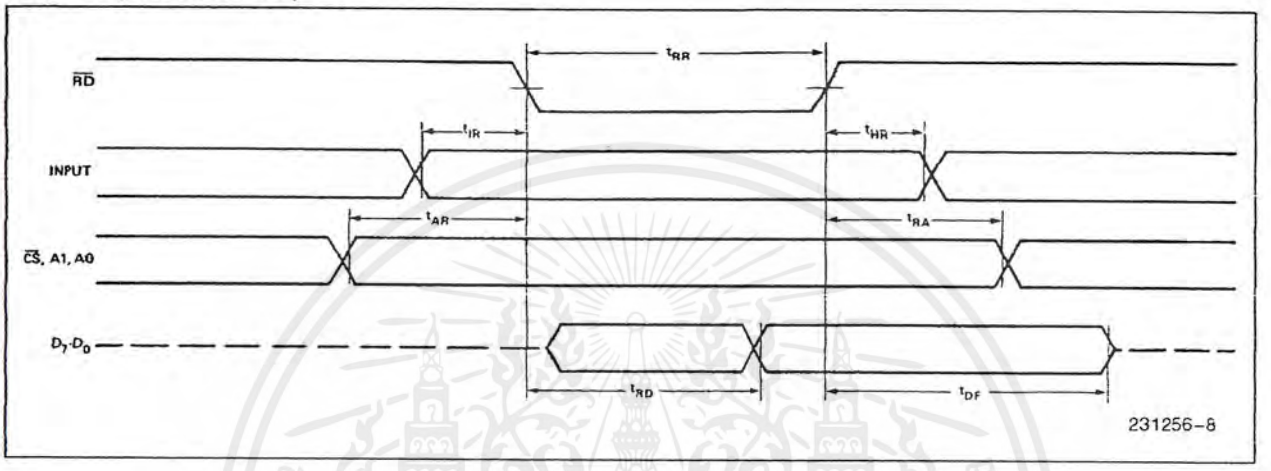
Operating Modes

Mode 0 (Basic Input/Output). This functional configuration provides simple input and output operations for each of the three ports. No "handshaking" is required, data is simply written to or read from a specified port.

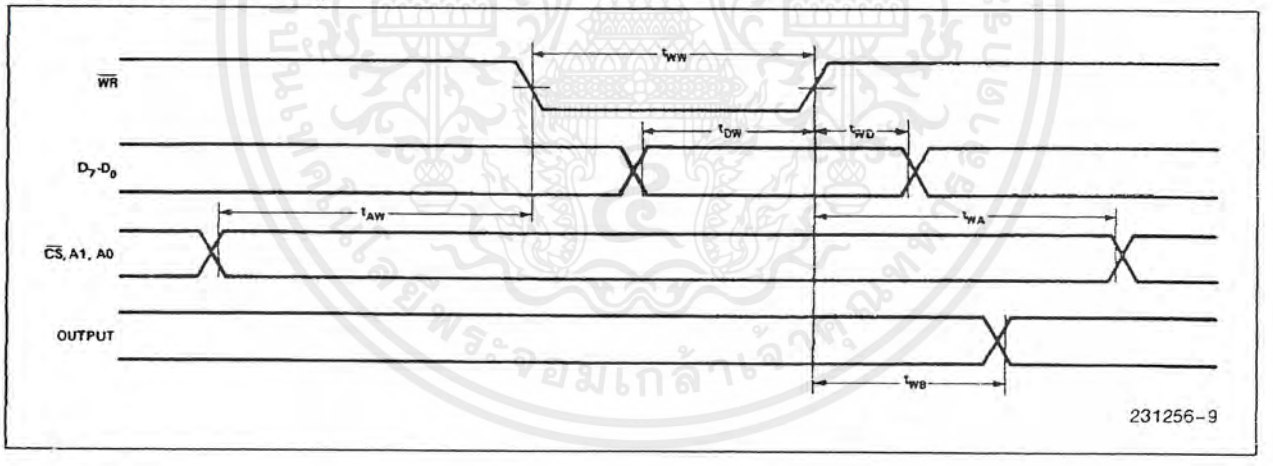
Mode 0 Basic Functional Definitions:

- Two 8-bit ports and two 4-bit ports.
- Any port can be input or output.
- Outputs are latched.
- Inputs are not latched.
- 16 different Input/Output configurations are possible in this Mode.

MODE 0 (BASIC INPUT)



MODE 0 (BASIC OUTPUT)

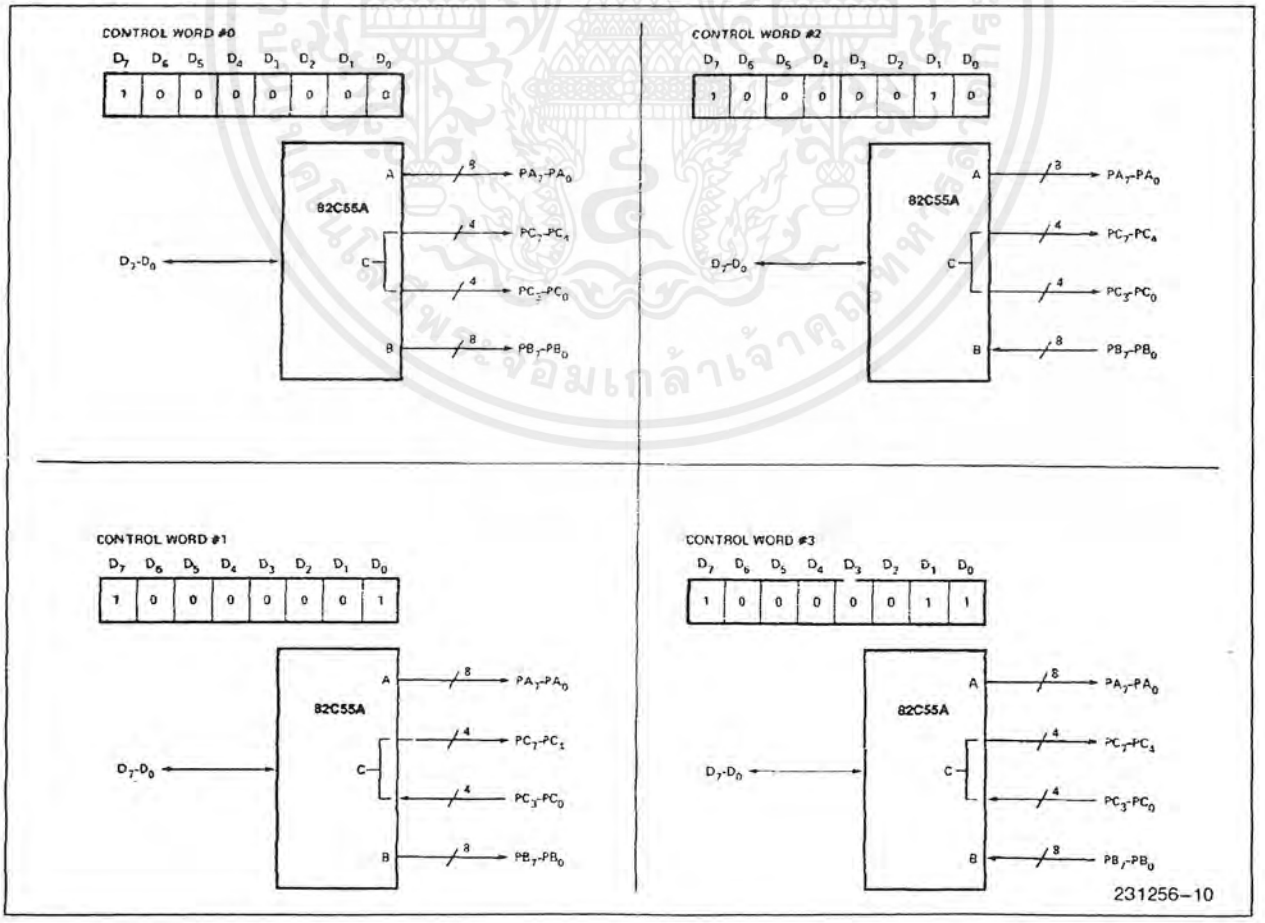


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE 0 Port Definition

A		B		GROUP A			GROUP B	
D_4	D_3	D_1	D_0	PORT A	PORT C (UPPER)	#	PORT B	PORT C (LOWER)
0	0	0	0	OUTPUT	OUTPUT	0	OUTPUT	OUTPUT
0	0	0	1	OUTPUT	OUTPUT	1	OUTPUT	INPUT
0	0	1	0	OUTPUT	OUTPUT	2	INPUT	OUTPUT
0	0	1	1	OUTPUT	OUTPUT	3	INPUT	INPUT
0	1	0	0	OUTPUT	INPUT	4	OUTPUT	OUTPUT
0	1	0	1	OUTPUT	INPUT	5	OUTPUT	INPUT
0	1	1	0	OUTPUT	INPUT	6	INPUT	OUTPUT
0	1	1	1	OUTPUT	INPUT	7	INPUT	INPUT
1	0	0	0	INPUT	OUTPUT	8	OUTPUT	OUTPUT
1	0	0	1	INPUT	OUTPUT	9	OUTPUT	INPUT
1	0	1	0	INPUT	OUTPUT	10	INPUT	OUTPUT
1	0	1	1	INPUT	OUTPUT	11	INPUT	INPUT
1	1	0	0	INPUT	INPUT	12	OUTPUT	OUTPUT
1	1	0	1	INPUT	INPUT	13	OUTPUT	INPUT
1	1	1	0	INPUT	INPUT	14	INPUT	OUTPUT
1	1	1	1	INPUT	INPUT	15	INPUT	INPUT

MODE 0 Configurations

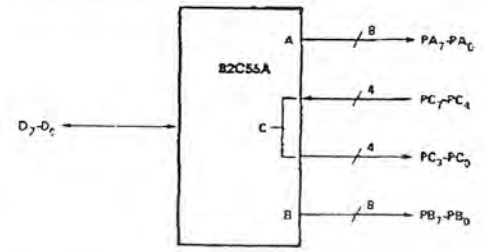


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE 0 Configurations (Continued)

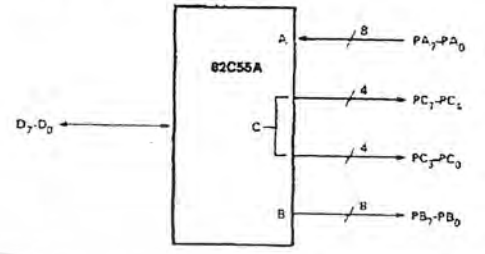
CONTROL WORD #4

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	0	1	0	0	0



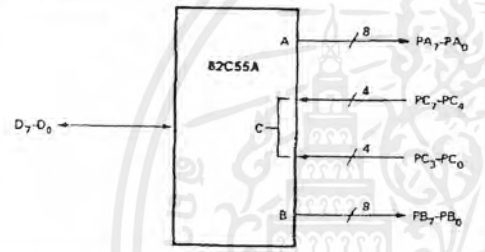
CONTROL WORD #8

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	1	0	0	0	0



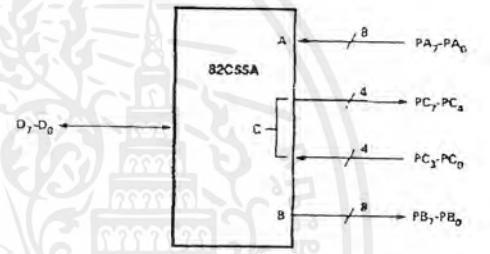
CONTROL WORD #5

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	0	1	0	0	1



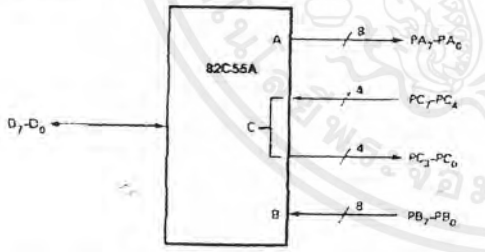
CONTROL WORD #9

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	1	0	0	0	1



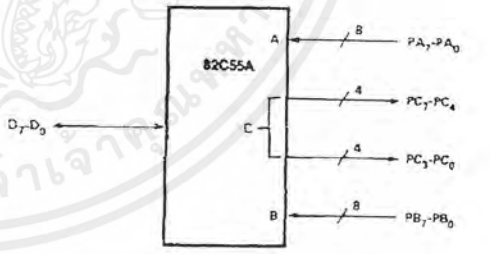
CONTROL WORD #6

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	0	1	0	1	0



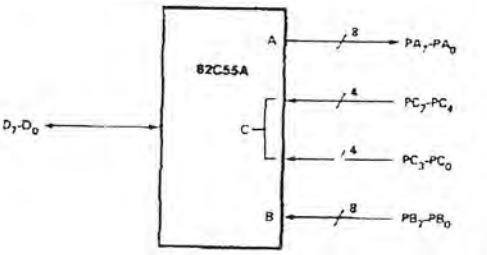
CONTROL WORD #10

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	1	0	0	1	0



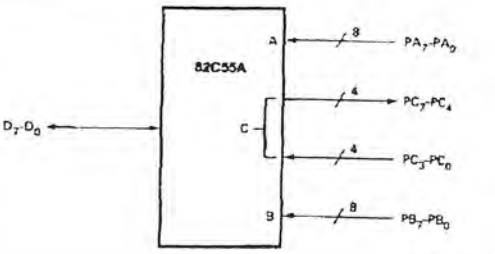
CONTROL WORD #7

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	0	1	0	1	1



CONTROL WORD #11

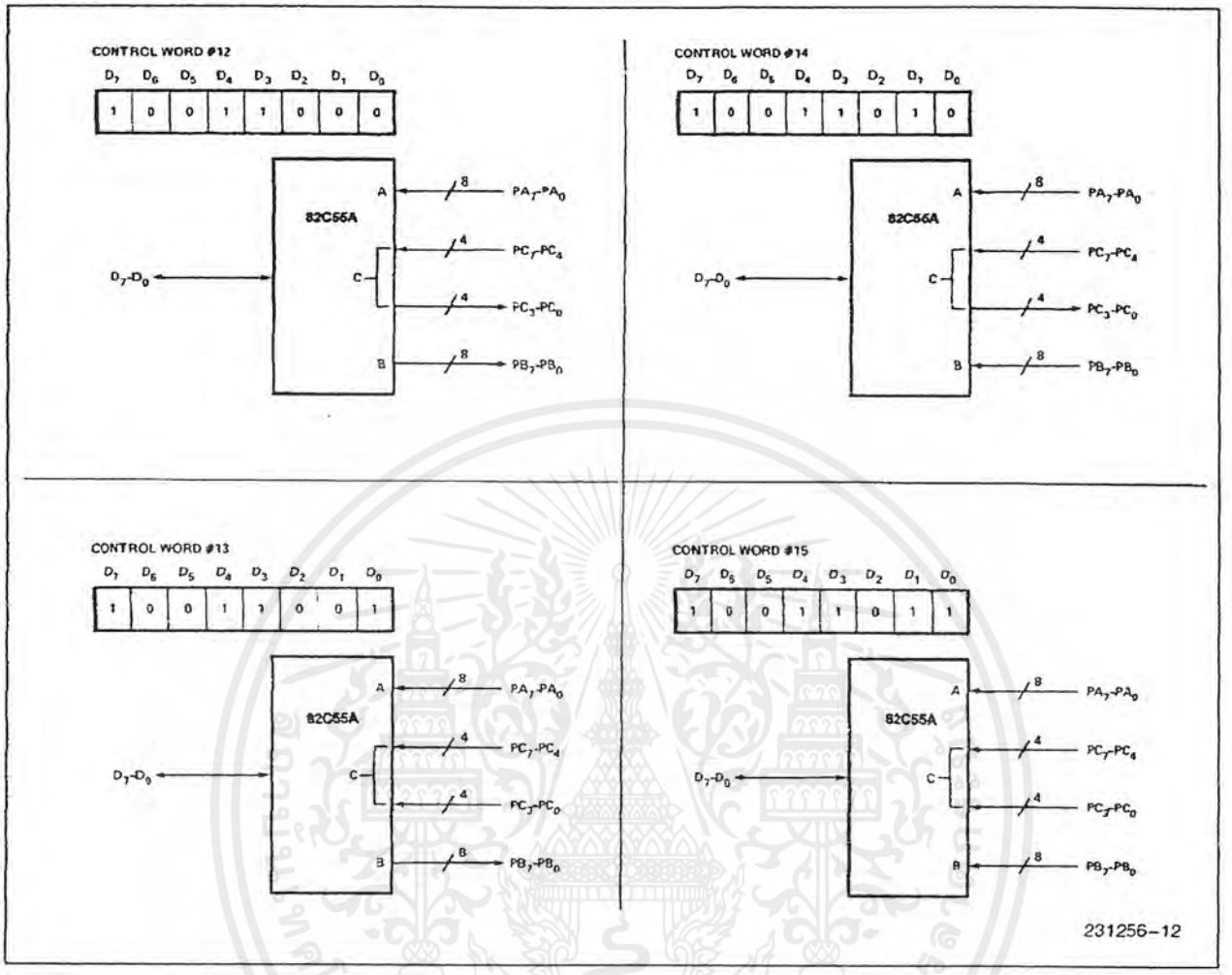
D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	1	0	0	1	1



231256-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE 0 Configurations (Continued)



Operating Modes

MODE 1 (Strobed Input/Output). This functional configuration provides a means for transferring I/O data to or from a specified port in conjunction with strobes or "handshaking" signals. In mode 1, Port A and Port B use the lines on Port C to generate or accept these "handshaking" signals.

Mode 1 Basic functional Definitions:

- Two Groups (Group A and Group B).
- Each group contains one 8-bit data port and one 4-bit control/data port.
- The 8-bit data port can be either input or output Both inputs and outputs are latched.
- The 4-bit port is used for control and status of the 8-bit data port.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input Control Signal Definition

$\overline{STB}$ (Strobe Input). A "low" on this input loads data into the input latch.

IBF (Input Buffer Full F/F)

A "high" on this output indicates that the data has been loaded into the input latch; in essence, an acknowledgement. IBF is set by $\overline{STB}$ input being low and is reset by the rising edge of the $\overline{RD}$ input.

INTR (Interrupt Request)

A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an input device is requesting service. INTR is set by the $\overline{STB}$ is a "one", IBF is a "one" and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of $\overline{RD}$. This procedure allows an input device to request service from the CPU by simply strobing its data into the port.

INTE A

Controlled by bit set/reset of PC_4.

INTE B

Controlled by bit set/reset of PC_2.

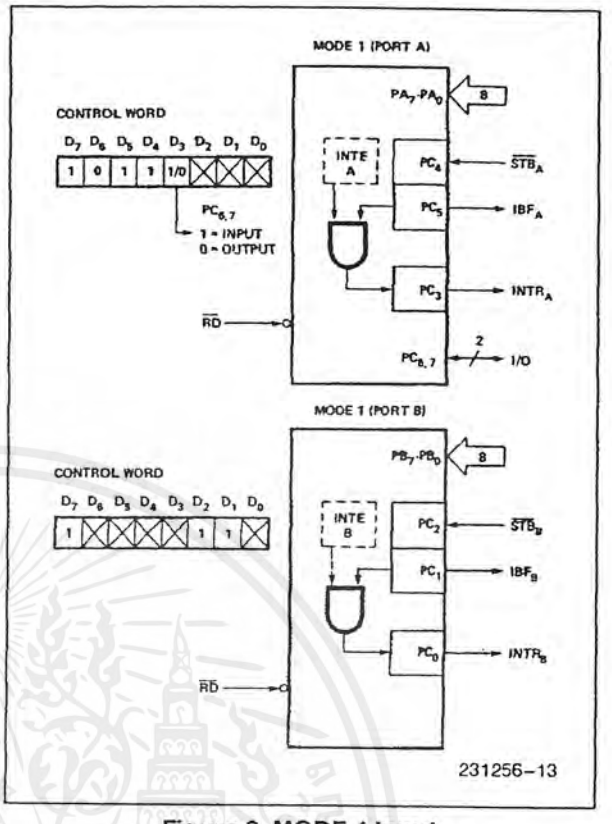


Figure 8. MODE 1 Input

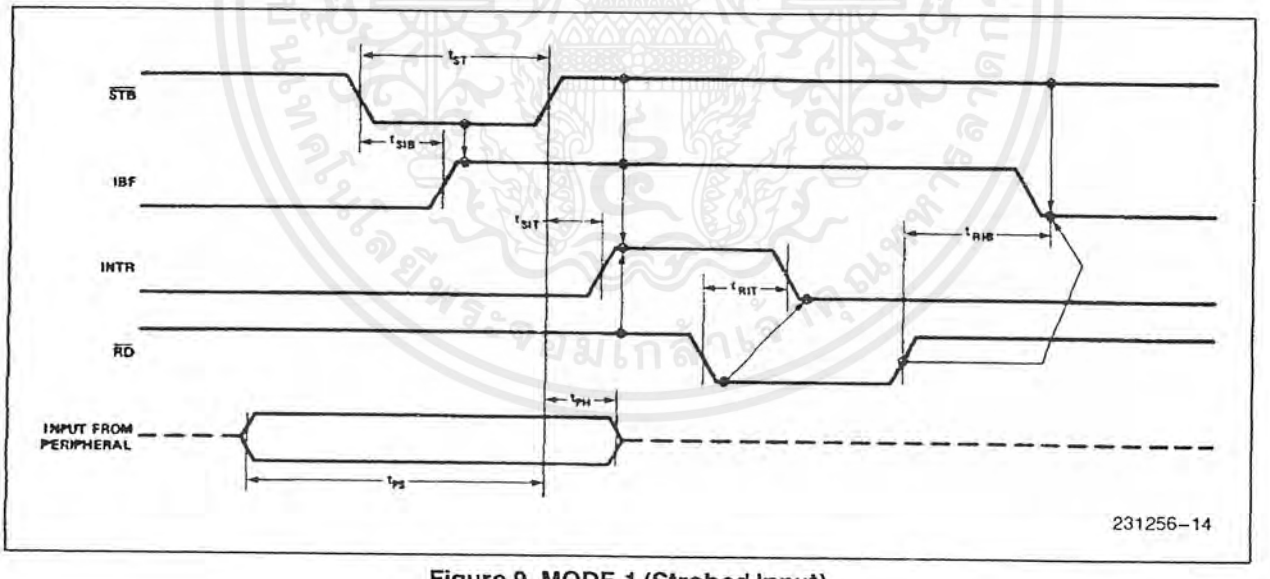


Figure 9. MODE 1 (Strobed Input)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output Control Signal Definition

$\overline{OBF}$ (Output Buffer Full F/F). The $\overline{OBF}$ output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to the specified port. The $\overline{OBF}$ F/F will be set by the rising edge of the $\overline{WR}$ input and reset by $\overline{ACK}$ Input being low.

$\overline{ACK}$ (Acknowledge Input). A "low" on this input informs the 82C55A that the data from Port A or Port B has been accepted. In essence, a response from the peripheral device indicating that it has received the data output by the CPU.

INTR (Interrupt Request). A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an output device has accepted data transmitted by the CPU. INTR is set when $\overline{ACK}$ is a "one", $\overline{OBF}$ is a "one" and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of $\overline{WR}$.

INTE A

Controlled by bit set/reset of PC_6.

INTE B

Controlled by bit set/reset of PC_2.

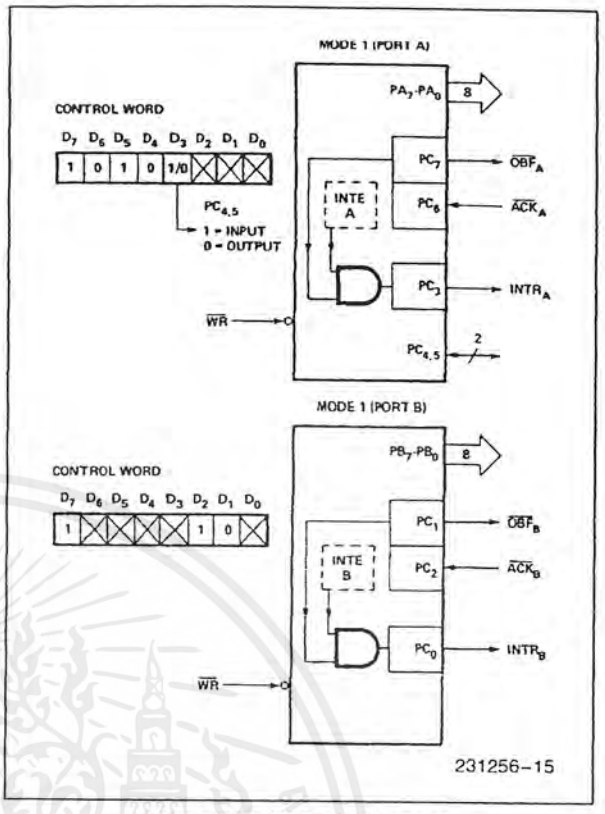


Figure 10. MODE 1 Output

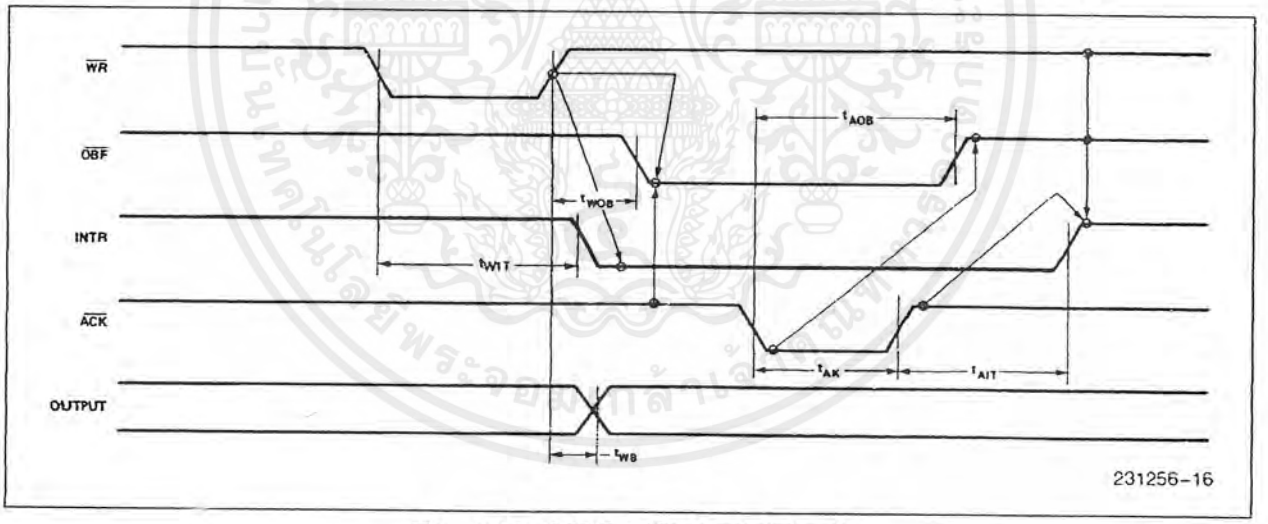


Figure 11. MODE 1 (Strobed Output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Combinations of MODE 1

Port A and Port B can be individually defined as input or output in Mode 1 to support a wide variety of strobed I/O applications.

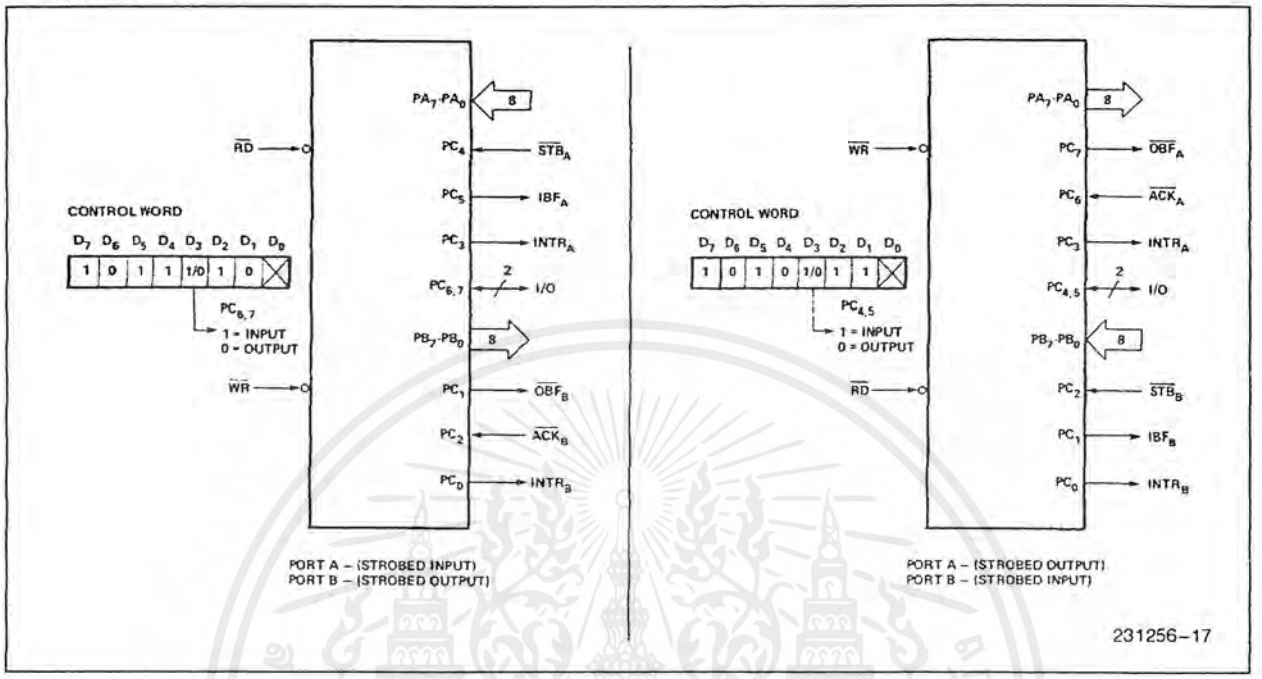


Figure 12. Combinations of MODE 1

Operating Modes

MODE 2 (Strobed Bidirectional Bus I/O). This functional configuration provides a means for communicating with a peripheral device or structure on a single 8-bit bus for both transmitting and receiving data (bidirectional bus I/O). "Handshaking" signals are provided to maintain proper bus flow discipline in a similar manner to MODE 1. Interrupt generation and enable/disable functions are also available.

MODE 2 Basic Functional Definitions:

- Used in Group A **only**.
- One 8-bit, bi-directional bus port (Port A) and a 5-bit control port (Port C).
- Both inputs and outputs are latched.
- The 5-bit control port (Port C) is used for control and status for the 8-bit, bi-directional bus port (Port A).

Bidirectional Bus I/O Control Signal Definition

INTR (Interrupt Request). A high on this output can be used to interrupt the CPU for input or output operations.

Output Operations

$\overline{OBF}$ (Output Buffer Full). The $\overline{OBF}$ output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to port A.

$\overline{ACK}$ (Acknowledge). A "low" on this input enables the tri-state output buffer of Port A to send out the data. Otherwise, the output buffer will be in the high impedance state.

INTE 1 (The INTE Flip-Flop Associated with $\overline{OBF}$). Controlled by bit set/reset of PC_6.

Input Operations

$\overline{STB}$ (Strobe Input). A "low" on this input loads data into the input latch.

IBF (Input Buffer Full F/F). A "high" on this output indicates that data has been loaded into the input latch.

INTE 2 (The INTE Flip-Flop Associated with IBF). Controlled by bit set/reset of PC_4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

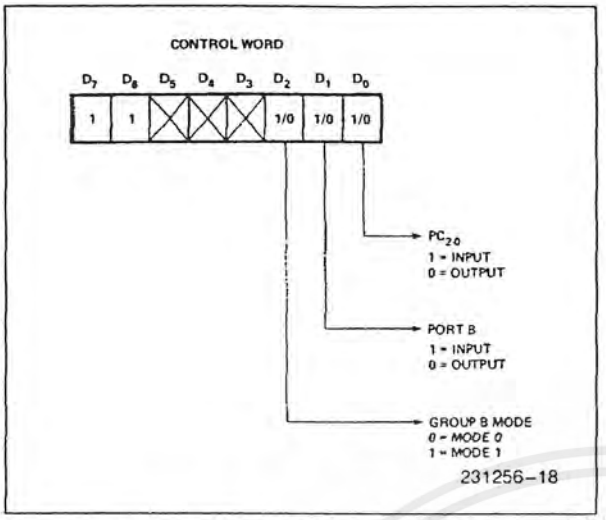


Figure 13. MODE Control Word

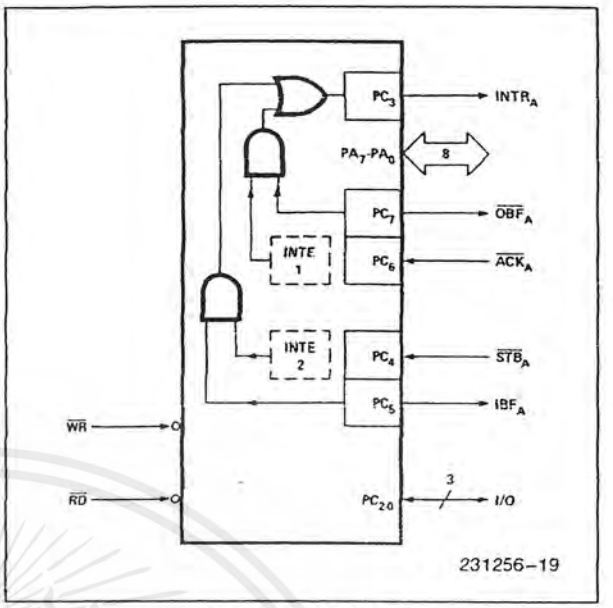


Figure 14. MODE 2

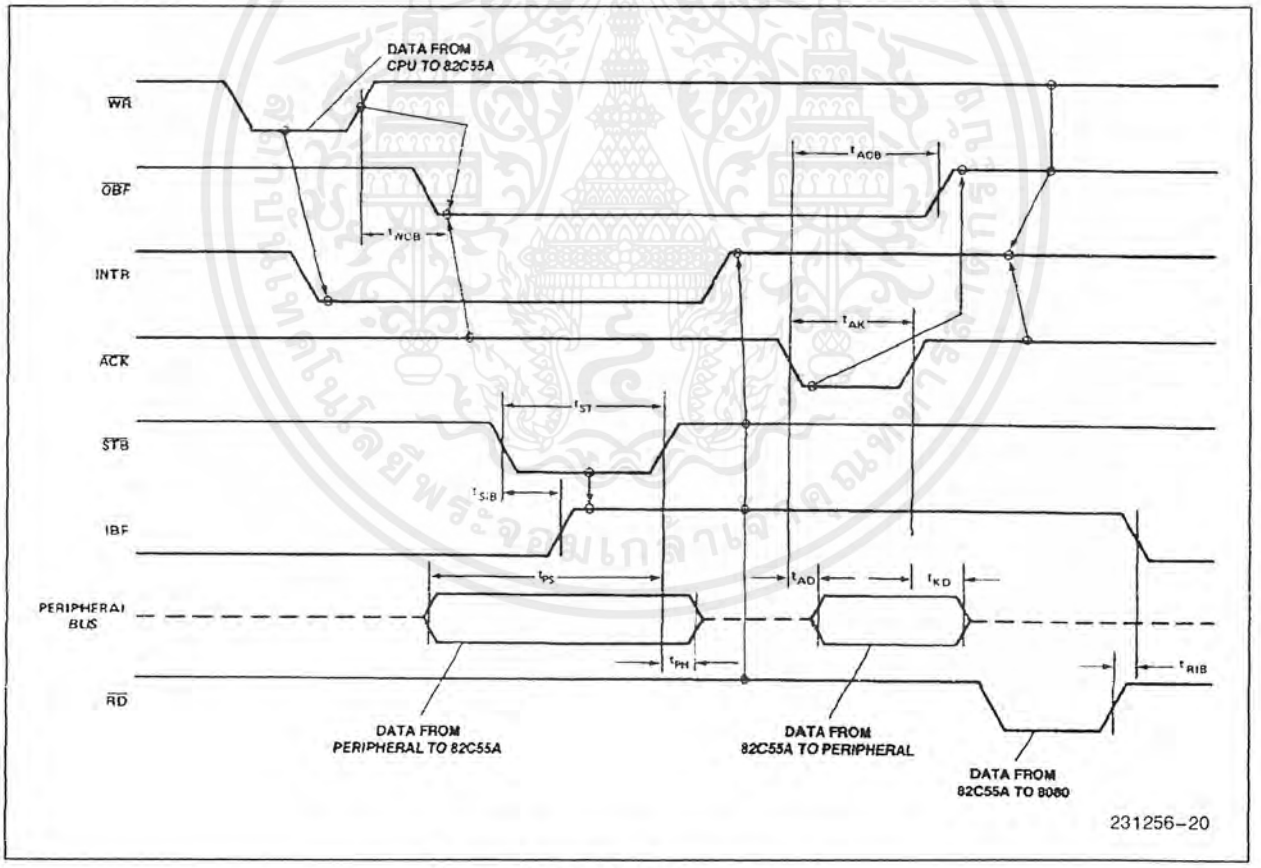


Figure 15. MODE 2 (Bidirectional)

NOTE:
Any sequence where $\overline{WR}$ occurs before $\overline{ACK}$, and $\overline{STB}$ occurs before $\overline{RD}$ is permissible.
($INTR = IBF \bullet \overline{MASK} \bullet \overline{STB} \bullet \overline{RD} + \overline{OBF} \bullet \overline{MASK} \bullet \overline{ACK} \bullet \overline{WR}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

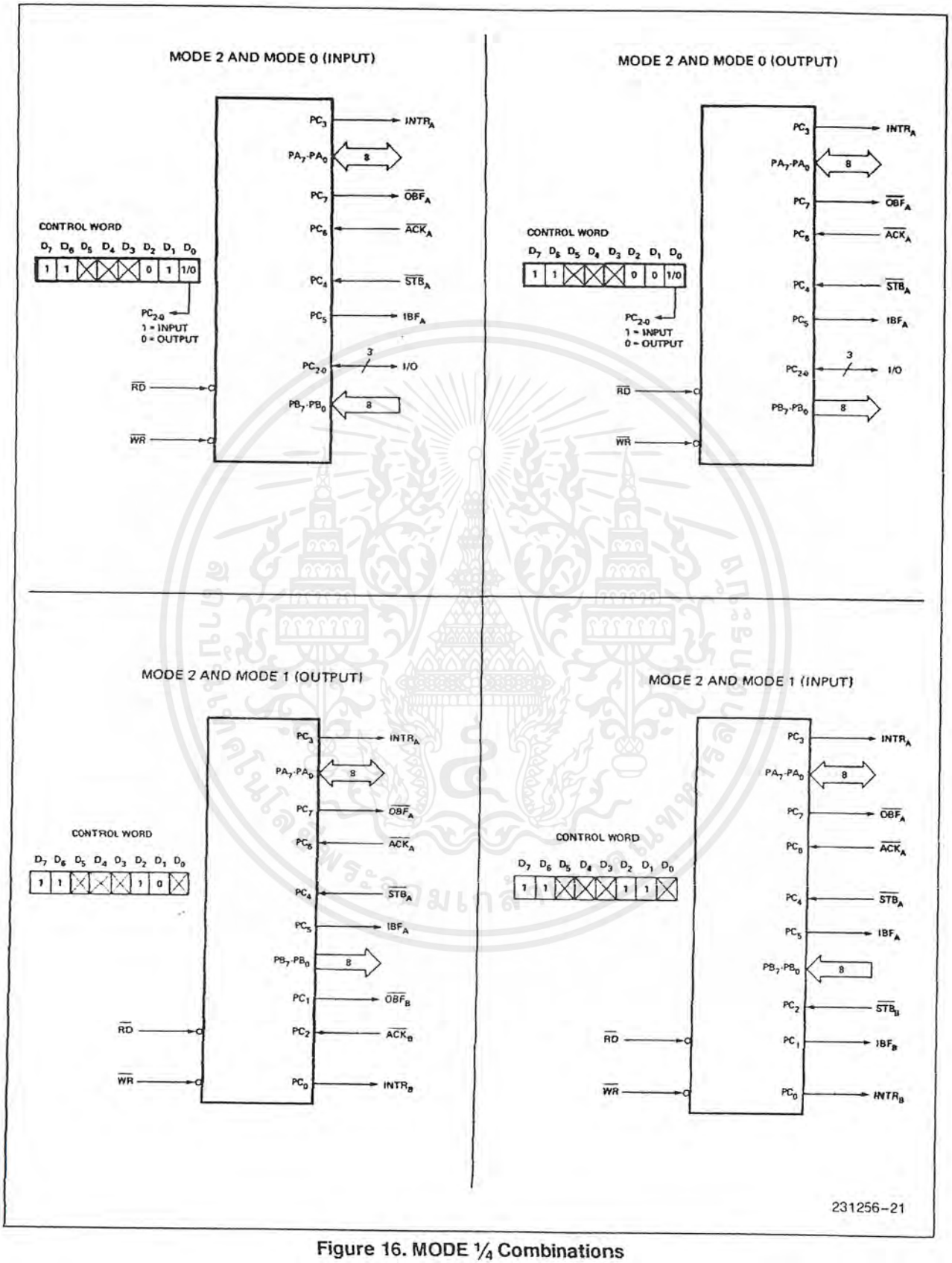


Figure 16. MODE 1/4 Combinations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mode Definition Summary

	MODE 0		MODE 1		MODE 2	
	IN	OUT	IN	OUT	GROUP A ONLY	
PA_0	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_1	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_2	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_3	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_4	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_5	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_6	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_7	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PB_0	IN	OUT	IN	OUT	—	MODE 0 OR MODE 1 ONLY
PB_1	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_2	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_3	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_4	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_5	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_6	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_7	IN	OUT	IN	OUT	—	
PC_0	IN	OUT	$INTR_B$	$INTR_B$	I/O	
PC_1	IN	OUT	IBF_B	$\overline{OBF}_B$	I/O	
PC_2	IN	OUT	$\overline{STB}_B$	$\overline{ACK}_B$	I/O	
PC_3	IN	OUT	$INTR_A$	$INTR_A$	$INTR_A$	
PC_4	IN	OUT	$\overline{STB}_A$	I/O	$\overline{STB}_A$	
PC_5	IN	OUT	IBF_A	I/O	IBF_A	
PC_6	IN	OUT	I/O	$\overline{ACK}_A$	$\overline{ACK}_A$	
PC_7	IN	OUT	I/O	$\overline{OBF}_A$	$\overline{OBF}_A$	

Special Mode Combination Considerations

There are several combinations of modes possible. For any combination, some or all of the Port C lines are used for control or status. The remaining bits are either inputs or outputs as defined by a "Set Mode" command.

During a read of Port C, the state of all the Port C lines, except the $\overline{ACK}$ and $\overline{STB}$ lines, will be placed on the data bus. In place of the $\overline{ACK}$ and $\overline{STB}$ line states, flag status will appear on the data bus in the PC2, PC4, and PC6 bit positions as illustrated by Figure 18.

Through a "Write Port C" command, only the Port C pins programmed as outputs in a Mode 0 group can be written. No other pins can be affected by a "Write Port C" command, nor can the interrupt enable flags be accessed. To write to any Port C output programmed as an output in a Mode 1 group or to change an interrupt enable flag, the "Set/Reset Port C Bit" command must be used.

With a "Set/Reset Port C Bit" command, any Port C line programmed as an output (including INTR, IBF and $\overline{OBF}$) can be written, or an interrupt enable flag can be either set or reset. Port C lines programmed as inputs, including $\overline{ACK}$ and $\overline{STB}$ lines, associated with Port C are not affected by a "Set/Reset Port C Bit" command. Writing to the corresponding Port C bit positions of the $\overline{ACK}$ and $\overline{STB}$ lines with the "Set/Reset Port C Bit" command will affect the Group A and Group B interrupt enable flags, as illustrated in Figure 18.

Current Drive Capability

Any output on Port A, B or C can sink or source 2.5 mA. This feature allows the 82C55A to directly drive Darlington type drivers and high-voltage displays that require such sink or source current.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reading Port C Status

In Mode 0, Port C transfers data to or from the peripheral device. When the 82C55A is programmed to function in Modes 1 or 2, Port C generates or accepts "hand-shaking" signals with the peripheral device. Reading the contents of Port C allows the programmer to test or verify the "status" of each peripheral device and change the program flow accordingly.

There is no special instruction to read the status information from Port C. A normal read operation of Port C is executed to perform this function.

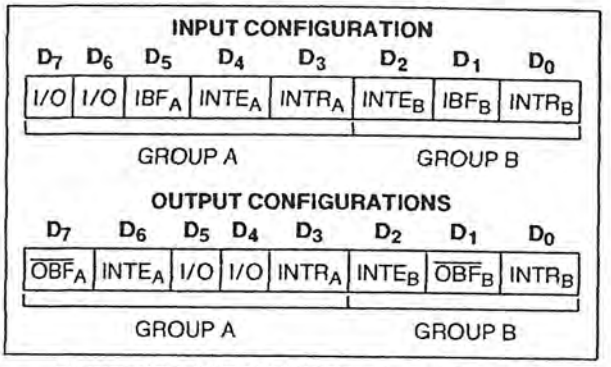


Figure 17a. MODE 1 Status Word Format

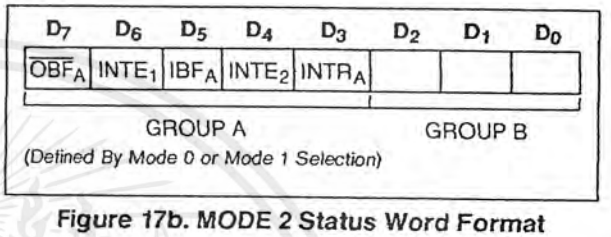


Figure 17b. MODE 2 Status Word Format

Interrupt Enable Flag	Position	Alternate Port C Pin Signal (Mode)
INTE B	PC2	$\overline{ACK}_B$ (Output Mode 1) or $\overline{STB}_B$ (Input Mode 1)
INTE A2	PC4	$\overline{STB}_A$ (Input Mode 1 or Mode 2)
INTE A1	PC6	$\overline{ACK}_A$ (Output Mode 1 or Mode 2

Figure 18. Interrupt Enable Flags in Modes 1 and 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Ambient Temperature Under Bias....0°C to + 70°C
Storage Temperature .....− 65°C to + 150°C
Supply Voltage .....− 0.5 to + 8.0V
Operating Voltage .....+ 4V to + 7V
Voltage on any Input.....GND−2V to + 6.5V
Voltage on any Output ..GND−0.5V to V_{CC} + 0.5V
Power Dissipation .....1 Watt

NOTICE: This is a production data sheet. The specifications are subject to change without notice.

WARNING: Stressing the device beyond the "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage. These are stress ratings only. Operation beyond the "Operating Conditions" is not recommended and extended exposure beyond the "Operating Conditions" may affect device reliability.

D.C. CHARACTERISTICS

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = +5V ±10%, GND = 0V (T_A = −40°C to +85°C for Extended Temperture)

Symbol	Parameter	Min	Max	Units	Test Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage	−0.5	0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0	V_{CC}	V	
V_{OL}	Output Low Voltage		0.4	V	I_{OL} = 2.5 mA
V_{OH}	Output High Voltage	3.0 V_{CC} − 0.4		V V	I_{OH} = −2.5 mA I_{OH} = −100 μA
I_{IL}	Input Leakage Current		±1	μA	V_{IN} = V_{CC} to 0V (Note 1)
I_{OFL}	Output Float Leakage Current		±10	μA	V_{IN} = V_{CC} to 0V (Note 2)
I_{DAR}	Darlington Drive Current	±2.5	(Note 4)	mA	Ports A, B, C R_{ext} = 500Ω V_{ext} = 1.7V
I_{PHL}	Port Hold Low Leakage Current	+50	+300	μA	V_{OUT} = 1.0V Port A only
I_{PHH}	Port Hold High Leakage Current	−50	−300	μA	V_{OUT} = 3.0V Ports A, B, C
I_{PHLO}	Port Hold Low Overdrive Current	−350		μA	V_{OUT} = 0.8V
I_{PHHO}	Port Hold High Overdrive Current	+350		μA	V_{OUT} = 3.0V
I_{CC}	V_{CC} Supply Current		10	mA	(Note 3)
I_{CCSB}	V_{CC} Supply Current-Standby		10	μA	V_{CC} = 5.5V V_{IN} = V_{CC} or GND Port Conditions If I/P = Open/High O/P = Open Only With Data Bus = High/Low $\overline{CS}$ = High Reset = Low Pure Inputs = Low/High

NOTES:
1. Pins A_1, A_0, $\overline{CS}$, $\overline{WR}$, $\overline{RD}$, Reset.
2. Data Bus; Ports B, C.
3. Outputs open.
4. Limit output current to 4.0 mA.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ในกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAPACITANCE

T_A = 25°C, V_{CC} = GND = 0V

Symbol	Parameter	Min	Max	Units	Test Conditions
C_{IN}	Input Capacitance		10	pF	Unmeasured pins returned to GND f_c = 1 MHz(5)
$C_{I/O}$	I/O Capacitance		20	pF	

NOTE:
5. Sampled not 100% tested.

A.C. CHARACTERISTICS

T_A = 0° to 70°C, V_{CC} = +5V ±10%, GND = 0V

T_A = −40°C to +85°C for Extended Temperature

BUS PARAMETERS

READ CYCLE

Symbol	Parameter	82C55A-2		Units	Test Conditions
		Min	Max		
t_{AR}	Address Stable Before $\overline{RD}$ ↓	0		ns	
t_{RA}	Address Hold Time After $\overline{RD}$ ↑	0		ns	
t_{RR}	$\overline{RD}$ Pulse Width	150		ns	
t_{RD}	Data Delay from $\overline{RD}$ ↓		120	ns	
t_{DF}	$\overline{RD}$ ↑ to Data Floating	10	75	ns	
t_{RV}	Recovery Time between $\overline{RD}$/$\overline{WR}$	200		ns	

WRITE CYCLE

Symbol	Parameter	82C55A-2		Units	Test Conditions
		Min	Max		
t_{AW}	Address Stable Before $\overline{WR}$ ↓	0		ns	
t_{WA}	Address Hold Time After $\overline{WR}$ ↑	20		ns	Ports A & B
		20		ns	Port C
t_{WW}	$\overline{WR}$ Pulse Width	100		ns	
t_{DW}	Data Setup Time Before $\overline{WR}$ ↑	100		ns	
t_{WD}	Data Hold Time After $\overline{WR}$ ↑	30		ns	Ports A & B
		30		ns	Port C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OTHER TIMINGS

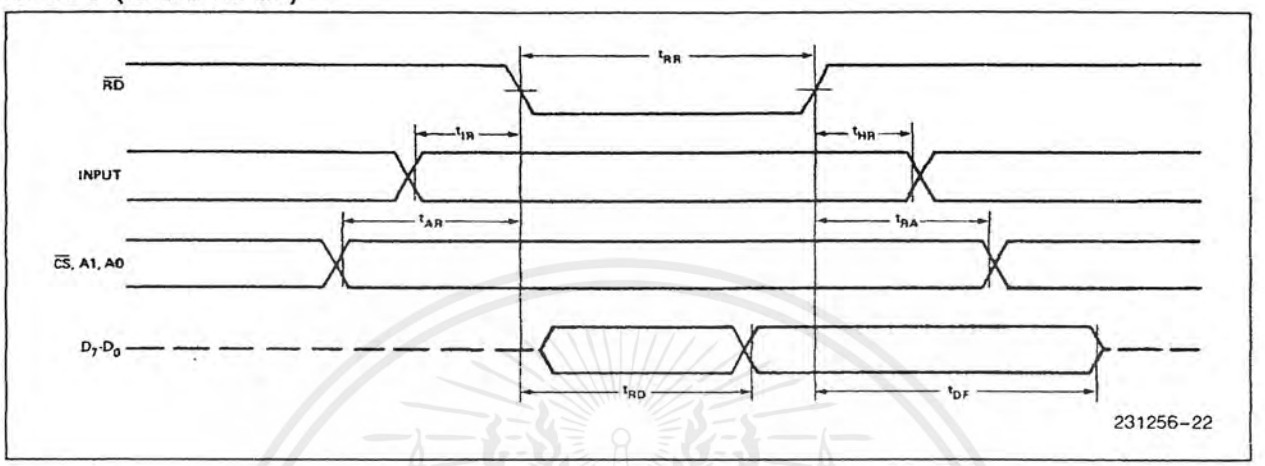
Symbol	Parameter	82C55A-2		Units Conditions	Test
		Min	Max		
t_{WB}	$\overline{WR}$ = 1 to Output		350	ns	
t_{IR}	Peripheral Data Before $\overline{RD}$	0		ns	
t_{HR}	Peripheral Data After $\overline{RD}$	0		ns	
t_{AK}	$\overline{ACK}$ Pulse Width	200		ns	
t_{ST}	$\overline{STB}$ Pulse Width	100		ns	
t_{PS}	Per. Data Before $\overline{STB}$ High	20		ns	
t_{PH}	Per. Data After $\overline{STB}$ High	50		ns	
t_{AD}	$\overline{ACK}$ = 0 to Output		175	ns	
t_{KD}	$\overline{ACK}$ = 1 to Output Float	20	250	ns	
t_{WOB}	$\overline{WR}$ = 1 to $\overline{OBF}$ = 0		150	ns	
t_{AOB}	$\overline{ACK}$ = 0 to $\overline{OBF}$ = 1		150	ns	
t_{SIB}	$\overline{STB}$ = 0 to IBF = 1		150	ns	
t_{RIB}	$\overline{RD}$ = 1 to IBF = 0		150	ns	
t_{RIT}	$\overline{RD}$ = 0 to INTR = 0		200	ns	
t_{SIT}	$\overline{STB}$ = 1 to INTR = 1		150	ns	
t_{AIT}	$\overline{ACK}$ = 1 to INTR = 1		150	ns	
t_{WIT}	$\overline{WR}$ = 0 to INTR = 0		200	ns	see note 1
t_{RES}	Reset Pulse Width	500		ns	see note 2

NOTE:
1. INTR ↑ may occur as early as $\overline{WR}$ ↓.
2. Pulse width of initial Reset pulse after power on must be at least 50 μSec. Subsequent Reset pulses may be 500 ns minimum. The output Ports A, B, or C may glitch low during the reset pulse but all port pins will be held at a logic "one" level after the reset pulse.

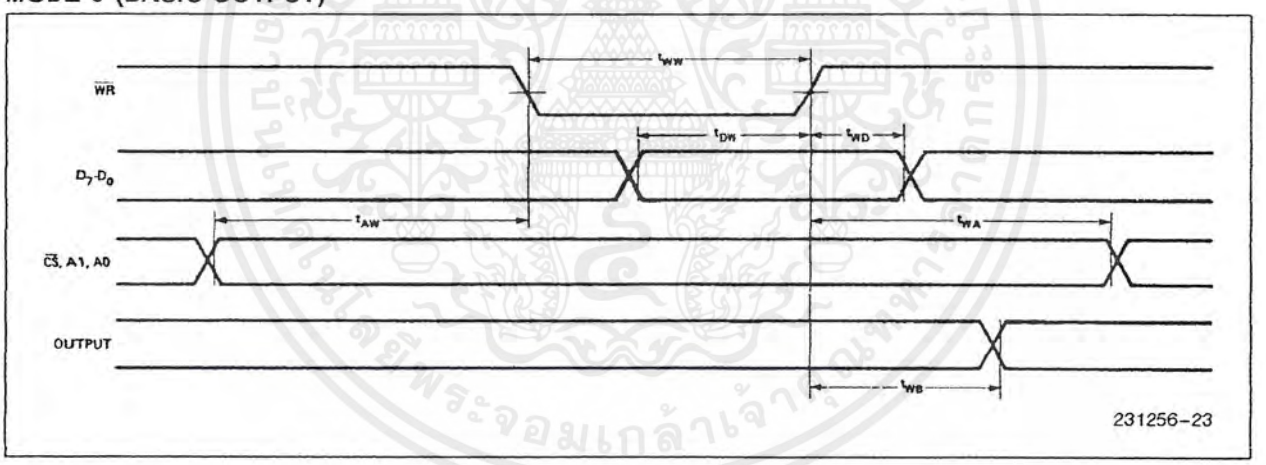
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WAVEFORMS

MODE 0 (BASIC INPUT)



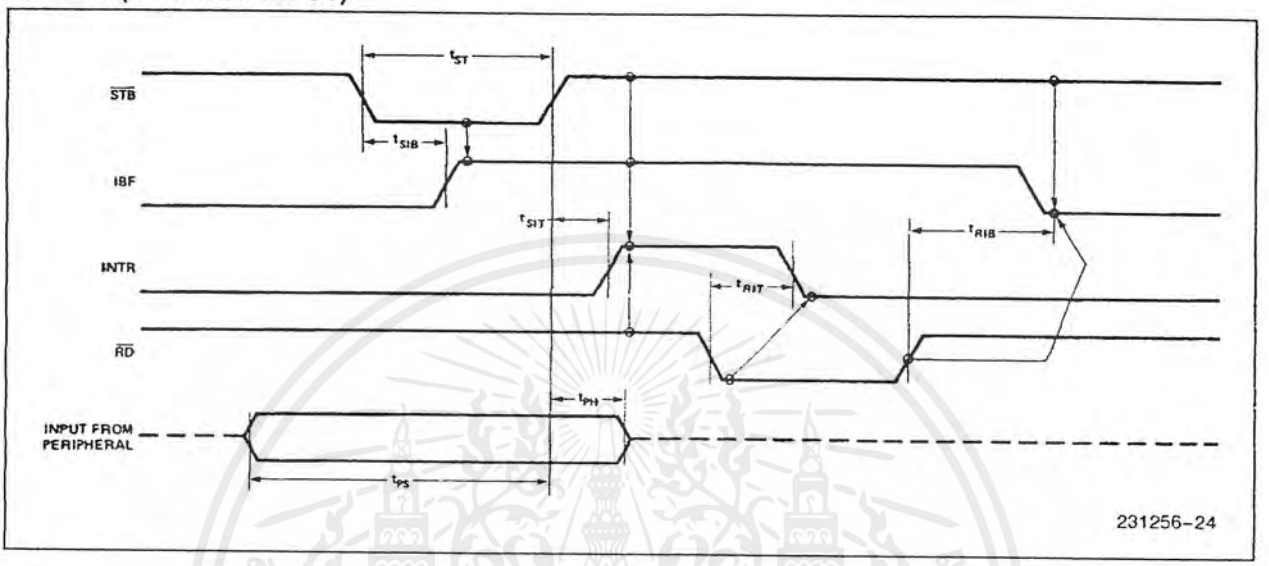
MODE 0 (BASIC OUTPUT)



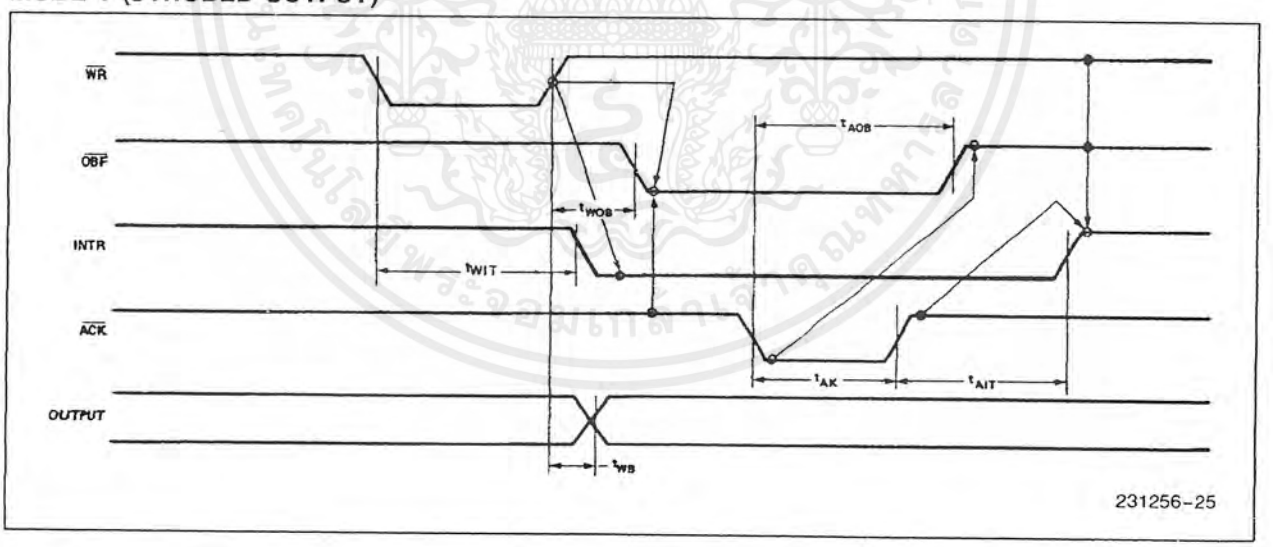
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WAVEFORMS (Continued)

MODE 1 (STROBED INPUT)



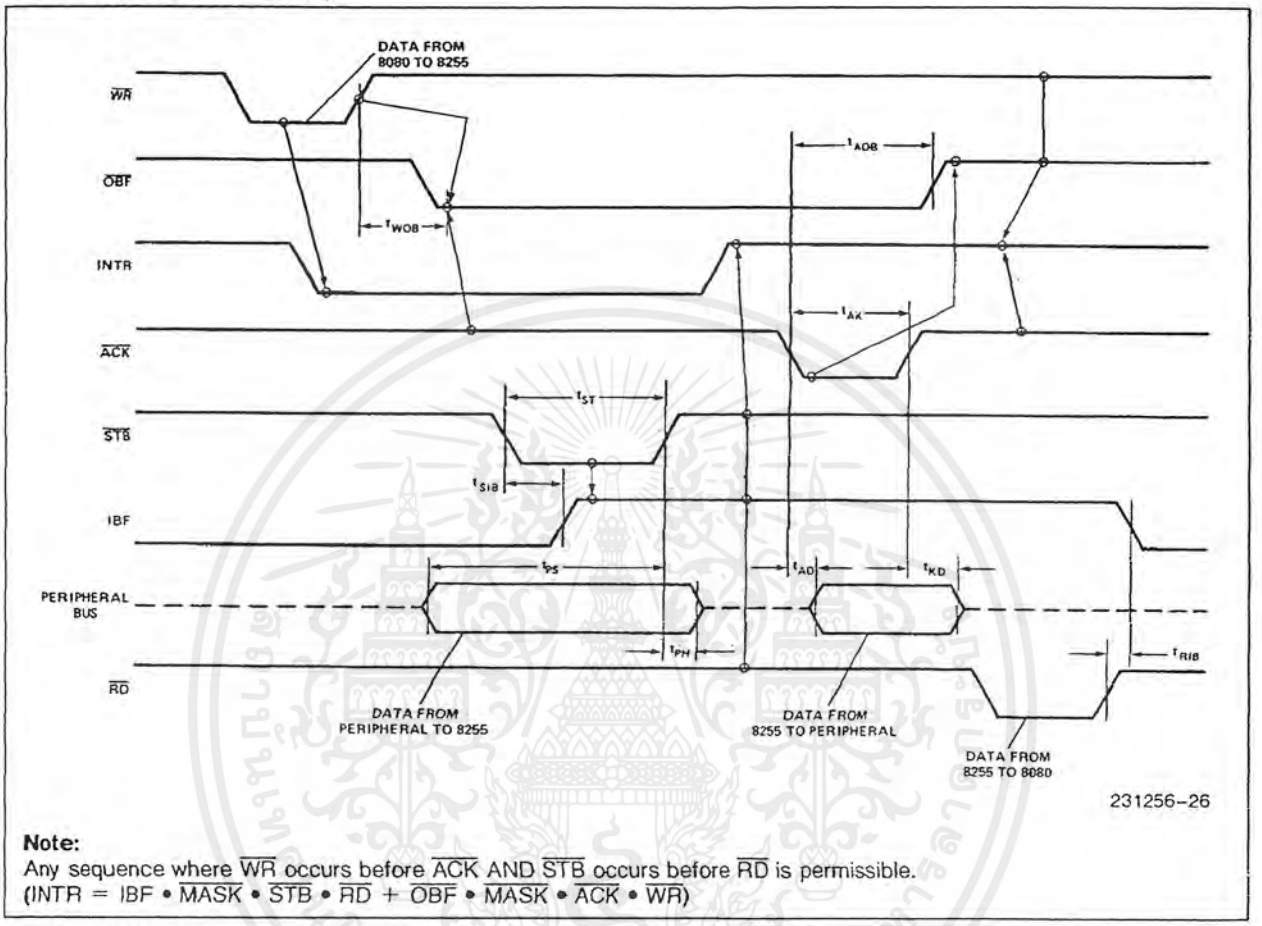
MODE 1 (STROBED OUTPUT)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

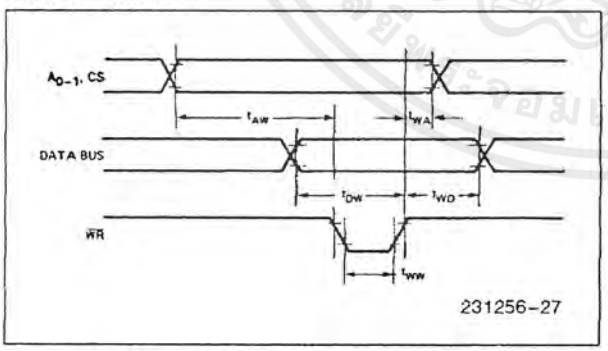
WAVEFORMS (Continued)

MODE 2 (BIDIRECTIONAL)

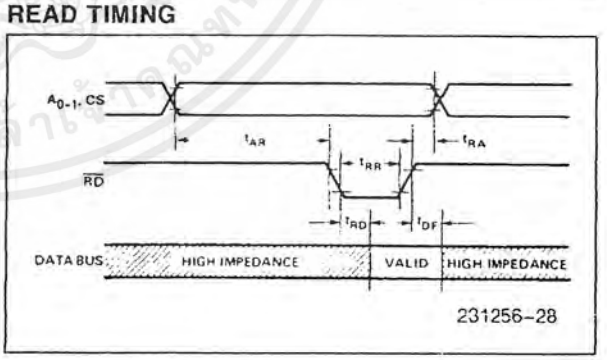


Note:
Any sequence where $\overline{WR}$ occurs before $\overline{ACK}$ AND $\overline{STB}$ occurs before $\overline{RD}$ is permissible.
($INTR = IBF \bullet \overline{MASK} \bullet \overline{STB} \bullet \overline{RD} + \overline{OBF} \bullet \overline{MASK} \bullet \overline{ACK} \bullet \overline{WR}$)

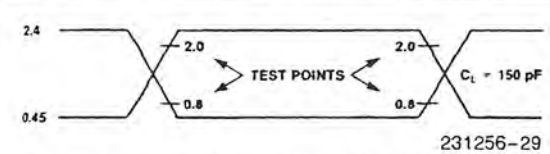
WRITE TIMING



READ TIMING

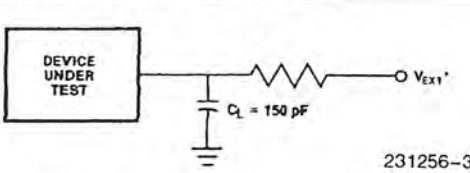


A.C. TESTING INPUT, OUTPUT WAVEFORM



A.C. Testing Inputs Are Driven At 2.4V For A Logic 1 And 0.45V For A Logic 0 Timing Measurements Are Made At 2.0V For A Logic 1 And 0.8 For A Logic 0.

A.C. TESTING LOAD CIRCUIT



*V_{EXT} Is Set At Various Voltages During Testing To Guarantee The Specification. C_L Includes Jig Capacitance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

Features

- Complete DTMF Receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central office quality
- Power-down mode
- Inhibit mode
- Backward compatible with MT8870C/MT8870C-1

Applications

- Receiver system for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870D-1)
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- *Telephone answering machine*

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP

-40 °C to +85 °C

Description

The MT8870D/MT8870D-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

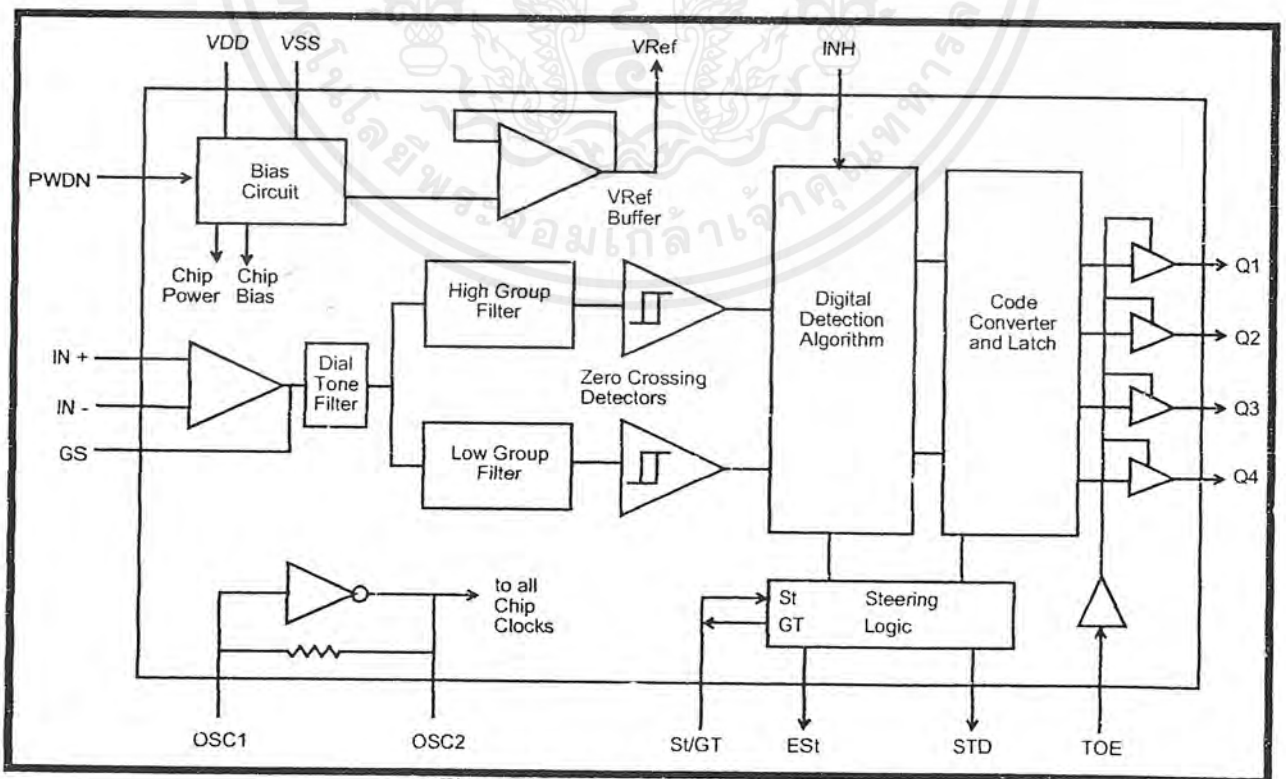


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

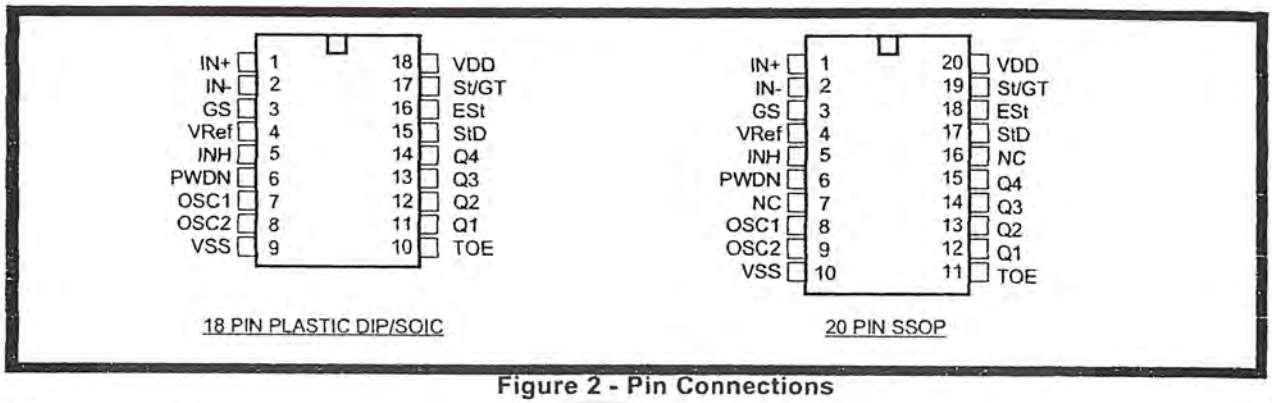


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	**Non-Inverting Op-Amp (Input).**
2	2	IN-	**Inverting Op-Amp (Input).**
3	3	GS	**Gain Select.** Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V_{Ref}	**Reference Voltage (Output).** Nominally $V_{DD}/2$ is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	5	INH	**Inhibit (Input).** Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	6	PWDN	**Power Down (Input).** Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	**Clock (Input).**
8	9	OSC2	**Clock (Output).** A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V_{SS}	**Ground (Input).** *0V typical.*
10	11	TOE	**Three State Output Enable (Input).** Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	12-15	Q1-Q4	***Three State Data (Output).*** *When enabled by TOE, provide the code corresponding to the* last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high *impedance.*
15	17	StD	**Delayed Steering (Output).**Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V_{TSt}.
16	18	ESt	**Early Steering (Output).** Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
17	19	St/GT	**Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional.** A voltage greater than V_{TSt} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V_{TSt} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
18	20	V_{DD}	**Positive power supply (Input).** +5V typical.
	7, 16	NC	*No Connection.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MT8870D/MT8870D-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 3). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while

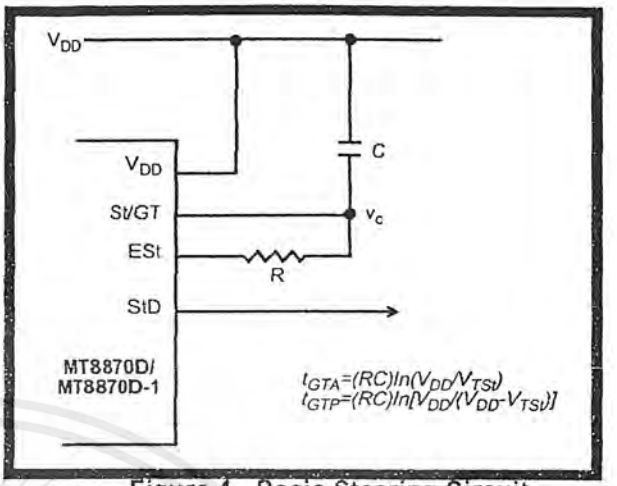


Figure 4 - Basic Steering Circuit

providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (ESt) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause ESt to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by ESt. A logic high on ESt causes v_c (see Figure 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal

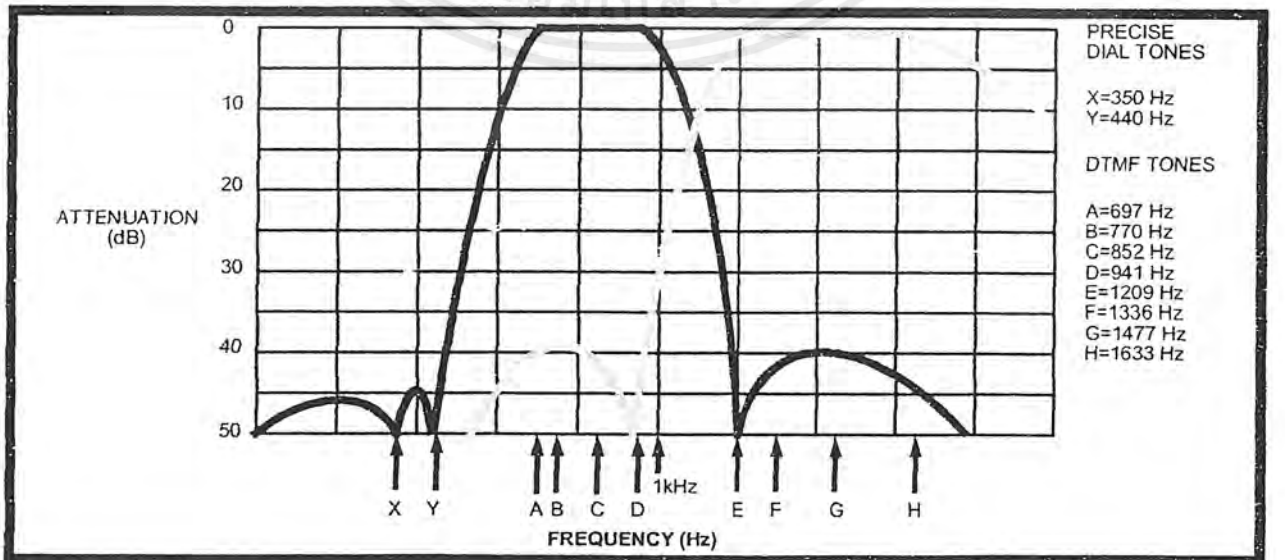


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

condition is maintained (ESt remains high) for the validation period (t_{GTP}), v_c reaches the threshold (V_{TSt}) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives v_c to V_{DD}. GT continues to drive high as long as ESt remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StD) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

Guard Time Adjustment

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering circuit shown in Figure 4 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC}=t_{DP}+t_{GTP}$$
$$t_{ID}=t_{DA}+t_{GTA}$$

The value of t_{DP} is a device parameter (see Figure 11) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 µF is recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

Digit	TOE	INH	ESt	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

Table 1. Functional Decode Table

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present (t_{GTP}) and tone absent (t_{GTA}). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing t_{REC} improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short t_{REC} with a long t_{DO} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

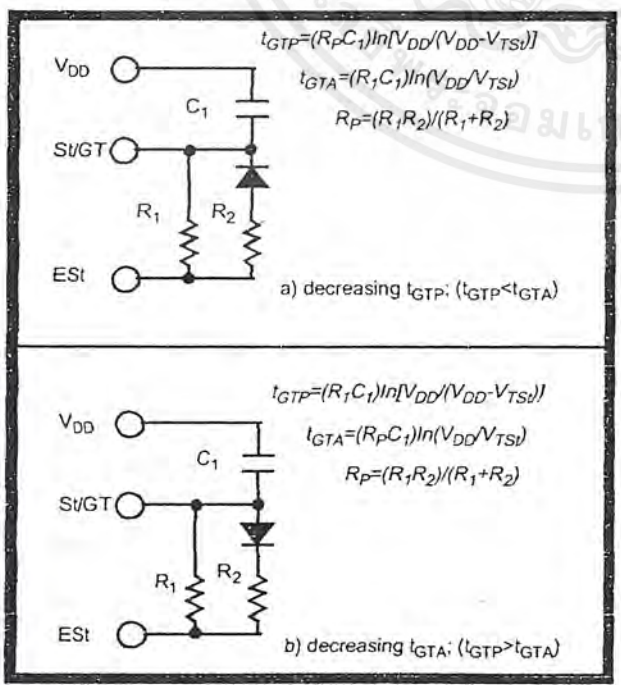


Figure 5 - Guard Time Adjustment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

A logic high applied to pin 6 (PWDN) will power down the device to minimize the power consumption in a standby mode. It stops the oscillator and the functions of the filters.

Inhibit mode is enabled by a logic high input to the pin 5 (INH). It inhibits the detection of tones representing characters A, B, C, and D. The output code will remain the same as the previous detected code (see Table 1).

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $^1/_2V_{DD}$. Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5.

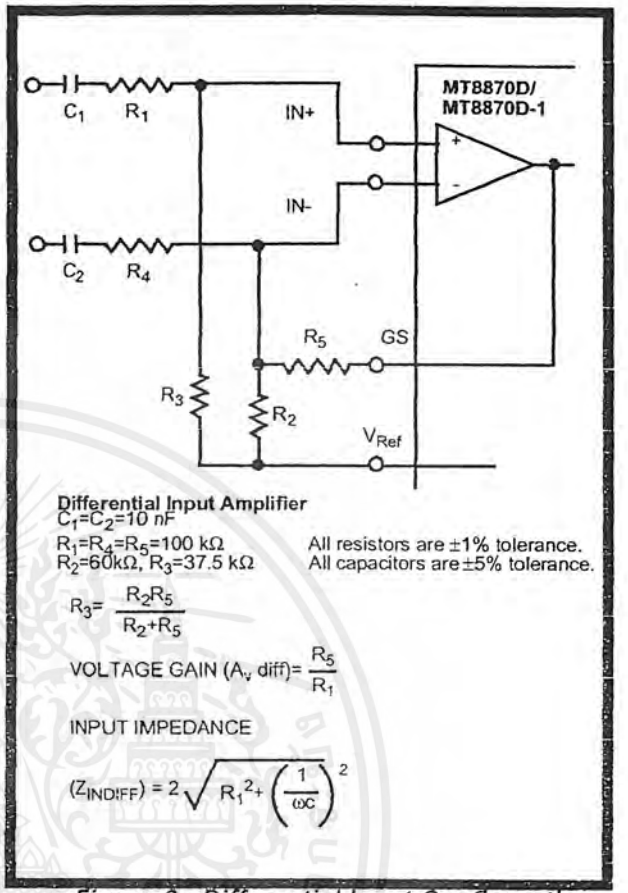


Figure 6 - Differential Input Configuration

Crystal Oscillator

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 10 (Single-Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870D/MT8870D-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 7 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.

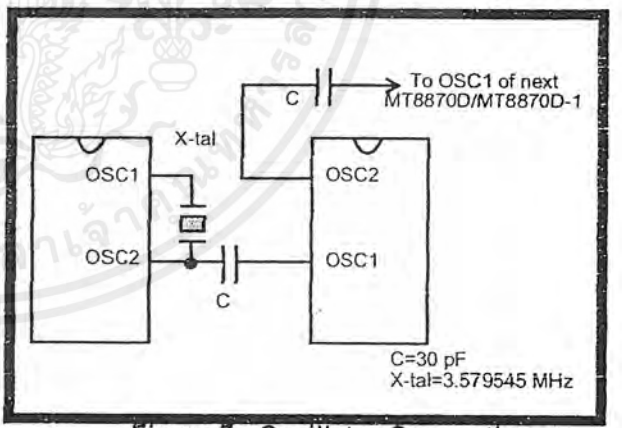


Figure 7 - Oscillator Connection

Parameter	Unit	Resonator
R1	Ohms	10.752
L1	mH	.432
C1	pF	4.984
C0	pF	37.915
Qm	-	896.37
Δf	%	±0.2%

Table 2. Recommended Resonator Specifications

Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., $1/2\Pi fR1C1$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R_1 and R_2 to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R_3 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

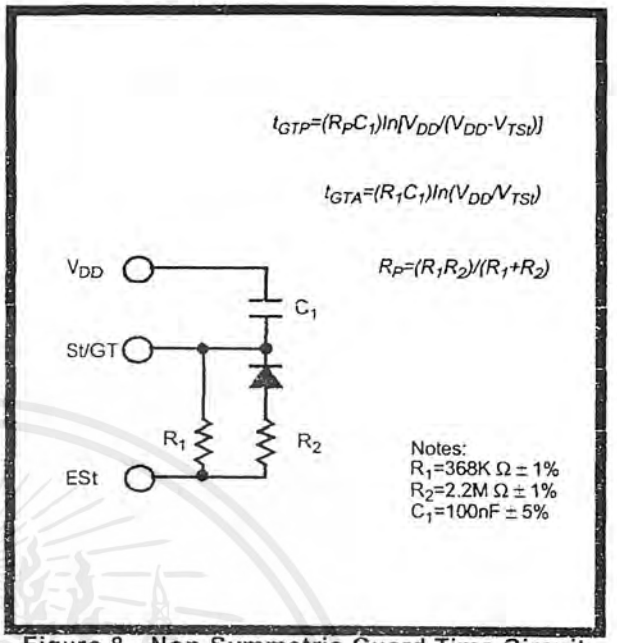


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

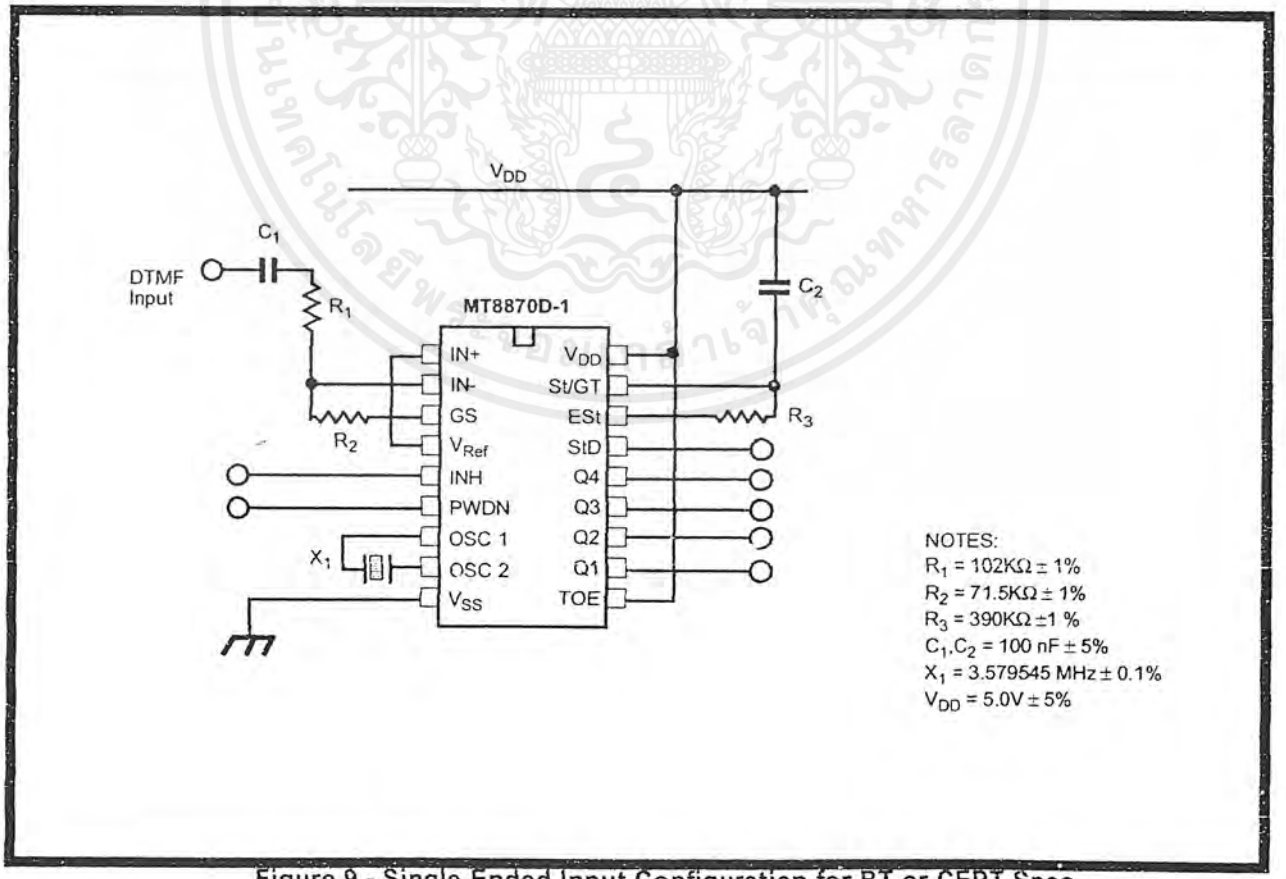


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}		7	V
2	Voltage on any pin	V_I	V_{SS}-0.3	V_{DD}+0.3	V
3	Current at any pin (other than supply)	I_I		10	mA
4	Storage temperature	T_{STG}	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	P_D		500	mW

† Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.
Derate above 75 °C at 16 mW / °C. All leads soldered to board.

Recommended Operating Conditions - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated.

	Parameter	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	T_O	-40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	fc		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq.Tolerance	Δfc		±0.1		%	

‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

DC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V± 5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, unless otherwise stated.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	SUPPLY	Standby supply current	I_{DDQ}		10	25	µA	PWDN=V_{DD}
2		Operating supply current	I_{DD}		3.0	9.0	mA	
3		Power consumption	P_O		15		mW	fc=3.579545 MHz
4	INPUTS	*High level input*	V_{IH}	3.5			V	V_{DD}=5.0V
5		Low level input voltage	V_{IL}			1.5	V	V_{DD}=5.0V
6		Input leakage current	I_{IH}/I_{IL}		0.1		µA	V_{IN}=V_{SS} or V_{DD}
7		Pull up (source) current	I_{SO}		7.5	20	µA	TOE (pin 10)=0, V_{DD}=5.0V
8		Pull down (sink) current	I_{SI}		15	45	µA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, V_{DD}=5.0V
9		Input impedance (IN+, IN-)	R_{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2	2.4	2.5	V	V_{DD} = 5.0V
11	OUTPUTS	Low level output voltage	V_{OL}			V_{SS}+0.03	V	No load
12		High level output voltage	V_{OH}	V_{DD}-0.03			V	No load
13		Output low (sink) current	I_{OL}	1.0	2.5		mA	V_{OUT}=0.4 V
14		Output high (source) current	I_{OH}	0.4	0.8		mA	V_{OUT}=4.6 V
15		V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V_{DD} = 5.0V
16		V_{Ref} output resistance	R_{OR}		1		kΩ	

‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operating Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C ,unless otherwise stated.

Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			MΩ	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	0.75 V ≤ V_{IN} ≤ 4.25 V biased at V_{Ref} =2.5 V
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	f_C	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	V_O	4.0			V_{pp}	Load ≥ 100 kΩ to V_{SS} @ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{pp}	No Load

MT8870D AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V ±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C , using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29		+1	dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5		869	mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
3	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
4	Frequency deviation accept		±1.5% ± 2 Hz				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		±3.5%				2,3,5,9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
7	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

‡ Typical figures are at 25 °C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

*NOTES

1. dBm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration= 40 ms, tone pause= 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ±1.5 %± 2 Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2 %.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. Guaranteed by design and characterization.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C , using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		+1	dBm	Tested at V_{DD}=5.0V 1,2,3,5,6,9
			21.8		869	mV_{RMS}	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	Tested at V_{DD}=5.0V 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV_{RMS}	
3	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
4	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
5	Frequency deviation accept		±1.5%± 2 Hz				2,3,5,9
6	Frequency deviation reject		±3.5%				2,3,5,9
7	Third zone tolerance			-18.5		dB	2,3,4,5,9,12
8	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
9	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

‡ Typical figures are at 25 °C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

***NOTES**
1. dBm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration= 40 ms, tone pause= 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ±1.5 %± 2 Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2 %.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) interference frequency range between 480-3400Hz.
13. Guaranteed by design and characterization.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ To ≤ +85°C , using Test Circuit shown in Figure 10.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Conditions
1	TIMING	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 1
2		Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 1
3		Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	Note 2
4		Tone duration reject	$t_{\overline{REC}}$	20			ms	Note 2
5		Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	Note 2
6		*Interdigit pause reject*	t_{DO}	*20*			*ms*	*Note 2*
7	OUTPUTS	Propagation delay (St to Q)	t_{PQ}		8	11	µs	TOE=V_{DD}
8		Propagation delay (St to StD)	t_{PStD}		12	16	µs	TOE=V_{DD}
9		Output data set up (Q to StD)	t_{QStD}		3.4		µs	TOE=V_{DD}
10		*Propagation delay (TOE to Q ENABLE)*	t_{PTE}		50		*ns*	*load of 10 kΩ, 50 pF*
11		Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{PTD}		300		ns	load of 10 kΩ, 50 pF
12	PDWN	Power-up time	t_{PU}		30		ms	Note 3
13		Power-down time	t_{PD}		20		ms	
14	CLOCK	Crystal/clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
15		*Clock input rise time*	t_{LHCL}			110	*ns*	*Ext. clock*
16		Clock input fall time	t_{HLCL}			110	ns	Ext. clock
17		Clock input duty cycle	DC_{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
18		Capacitive load (OSC2)	C_{LO}			30	pF	

‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

***NOTES:**
1. Used for guard-time calculation purposes only.
2. These, user adjustable parameters, are not device specifications. The adjustable settings of these minimums and maximums are recommendations based upon network requirements.
3. With valid tone present at input, t_{PU} equals time from PDWN going low until ESt going high.

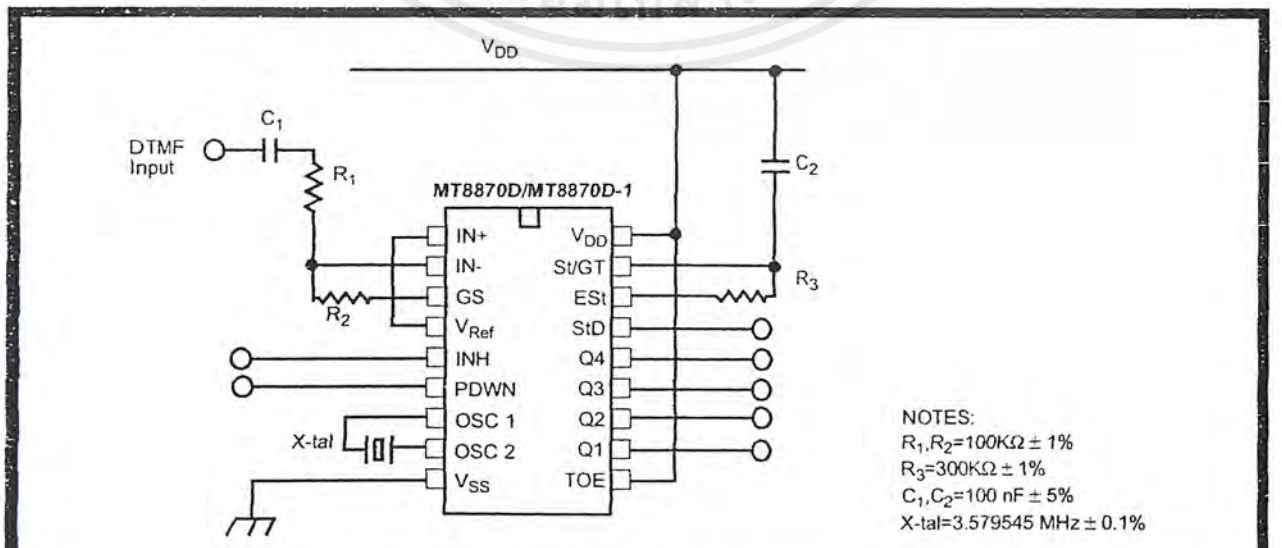
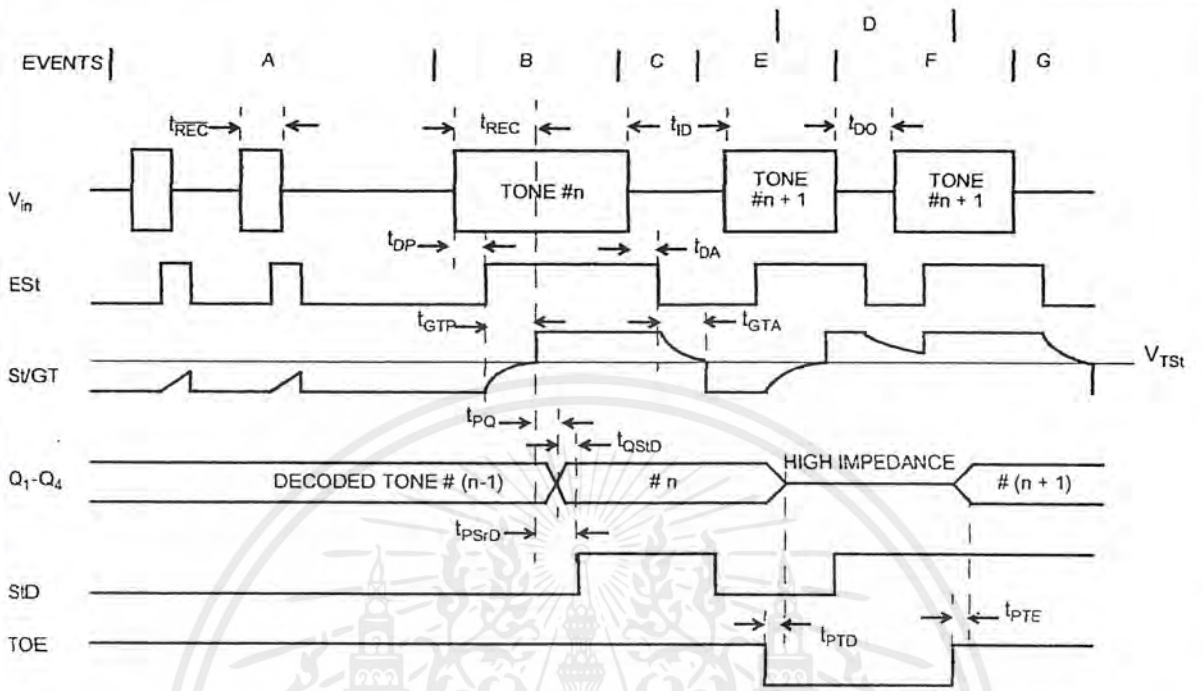


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

A) TONE BURSTS DETECTED, TONE DURATION INVALID, OUTPUTS NOT UPDATED.

B) TONE #n DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS

C) END OF TONE #n DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMIAN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

E) TONE #n + 1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).

F) ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n + 1, TONE ABSENT DURATION INVALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED.

G) END OF TONE #n + 1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in}	DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
ESt	EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
St/GT	STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
Q_1-Q_4	4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
StD	DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
TOE	TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.
$t_{\overline{REC}}$	MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID
t_{REC}	MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION
t_{ID}	MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
t_{DO}	MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
t_{DP}	TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{DA}	TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{GTP}	GUARD TIME, TONE PRESENT.
t_{GTA}	GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notes:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

February 1995

LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

Features

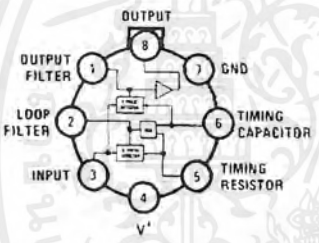
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

Connection Diagrams

Metal Can Package

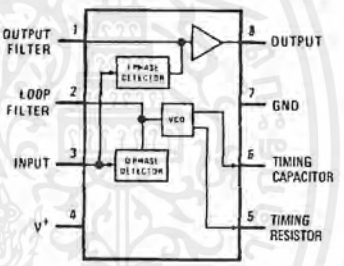


TL/H/6975–1

Top View

Order Number LM567H or LM567CH
See NS Package Number H08C

Dual-In-Line and Small Outline Packages



TL/H/6975–2

Top View

Order Number LM567CM
See NS Package Number M08A

Order Number LM567CN
See NS Package Number N08E

©1995 National Semiconductor Corporation TL/H/6975

RRD-B30M115/Printed in U. S. A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 1)	1100 mW
V_8	15V
V_3	−10V
V_3	V_4 + 0.5V
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Operating Temperature Range	
LM567H	−55°C to +125°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	*0°C to +70°C*

Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics AC Test Circuit, T_A = 25°C, V^+ = 5V

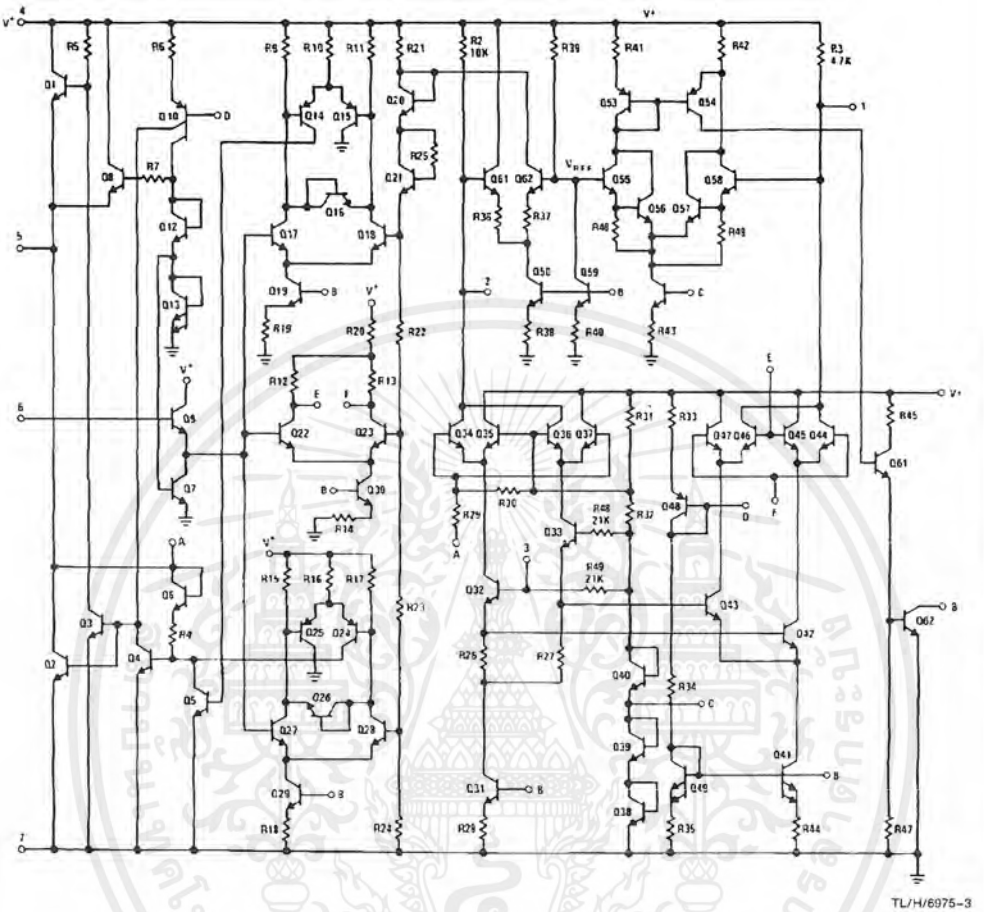
Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	R_L = 20k		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	R_L = 20k		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		kΩ
Smallest Detectable Input Voltage	I_L = 100 mA, $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	I_C = 100 mA, $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	B_n = 140 kHz		−6			−6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Variation with *Temperature*			±0.1			±0.1		%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75 − 6.75V		±1	±2		±1	±5	%V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability (4.75–5.75V)	$0 < T_A < 70$ $-55 < T_A < +125$		35 ± 60 35 ± 140			35 ±60 35 ± 140		ppm/°C ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V − 6.75V 4.75V − 9V		0.5	1.0 2.0		0.4	2.0 2.0	%/V %/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			f_o/20			f_o/20		
Output Leakage Current	V_8 = 15V		0.01	25		0.01	25	μA
Output Saturation Voltage	e_i = 25 mV, I_8 = 30 mA e_i = 25 mV, I_8 = 100 mA		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

Note 1: *The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 160°C/W, junction to ambient.*

Note 2: Refer to RETS567X drawing for specifications of military LM567H version.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schematic Diagram

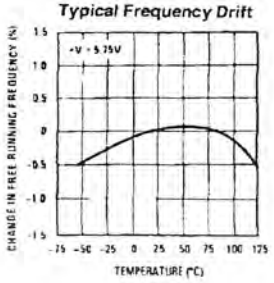


TL/H/6975-3

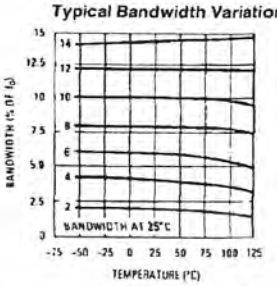
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

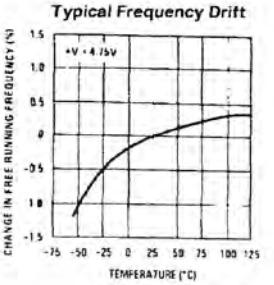
Typical Frequency Drift



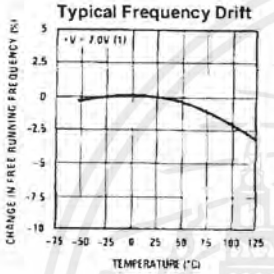
Typical Bandwidth Variation



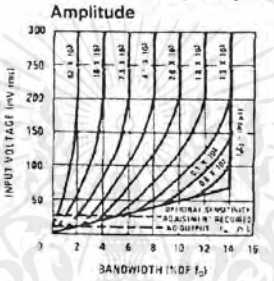
Typical Frequency Drift



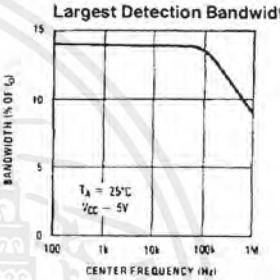
Typical Frequency Drift



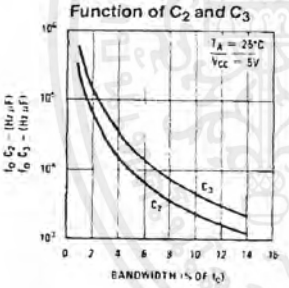
Bandwidth vs Input Signal Amplitude



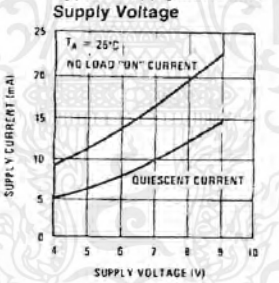
Largest Detection Bandwidth



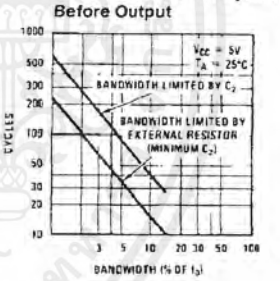
Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



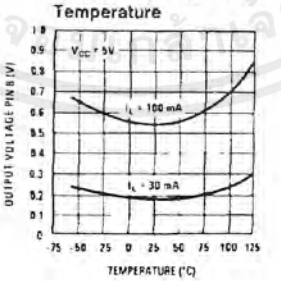
Typical Supply Current vs Supply Voltage



Greatest Number of Cycles Before Output



Typical Output Voltage vs Temperature

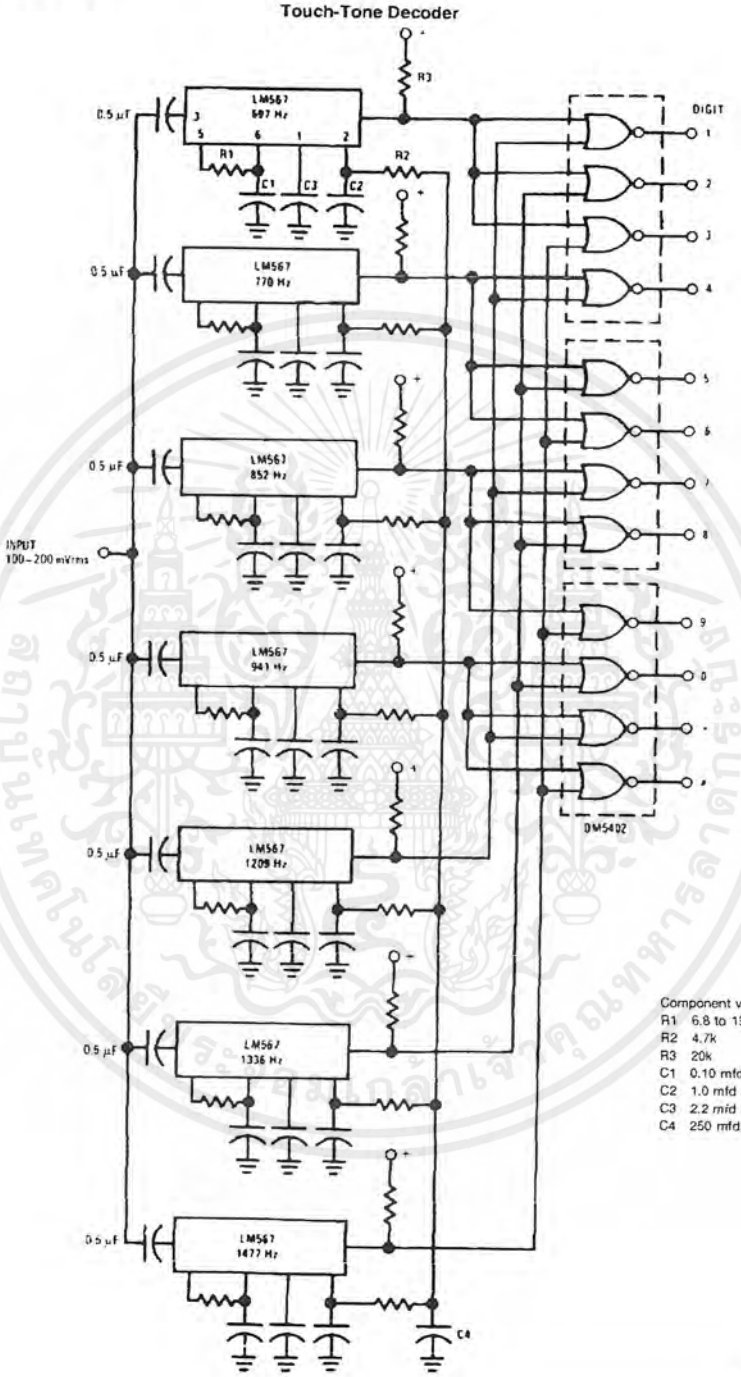


TL/H/6975–4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Touch-Tone Decoder



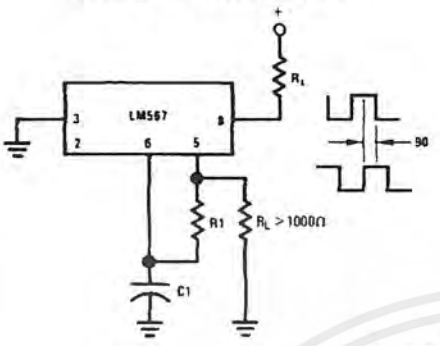
Component values (typ)
R1 6.8 to 15k
R2 4.7k
R3 20k
C1 0.10 mfd
C2 1.0 mfd 6V
C3 2.2 mfd 6V
C4 250 mfd 6V

TL/H/6975–5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

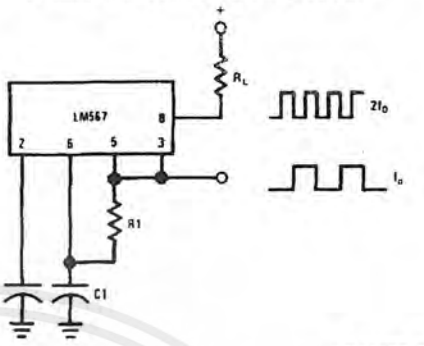
Oscillator with Quadrature Output



TL/H/6975–6

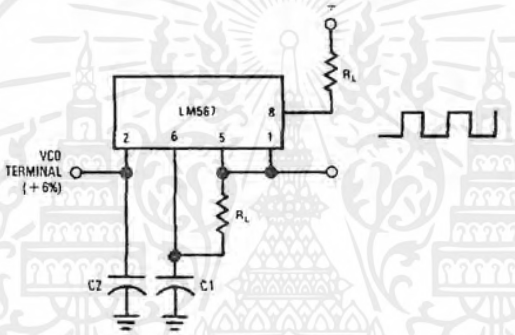
Connect Pin 3 to 2.8V to Invert Output

Oscillator with Double Frequency Output



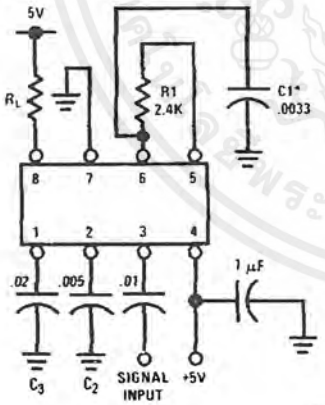
TL/H/6975–7

Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



TL/H/6975–8

AC Test Circuit



TL/H/6975–9

f_i = 100 kHz ± 5V

***Note:** Adjust for f_o = 100 kHz.

Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_o \approx \frac{1}{1.1\ R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_i}{f_o C_2}} \text{ in \% of } f_o$$

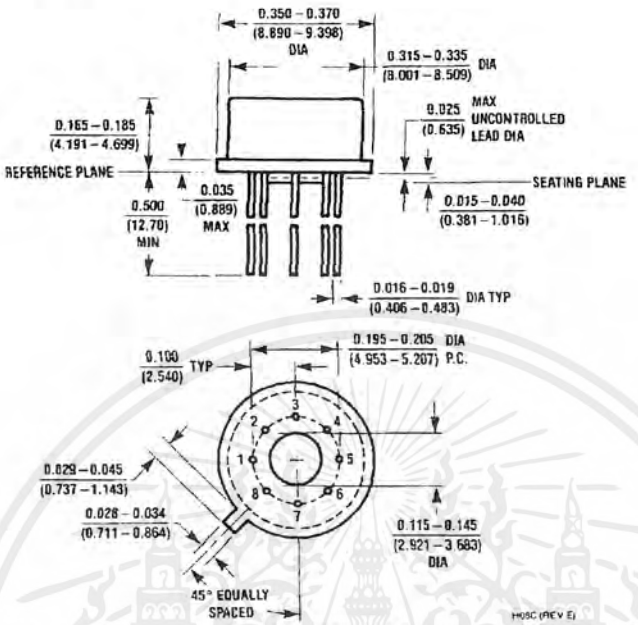
Where:

V_i = Input voltage (volts rms), $V_i \leq 200$ mV

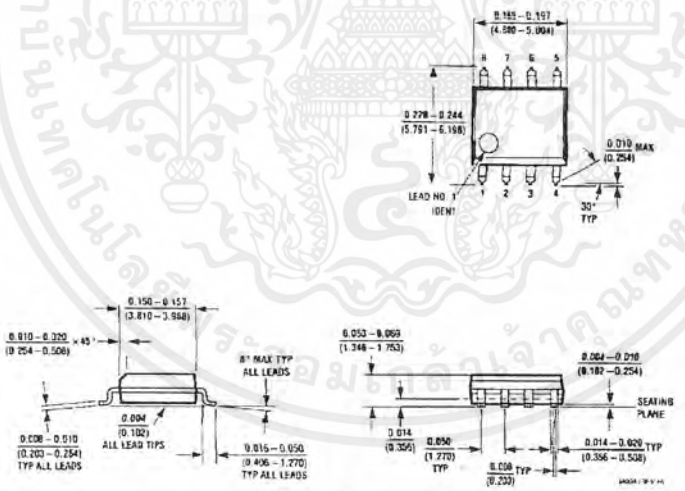
C_2 = Capacitance at Pin 2 (μF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters)



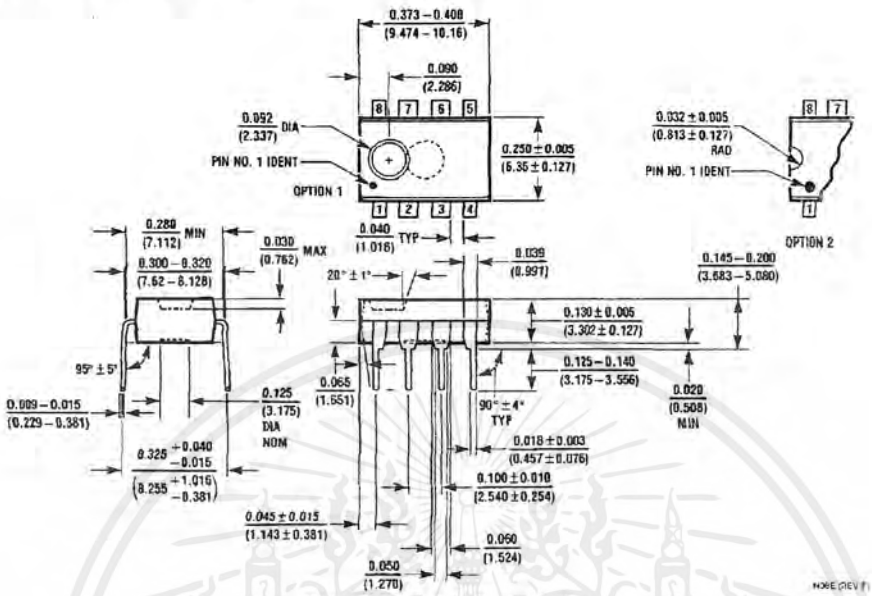
Metal Can Package (H)
Order Number LM567H or LM567CH
NS Package Number H08C



Small Outline Package (M)
Order Number LM567CM
NS Package Number M08A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number LM567CN
NS Package Number N08E

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL *SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:*

1. Life support devices or systems are devices or *systems which, (a) are intended for surgical implant* into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance *with instructions for use provided in the labeling, can* be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life *support device or system whose failure to perform can* be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or *effectiveness.*

National Semiconductor Corporation:
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2408

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้