ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
PC BASE CLOSURE MONITOR

ชื่อนักศึกษา

1. นายทวีศักดิ์	หลงแก้ว	รหัสประจำตัว	38031104
2. นายรุ่จน์	ธรรมโรจน์	รหัสประจำตัว	38031121
3. นางสาวสุภาภรณ์	สุบรรณภาพ	รหัสประจำตัว	38031126
4. นายอาณัติ	ทองมั่น	รหัสประจำตัว	38031130

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
2. อาจารย์วรวิทย์ สมหา
3. อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1.อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	.....
2.อาจารย์วรวิทย์ สมหา	.....
3.อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	.....
4.อาจารย์โกศล ตราชู	.....
5.อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	.....

วันเดือนปีที่สอบ วันที่ 1 เมษายน 2540 เวลา 13.00 ถึง 14.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 2 เดือน เมษายน พ.ศ. 2540

- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

PC BASE CLOSURE MONITOR

A021615

นายทวีศักดิ์ หลงแก้ว

นายรุจน์ ธรรมโรจน์

นางสาวสุภาภรณ์ สุบรรณภาพ

นายอาณัติ ทองมั่น

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....1840

วัน เดือน ปี.....23 พค 2540

021615

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
PC BASE CLOSURE MONITOR

ผู้จัดทำ

1. นายทวีศักดิ์ หลงแก้ว
2. นายรุจน์ ธรรมโรจน์
3. นางสาวสุภาภรณ์ สุบรรณภาพ
4. นายอาณัติ ทองมั่น

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....
(อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

ลงนาม.....
(อาจารย์วรวิทย์ สมหา)

ลงนาม.....
(อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ลงนาม.....
(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
PC BASE CLOSURE MONITOR

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการและวิธีการของการตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิล
2. เพื่อศึกษาการเข้ารหัสสัญญาณส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์และการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
3. เพื่อออกแบบเครื่องต้นแบบของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
4. เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
5. เพื่อใช้ในงานตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อของสายเคเบิล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. อธิบายหลักการและวิธีการของการตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลได้
2. อธิบายการเข้ารหัสสัญญาณส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์และการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ได้
3. ได้ต้นแบบของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
4. ได้เครื่องต้นแบบของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
5. สามารถใช้ในงานตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อของสายเคเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

นายทวีศักดิ์ หลงแก้ว
นายรุจน์ ธรรมโรจน์
นางสาวสุภาภรณ์ สุบรรณภาพ
นายอาณัติ ทองมั่น

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์วรวิทย์ สมหา
อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งนำสัญญาณความถี่สัญญาณความถี่คู่ ที่ได้จากการกดปุ่มโทรศัพท์ จากวงจรโทรศัพท์มาใช้เป็นสัญญาณควบคุมการทำงานของระบบ โดยนำไมโครคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้งาน โดยใช้ภาษาซีเป็นโปรแกรมควบคุมขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น ผู้ใช้งานเกิดความสะดวกสบายในการใช้ชุดตรวจสอบนี้ โดยสามารถนำชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นี้ไปใช้ในระบบการตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลของชุมสายโทรศัพท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PC BASE CLOSURE MONITOR

MR.TAWEESAK HLONGKAEW
MR.RUT THAMMAROT
MISS SUPARPHON SUBUNNAPAP
MR.ANUT TONGMUN

ADVISORS

MR.PEERAWUT SUWANJAN
MR.WORAWIT SOMHA
MR.WISUIT ATIPORNTUM

1996

ABSTRACT

This thesis presents the PC Base Closure Monitor. The control system of PC base closure monitor is taken by DTMF signal from telephones. Using the C Language of microcomputers controls the stages of operation. It serves high efficiency and comfortable to use on its monitor, and exchange office's monitors.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากการให้ความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ทั้ง 3 ท่าน คือ อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ ที่ได้สละเวลาให้ข้อคิด และแนวทางการจัดทำ พร้อมทั้งตรวจปริญญานิพนธ์ อาจารย์วรวิทย์ สมหา ให้ความอนุเคราะห์เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้จัดทำปริญญานิพนธ์ และให้คำปรึกษาแนวทางการเขียนโปรแกรมภาษาซี อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม ผู้ให้คำแนะนำ และความร่มเย็นแก่นักศึกษาเสมอมา อาจารย์ปิยะ ศุภราสุวัฒน์ ผู้ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน จนปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมทั้งศูนย์พัฒนาและวิจัยอุปกรณ์ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ตลอดจนเพื่อนนักศึกษาทุกคน ที่ให้ความร่วมมือด้านข้อมูลและกำลังใจ และที่สำคัญที่สุดคือ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 วิศวกรรมข่ายสายโทรศัพท์ตอนนอก	3
2.1.1 การจำแนกประเภทสายตอนนอก	3
2.1.2 ความต้องการของงานทางด้านการออกแบบวางสายตอนนอก	6
2.1.3 การพัฒนางานทางด้านข่ายสายโทรศัพท์ตอนนอก	8
2.2 ชนิดของสายเคเบิลและการใช้งาน	9
2.3 ระบบการจ่ายสายใต้ดิน	10
2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)	13
2.4.1 การเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่	13
2.4.2 การถอดรหัสรหัสสัญญาณความถี่คู่	14
2.5 ความรู้ทางคอมพิวเตอร์	16
2.6 หลักการทำงานชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	20
บทที่ 3 การออกแบบการสร้างและการทำงาน	21
3.1 การออกแบบ	21
3.1.1 วงจรทางด้านส่ง	22
3.1.2 วงจรส่วนที่อยู่กับหัวต่อสายเคเบิล	26
3.2 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3 การทำงานของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	31
3.3.1 การตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลกรณีอัตโนมัติ	31
3.3.2 การตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลกรณีที่เลือกหัวต่อเรียงลำดับกัน	31
3.3.3 การตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลกรณีที่ต้องการตรวจสอบเฉพาะหัวต่อ	32
3.3.4 การแสดงข้อมูลที่บันทึกไว้	32
3.3.5 การพิมพ์ข้อมูลที่บันทึกไว้ออกทางเครื่องพิมพ์	32
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	33
4.1 กล่าวนำ	33
4.1.1 วงจรอินเตอร์เฟส	33
4.1.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF Decoder)	38
4.1.3 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่ (ทางด้านส่ง)	40
4.1.4 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบ (ทางด้านรับ)	41
4.1.5 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ 4 บิต	43
4.2 การทดลองชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	45
4.2.1 การทดลองหาค่าความผิดพลาดของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	47
4.2.2 การทดลองการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	48
4.3 สรุป	55
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา	56
5.1 สรุป	56
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงงาน	56
5.3 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5.4 แนวทางการพัฒนาโครงงาน	58
ภาคผนวก ก รูปต้นแบบชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	59
ภาคผนวก ข ผังการทำงานและโปรแกรมการทำงาน	63
ภาคผนวก ค วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์ของชุดตรวจสอบนำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	115
ภาคผนวก ง รายละเอียดอุปกรณ์ของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	123
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	127
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดข้อมูลและคุณสมบัติของอุปกรณ์	140
ประวัติผู้แต่ง	153
บรรณานุกรม	157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ชนิดของสายเคเบิล, ส่วนประกอบ และสถานที่ใช้งาน	9
ตารางที่ 2.2 ความหมายของสัญญาณต่างๆ	18
ตารางที่ 2.3 หมายเลขของแอดเดรสของอุปกรณ์ต่างๆ	19
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรอินเตอร์เฟส	37
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	39
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากรหัสฐานสอง	41
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองวงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบ	42
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต	44
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองหาค่าความผิดพลาด ที่ระยะ 3 กิโลเมตร	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการวางสายเคเบิลผู้เช่าสาย	4
รูปที่ 2.2 ระบบการวางสาย UG-P	11
รูปที่ 2.3 ระบบการวางสาย UG-H	12
รูปที่ 2.4 ระบบการวางสาย UG-B	12
รูปที่ 2.5 ปุ่ม DTMF ที่ใช้สร้างความถี่	13
รูปที่ 2.6 วงจรเข้ารหัสภายในตัวไอซี TCM5087	14
รูปที่ 2.7 รายละเอียดของไอซี MT8870	15
รูปที่ 2.8 วงจรภายในของไอซี MT8870	15
รูปที่ 2.9 ตำแหน่งขาของสล็อตที่ใช้งาน	17
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	21
รูปที่ 3.2 วงจรอินเตอร์เฟส	23
รูปที่ 3.3 การตั้งดิพสวิตช์ในการเลือกตำแหน่งที่ 280H - 283H	24
รูปที่ 3.4 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากรหัสฐานสอง	25
รูปที่ 3.5 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ที่ด้านส่ง	25
รูปที่ 3.6 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ที่หัวต่อ	26
รูปที่ 3.7 วงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต	27
รูปที่ 3.8 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบ	28
รูปที่ 3.9 โครงสร้างของซอฟต์แวร์	30
รูปที่ 4.1 วงจรอินเตอร์เฟส	34
รูปที่ 4.2 การตั้งดิพสวิตช์ในการเลือกตำแหน่งที่ 280H - 283H	34
รูปที่ 4.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	38
รูปที่ 4.4 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากรหัสฐานสอง	40
รูปที่ 4.5 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบทางด้านรับ	42
รูปที่ 4.6 วงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 4.7 การติดตั้งดิพสวิตช์ที่หัวต่อ	45
รูปที่ 4.8 การตั้งวันที่และเวลาที่ตรวจสอบ	48
รูปที่ 4.9 กรณีที่ตั้งค่าวันที่ไม่ถูกต้อง	48
รูปที่ 4.10 กรณีที่ตั้งค่าเวลาไม่ถูกต้อง	49
รูปที่ 4.11 การป้อนจำนวนหัวต่อที่ต่อไว้ในระบบ	49
รูปที่ 4.12 การป้อนค่าหัวต่อที่ไม่ถูกต้อง	50
รูปที่ 4.13 การแสดงผลการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ	50
รูปที่ 4.14 หน้าจอขณะยกเลิกการตรวจสอบ	51
รูปที่ 4.15 การเลือกตรวจสอบแบบเป็นช่วง	51
รูปที่ 4.16 การป้อนข้อมูลของหัวต่อจากมากไปหาน้อย	52
รูปที่ 4.17 การป้อนข้อมูลของหัวต่อที่ไม่ถูกต้อง	52
รูปที่ 4.18 การตรวจสอบแบบเจาะจงหัวต่อ	53
รูปที่ 4.19 การป้อนค่าของหัวต่อที่ผิดพลาด	53
รูปที่ 4.20 การแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์	54
รูปที่ 4.21 การพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันเป็นยุคแห่งการเฟื่องฟูของการสื่อสาร หรือเรียกได้ว่าเป็นยุคแห่งสังคมข่าวสารก็ว่าได้ ซึ่งเรื่องราวของการพัฒนาระบบการสื่อสารในปัจจุบัน ได้พัฒนากันไปอย่างไม่หยุดยั้ง ทั้งนี้เพื่อสนองตอบความต้องการของการใช้บริการการติดต่อสื่อสาร ของประชากรที่นับวันยิ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งแน่นอนว่า การใช้งานช่องทางการติดต่อสื่อสารต้องเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จึงได้มีการพัฒนาระบบการสื่อสารต่างๆ ขึ้นมามากมาย ไม่ว่าจะเป็นระบบดาวเทียม หรือเส้นใยแสง แต่อย่างไรก็ตามการสื่อสารโดยระบบโทรศัพท์แบบเก่าที่ใช้สายเคเบิลโลหะเป็นตัวส่งสัญญาณ ก็ยังคงมีความสำคัญอย่างมาก และไม่อาจละเลย หรือปล่อยให้ขาดการดูแลและซ่อมบำรุงไปได้ เพราะหากมีการเกิดความเสียหายขึ้นกับระบบการนี้แล้ว จะทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบการสื่อสารอย่างมาก และอีกปัญหาหนึ่ง อาจเกิดขึ้นกับระบบสื่อสารโทรศัพท์ คือ การเสียหายของสายเคเบิล ระหว่างชุมสาย กับเครื่องรับโทรศัพท์ หรือกับชุมสายด้วยกันเอง สาเหตุเกิดจาก การชำรุดของสายเคเบิลเอง หรือการชำรุดของหัวต่อสายเคเบิล ทำให้น้ำเข้าไปภายในหัวต่อ หากซ่อมบำรุงไม่ทันเวลา อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบและยังเกิดความสิ้นเปลืองทั้งเวลา และค่าใช้จ่ายในการค้นหา และเปลี่ยนหัวต่อสายเคเบิลใหม่

โครงงานชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อนี้จึงเกิดขึ้น เพื่อช่วยเหลือให้ความสะดวกในการตรวจสอบหาจุดรั่ว หรือตำแหน่งที่เกิดการชำรุดเสียหายของระบบ เพื่อช่วยให้เกิดความประหยัดทั้งเวลา และค่าใช้จ่ายมากขึ้นกว่าเดิม และยังง่ายต่อการใช้งาน โดยการควบคุมการตรวจสอบโดยไมโครคอมพิวเตอร์

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังต่อไปนี้

1. แสดงผล และควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
2. ตรวจสอบสภาพของหัวต่อสายเคเบิลได้ 5 หัวต่อ
3. สามารถพัฒนา โดยเพิ่มจำนวนหัวต่อสายเคเบิลที่ต้องการตรวจสอบได้ 999 หัวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถเลือกตรวจสอบได้ 2 ระบบ คือ การตรวจสอบแบบเจาะจงหัวต่อสายเคเบิลที่ต้องการ และการตรวจสอบแต่ละหัวต่อแบบอัตโนมัติ
5. สามารถบันทึกเวลา และหมายเลขของหัวต่อสายเคเบิลที่ทำการตรวจสอบได้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาในทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ผู้อ่านได้มีความรู้ความเข้าใจที่เป็นพื้นฐานเสียก่อน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจกับวงจรที่ใช้งานจริงต่อไป

บทที่ 3 การออกแบบการสร้างและการทำงาน โดยกล่าวถึงการสร้าง และการออกแบบฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ รวมทั้งหลักการทำงานในส่วนต่างๆ ซึ่งจะทำให้ผู้อ่านมีความเข้าใจการทำงานโดยรวมของโครงงานนี้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงขั้นตอนการทดลอง และการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของโครงงานนี้ เพื่อที่จะตรวจสอบว่าโครงงานนี้สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ หรือไม่

บทที่ 5 บทสรุปปัญหาแนวทางแก้ไขและพัฒนา เป็นการสรุปผลการทำงาน และได้เสนอแนะแนวทางในการแก้ไข และแนวทางในการพัฒนา ให้มีประสิทธิภาพ และการใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

ในภาคผนวกแสดงรายละเอียดของโปรแกรม และรายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้จัดทำโครงงานดังนี้

ภาคผนวก ก รูปต้นแบบ
ภาคผนวก ข ผังการทำงาน และโปรแกรมการทำงาน
ภาคผนวก ค วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์
ภาคผนวก ง รายละเอียดอุปกรณ์
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดข้อมูล และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 วิศวกรรมข่ายสายโทรศัพท์ตอนนอก

ในข่ายงานโทรศัพท์หรือโทรเลขอุปกรณ์ที่ใช้ในทางสื่อสารของผู้ใช้ทั้งหมดจะถูกเชื่อมโยงเข้าที่ทางชุมสายโดยสายเคเบิล ฉะนั้นผู้ใช้บริการทั้งหมดจะสามารถติดต่อถึงกันได้ตามความต้องการ

นอกจากนี้ ชุมสายที่ตั้งอยู่ในสถานที่ต่างๆ ก็จะถูกต่อเชื่อมโยงถึงกัน โดยสายเคเบิลเพื่อต้องการให้ผู้ใช้บริการสามารถติดต่อ หรือส่งข่าวสารข้อมูลต่างๆ ถึงกันได้

วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้เป็นตัวนำรวมทั้งสิ่งป้องกัน และรองรับ เรียกว่า Outside Plant

2.1.1 การจำแนกประเภทสายตอนนอก

1. จำแนกโดยข่ายสาย (Network)

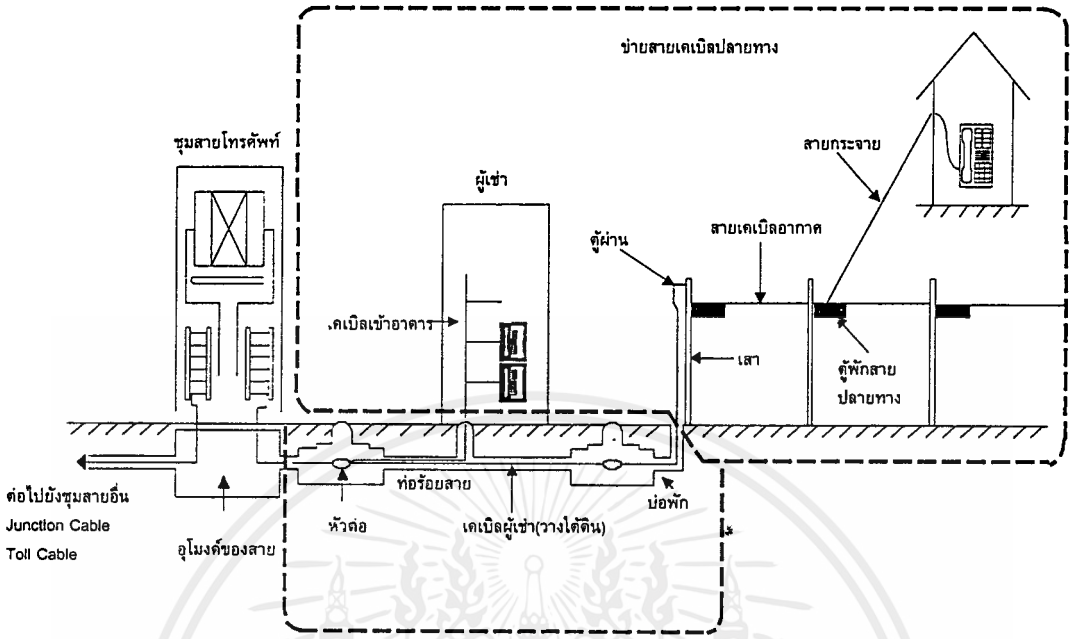
(ก) สาย Subscriber Line

Subscriber Line เป็นสายตอนนอกที่ต่อให้ผู้ใช้บริการ โทรศัพท์สาธารณะ ตู้สาขา ไปต่อเข้าที่ชุมสายโทรศัพท์กลาง สายเคเบิลที่ใช้งานดังกล่าว เรียกเป็น Subscriber Cable และสายดังกล่าวแยกออกเป็นสองตอน ตอนที่หนึ่งเรียกเป็นสายเคเบิลต้นทาง (Feeder Cable) ส่วนตอนที่สองเรียกเป็นสายเคเบิลปลายทาง (Distribution Cable)

สายเคเบิลต้นทางเป็นส่วนของสายที่วางมาจากชุมสายจนกระทั่งถึงจุดที่แยกสายเพื่อที่จะดึงคู่สายไปจ่ายให้ผู้เช่า และส่วนที่สายเคเบิล ที่ถูกดึงคู่สายไปจ่ายให้ผู้เช่าเรียกว่า สายเคเบิลปลายทาง ดูรูปที่ 1 จุดแยกระหว่างสายเคเบิลต้นทางกับสายเคเบิลปลายทาง สามารถแยกที่บ่อพัก หรือตู้ผ่านก็ได้ แล้วแต่การออกแบบขึ้นอยู่กับความสะดวก, ความประหยัด และสภาพของพื้นที่นั้นๆ สายที่ใช้เป็นเคเบิลปลายทางนั้นเป็นสาย CCP (Color Code PE Insulated) ส่วนตู้ผ่าน (Cross-Connection Cabinet) จะใช้ติดตั้งที่จุดที่ต้องการให้ข่ายเป็นอิสระซึ่งกัน และกัน

สายเคเบิลปลายทาง เป็นส่วนที่สายจะถูกติดตั้งตู้พักสาย (Terminal Box) เพื่อเป็นจุดที่ใช้ต่อสายกระจาย (Drop Wire) ไปยังเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการวางสายเคเบิลผู้เช่าสาย

(ข) Trunk Cable Plant

Trunk Cable ก็เป็นสายอีกประเภทหนึ่งที่ใช้ต่อโยงให้ชุมสายต่างๆ ติดต่อถึงกันได้ หรือเรียกสาย Trunk Cable เป็นอีกชื่อหนึ่ง คือ " Inter Office Junction Cable " หรือ Toll Cable

(ค) Toll Line Plant

เป็นงานวางสายที่ต่อระหว่าง Toll Office เข้าด้วยกัน ซึ่งตามธรรมดาแล้วจะใช้สาย Coaxial Cable Toll PEF Insulated Cable หรือ Optical Fiber Cable

2.จำแนกโดยวิธีการวางสาย

(ก) งานวางสายเคเบิลอากาศ (Over Head Line Plant)

สายส่งที่วางเหนือพื้นดินนั้นตามธรรมดาแล้วมักจะถูกรบกวนจากการกระทำของมนุษย์ หรือสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งส่วนมากแล้วสายที่วางบนพื้นดินจะเป็นสายพวก Subscriber เพราะว่าการวางสายแบบนี้จะประหยัดเมื่อเทียบกับการวางสายใต้ดิน

งานวางสายใต้ดินจะประกอบด้วยสายเคเบิลประเภทต่างๆ ส่วนรองรับที่มีเป็นเสา สายโยง (Guy), สายสะพาน (Messenger Wire) และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้แขวนสาย งานในการแขวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายดังกล่าวนี้จะต้องก่อสร้าง และติดตั้งให้มีความมั่นคงแข็งแรง เพื่อให้อายุการใช้งานของสายตอนนอกยาวนาน

(ข) งานวางสายใต้ดิน

งานวางสายใต้ดินซึ่งโดยทั่วๆ ไปแล้วจะถูกฝังลึกลงไปใต้ดินมากกว่า 1 เมตร เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนจากธรรมชาติ หรือจากการกระทำของมนุษย์ ส่วนราคาค่าก่อสร้างนั้นจะแพงกว่าการวางสายเหนือพื้นดินหลายเท่า สายส่งที่วางใต้ดินนั้นส่วนมากจะเป็นสาย Toll Cable สายทางไกล และสายเคเบิลต้นทาง สายที่วางใต้ดินจะวางฝังโดยตรง (Direct Buried Cable) หรือวางในท่อร้อยสายก็ได้ขึ้นอยู่กับสภาพของถนน ความหนาแน่นยวดยานบนถนน หรือความจำเป็นอื่นๆ ซึ่งจะนำมาใช้ประกอบการพิจารณาว่าแบบไหนจึงเป็นการเหมาะสมและประหยัด สายเคเบิลปลายทางถ้ามีความจำเป็นก็จะออกแบบวางเป็นสายใต้ดินก็ได้ ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ในเมืองใหญ่ก็มีแนวโน้มที่จะวางสายเคเบิลปลายทางเป็นสายใต้ดินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

(ค) การวางสายเคเบิลใต้น้ำ

สายที่วางใต้ทะเลสาบ หรือในแม่น้ำกว้างๆ เรียกว่า Underwater Cable ส่วนสายที่วางใต้ท้องทะเลเรียกว่า Submarine Cable สายดังกล่าวทั้งสองนั้นจะมีโครงสร้างเป็นพิเศษ ส่วนมากจะเป็นสายที่มีเกราะหุ้ม (Armored Cable)

3. แบ่งตามระบบการส่ง

(ก) การส่งในระบบเสียง (Voice System)

ปกติแล้วเสียงของคนเราที่พูดสนทนาทางโทรศัพท์นั้น ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องส่งความถี่ดังกล่าวทั้งหมด ความถี่ในช่วง 300-3,400 Hz ที่ใช้ในการพูดคุยโทรศัพท์นั้นก็สามารถที่จะฟังชัดเจนได้ดี ส่วนสายส่งที่ใช้ในระบบนี้ก็ คือ สาย Open Wire Non-Loaded Cable และ Loaded Cable การส่งสัญญาณในระบบความถี่เสียงนี้ใช้ส่งสำหรับในส่วนท้องถิ่น ในระยะทางไกลๆ และในระยะทางไม่ไกลนัก

(ข) ในระบบคลื่นพาหะ (Carrier System)

การส่งในระบบคลื่นพาหะนี้ใช้ความถี่เสียงเข้าไปผสมกับความถกี่คลื่นพาหะ และจัดให้แถบความถี่กว้างขึ้น เพื่อที่จะได้ส่ง และรับพร้อมๆ กันหลายช่องสัญญาณในหนึ่งคู่สาย และทางด้านรับนั้นจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับแยกเอาสัญญาณความถี่คลื่นพาหะออก ให้เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ความถี่เสียง การส่งในระบบคลื่นพาหะนั้นมีหลายระบบด้วยกัน ขึ้นอยู่กับระบบของเครื่องและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ

การส่งในระบบคลื่นพาหะ เหมาะกับการส่งในระยะทางไกลๆ และจำนวนผู้ใช้มีมาก

2.1.2 ความต้องการของงานทางด้านการออกแบบวางสายตอนนอก

งานทางด้านออกแบบวางสายตอนนอกนั้น จะต้องมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเพียงพอ เพื่อที่จะให้การติดต่อสื่อสารมีคุณภาพดี ปราศจากสิ่งรบกวนต่างๆ

ฉะนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งจะต้องมีความมั่นคงแข็งแรง และป้องกันอันตรายต่างๆ จากภัยธรรมชาติการกระทำของมนุษย์ ฯลฯ และงานต่างๆ ดังกล่าวนี้จะต้องกระทำโดยประหยัด ดังนั้นจึงต้องพิจารณาทุกๆ ขั้นตอนของแนวทางด้านวิศวกรรมการออกแบบ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนถึงงานด้านบำรุงรักษา ซึ่งจะได้กล่าวเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. ค่าความต้านทานของฉนวน

ตัวค่าของฉนวนที่หุ้มสาย หรืออุปกรณ์ต่างๆ ไม่ดีก็จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน เสียงรบกวนจากภายนอก และเสียงรบกวนภายในคู่สาย หรือวงจรใกล้เคียง ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้เป็นฉนวนจะต้องมีคุณภาพดี

2. ความคงทนของค่าสภาพความเป็นตัวนำ

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งจะต้องมีความคงทน และป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ และชีวิตของมนุษย์ และในสายส่งนั้นจะถูกป้อนแรงไฟเข้าไปด้วย เพื่อที่ไปเลี้ยงสถานีทวนสัญญาณระหว่างเส้นทางที่สายเดินผ่านไป ดังนั้นค่าฉนวนที่หุ้มตัวนำจะมีคุณภาพสูง เพื่อป้องกันไม่ให้อันตรายเกิดขึ้นกับสายส่งได้

3. การสูญเสียพลังงานและค่าความต้านทานของสายส่งจะต้องอยู่ภายในค่าที่กำหนด

การจะให้พลังงานที่สูญเสียลดน้อยลงนั้นขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง และชนิดของสายเคเบิลที่ใช้วาง พร้อมทั้งการกำหนดแผนงานที่จะดำเนินการด้วย

เช่น ระยะทางไกลสุดของสายเคเบิลแต่ละขนาดที่วางในเมืองกำหนดค่าของสายให้ Loss ไม่เกิน 7dB เส้นผ่าศูนย์กลางของลวดตัวนำ ขนาด 0.32 มิลลิเมตร สามารถวางได้ไกล 2.5 กิโลเมตร แต่ค่า อิมพีแดนซ์ ของขนาด 0.32 มิลลิเมตร จะไม่เหมาะสม กับเครื่องโทรศัพท์แบบ 600 ดังนั้นจึงจำกัดแค่ 1 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การสมดุลทางไฟฟ้า

ทางทฤษฎีนั้นถ้าสามารถทำให้เกิดความสมดุลทางไฟฟ้าแล้ว Cross-Talk ก็จะไม่เกิดขึ้น ในการลด Cross-Talk สำหรับสายเคเบิลนั้นก็ คือ คู่สายจะตีเกลียวกันไปตลอดความยาวของสายเคเบิล ส่วนสาย Open Wire นั้นจะทำการไขว้สาย (Transposition)

ถ้าเป็นสายส่งที่มีความถี่สูงก็จะต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษในเรื่องของการสมดุลทางไฟฟ้า ซึ่งก็จะต้องมีการทำ Test Splice เพื่อให้ Cross-Talk ที่เกิดขึ้นนั้นมีลดน้อยลง

5. ค่าอิมพีแดนท์ของสายส่งจะต้องเท่ากันตลอด

ถ้าค่าอิมพีแดนท์ในสายส่งแต่ละช่วงไม่เท่ากันแล้วก็จะทำให้คุณภาพของสายส่งเลวลง ซึ่งก็จะมีเสียงรบกวนเกิดขึ้น ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ

ถ้าสายส่งที่ใส่ Loading Coil มีระยะห่างระหว่าง Loading มากเกินมาตรฐานก็จะทำให้เกิด Echo และ Singing ขึ้น ในระบบสายส่งเคเบิลแกนร่วม ถ้าค่าอิมพีแดนท์ไม่สม่ำเสมอก็จะทำให้เกิดการสะท้อนกลับของสัญญาณ ซึ่งจะทำให้คุณภาพของสายเลวลง

6.ความคงทนแข็งแรง

วิศวกรรมการวางข่ายสายตอนนอกจะต้องคำนึงถึงสิ่งรบกวนต่างๆ ที่เกิดจากภัยธรรมชาติ และภัยจากมนุษย์ ดังนั้นวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้จะต้องมีคุณภาพดี และขั้นตอนในการออกแบบนั้น ก็จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของวัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งด้วย

7. การวางสายจะต้องปลอดภัยจากอันตรายและสิ่งรบกวน

เมื่อสายเคเบิลวางใกล้กับสายไฟแรงสูง หรือรถไฟฟ้า ซึ่งจะได้รับอันตรายจากสายไฟแรงสูง และเสียงรบกวนต่างๆ เกิดขึ้น ถ้าสายเคเบิลไปแตะกับสายไฟปรงสูงก็จะเกิดอันตรายแก่ผู้ใช้โทรศัพท์ และทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เกิดความเสียหาย ดังนั้นการติดตั้งสาย ควรจะวางให้ห่างจากสายไฟแรงสูง หรือถ้าไม่มีทางหลีกเลี่ยงได้ก็จะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายดังกล่าว

8. การติดตั้งวางสายจะต้องสะดวกต่อการบำรุงรักษาสาย

การเลือกเส้นทาง และการติดตั้งอุปกรณ์ของงานทางข่ายสายตอนนอกจะต้องคำนึงถึงความสะดวกต่อการบำรุงรักษาเมื่อสาย และอุปกรณ์เกิดการเสียหายขึ้น

ตามที่ได้กล่าวมาแล้ววัสดุอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องเลือกให้เหมาะกับงาน และความสำคัญของสายที่วางซึ่งมีควดามแตกต่างกัน เช่น การวางสาย Carrier, สาย Optical Fiber ซึ่งจะต้องให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพื่อความมั่นคง และคุณภาพของสาย ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ก็จะต้องเลือกเพื่อความเหมาะสม และประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การพัฒนางานทางด้านข่ายสายโทรศัพท์ตอนนอก

ในระยะเริ่มแรกของการวางสายเพื่อการติดต่อสื่อสารนั้นใช้สาย Open Wire ต่อมาความเจริญของบ้านเมืองมีมากขึ้น ความต้องการใช้โทรศัพท์ก็มากขึ้น ดังนั้นสาย Open Wire ที่วางอยู่เดิมก็ต้องรื้อออก โดยเอาสายเคเบิลมาแทน เพราะเหตุว่าสาย Open Wire นั้นไม่เหมาะสมที่จะใช้เมื่อมีจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์มาก เพราะต้องการเนื้อที่ติดตั้งมาก ไม่สวยงาม และยังได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศ และสิ่งรบกวนอื่นๆ อีกมากมาย

สายเคเบิลที่จะใช้วางในสถานที่ซึ่งมีผู้ใช้โทรศัพท์มาก เพราะใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อยสวยงามไม่เกะกะ แต่สายเคเบิลนั้นมีการสูญเสียพลังงานภายในสายมาก เพราะลวดตัวนำมีขนาดเล็กจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้วางในระยะทางไกลๆ ต่อมาได้ทีการพัฒนาสาย Loaded เคเบิลขึ้นมาเพื่อที่จะลดพลังงานที่สูญเสียภายในสายให้น้อยลง แต่สายพวก Loaded นั้น ก็มีผลเสียตามมาเช่น ความเร็วของสัญญาณที่ส่งไปจะช้าลง ไม่สามารถที่จะส่งความถี่สูงๆ ได้ เนื่องจาก Cut-Off Frequency และค่า อิมพีแดนซ์ ในสายจะไม่คงที่ ซึ่งจะมีปัญหาตามมา เช่น เกิด Singing, Echo และ Time Delay

ต่อมาจึงได้พัฒนาเทคนิคการส่งระบบ Carrier เพื่อที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ และระบบนี้จะดีกว่า และประหยัดกว่าในการส่งระยะทางไกล ความก้าวหน้าในการพัฒนาเทคนิคการส่งความถี่สูงๆ นั้น ก็เพื่อที่ต้องการจำนวนช่องสัญญาณส่งให้ได้หลายๆ ช่อง สัญญาณที่ส่งเข้าไปใน 1 คู่สายของเคเบิล ในระยะเริ่มแรกนั้นในระบบ Carrier นั้น ส่งได้ 6 ช่องสัญญาณใน 1 คู่สาย ต่อมาก็ได้พัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆ จนสามารถส่งได้เป็นหลายช่องสัญญาณ แต่สายเคเบิลที่ใช้ส่งในระบบ Carrier นั้นจะมีขีดจำกัดในเรื่อง Cross Talk ในการส่งที่ความถี่สูง

สายเคเบิลแกนร่วมจะไม่เกิด Cross Talk ในการส่งความถี่สูงๆ ปัจจุบันนี้สายเคเบิลแกนร่วมสามารถที่จะส่งได้ 960-10,800 ช่องสัญญาณ

เริ่มแรกของการผลิตสายเคเบิลใช้กระดาษเป็นฉนวนหุ้มลวดตัวนำ และใช้ตะกั่วเป็นเปลือกหุ้มสาย แต่ในปัจจุบนนี้วัสดุพลาสติกเป็นฉนวน และเปลือกหุ้มสาย เพราะวัสดุพลาสติกนั้นมีข้อดีอยู่หลายอย่าง เช่น ป้องกันความชื้น น้ำหนักเบา ทนต่อการสึกกร่อน ทนแรงไฟได้สูง ทนต่อแรงกระแทก และการสั่นสะเทือนได้ดี

สายเคเบิลที่หุ้มด้วยพลาสติกนั้นจะสามารถลดอัตราการเสียหายของสายลงได้อย่างมาก และยังง่ายต่อการติดตั้งวางสาย และง่ายในการบำรุงรักษา ข้อดีต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วนำมาซึ่งการพัฒนาแนวคิดใหม่ๆ ในระบบการจ่ายสาย และในระบบทางวิศวกรรมข่ายสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ชนิดของสายเคเบิลและการใช้งาน

เคเบิลที่ใช้ในกิจการโทรศัพท์มีหลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดนำมาใช้งานในสถานที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของเคเบิลที่นำมาใช้งาน เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพสิ่งแวดล้อมในสถานที่นั้นๆ

ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดของเคเบิลส่วนประกอบ และสถานที่ใช้งาน

เคเบิล	ส่วนประกอบนับจากในมาหานอก	อักษรย่อ	การใช้งาน
Lead	Lead	L	ฝังดิน, วางในท่อ หรือติดผนังอาคาร
Lead Sheath Tape Armour	Lead -Steel Tape - Jute	LTJ	ฝังดิน, วางในราง
Stalpeth	Aluminium - Steel - Polyethylene	ASP	วางในท่อ, ฝังดิน, วางในราง
Double Sheath-Stalpeth	Polyethylene - Aluminium - Steel - Polyethylene	PASP	ฝังดิน
Alpeth	Aluminium - Polyethy.Ene	A. P.	แขวนอากาศแบบใช้สายสะพาน
Alpeth Figure 8	Aluminium - Polyethylene	A. P.(8)	แขวนอากาศแบบมีสายสะพานในตัว
Alpeth Double Sheath	Polyethylene - Aluminium- Plyethylene	PAP	ฝังดิน
Pvc.	Polyvinyl Chloride	PVC	ใช้ภายในอาคาร
Polyethylene Sheath	Polyethylene	P .	แขวนอากาศแบบใช้สายสะพาน
Double Sheath Polyethylene With	Polyethylene - Steel Tape - Polyethylene	PTP	ฝังดิน
Lead Sheath Wire Armour	Lead - Single Or Double Wire Armour	SUB	วางใต้น้ำ
Foam Skin Insulation Alpeth Sheath Fill Cable	โครงสร้างเช่นเดียวกับ AP และมี Compound	AP - FSF	วางในท่อ, วางในราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระบบการจ่ายสายใต้ดิน (UG-System)

การจ่ายสายในระบบการจ่ายสายใต้ดินนั้นแบบแรกใช้สายแบบ Pb-Cable และสาย CCP-Cable ค่าก่อสร้างการวางสายในระยะแรกนั้นมีราคาแพง 5-10 เท่าเมื่อเทียบกับการวางสายเคเบิลอากาศ ปัญหาต่างๆ จะมี 3 เท่า โดยประมาณ ดังนั้นการจ่ายสายในระบบใต้ดินจึงจะจัดทำเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น

อย่างไรก็ตามการวางสายใต้ดินเพื่อต่อไปให้เครื่องรับโทรศัพท์กลายเป็นความจำเป็นขึ้นมาซึ่งจะต้องจัดทำ เนื่องจากผังเมือง และความเจริญก้าวหน้า ได้ขยายตัวมากขึ้นมีอาคารสูงเกิดขึ้นมากมาย และในบางโอกาสก็ไม่สามารถรื้อติดตั้งวางสายเคเบิลอากาศได้เพราะเจ้าของสถานที่ต้องการความสวยงามของพื้นที่ อีกอย่างก็ คือ เครื่องจักรที่ใช้ในการติดตั้งสายเคเบิลอากาศนี้ทำให้เกิดเสียงรบกวน เครื่องจักรมีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมาก ซึ่งบางที่ได้ทำความเสียหายให้กับสิ่งแวดล้อม และผู้อาศัยที่อยู่ในสถานที่ดังกล่าวไม่เต็มใจ หรือ ยินยอมให้ทำการก่อสร้าง

การวางสายเคเบิลใต้ดินมีข้อดีดังนี้ คือ

1. อุปกรณ์ต่างๆ และเคเบิลจะไม่ค่อยได้รับความเสียหายที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ เช่น ใต้ฝุ่น ฟ้าผ่า ฯลฯ
2. จะไม่เกิดการเสียหายจากอุบัติเหตุทางจราจร ไฟไหม้
3. ช่วยให้คนงานที่ทำการก่อสร้าง และบำรุงรักษาได้รับความปลอดภัย
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบวางสายใต้ดินนั้นไม่เป็นอุปสรรคเกะกะต่อสถานที่ ดูแล้วจะทำให้เกิดความสวยงาม

จากข้อดีดังกล่าวระบบการจ่ายสายใต้ดินมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เมื่อคำนึงถึงความเจริญของบ้านเมืองโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองหลวง ซึ่งมีอาคารบ้านเรือนสวยงาม

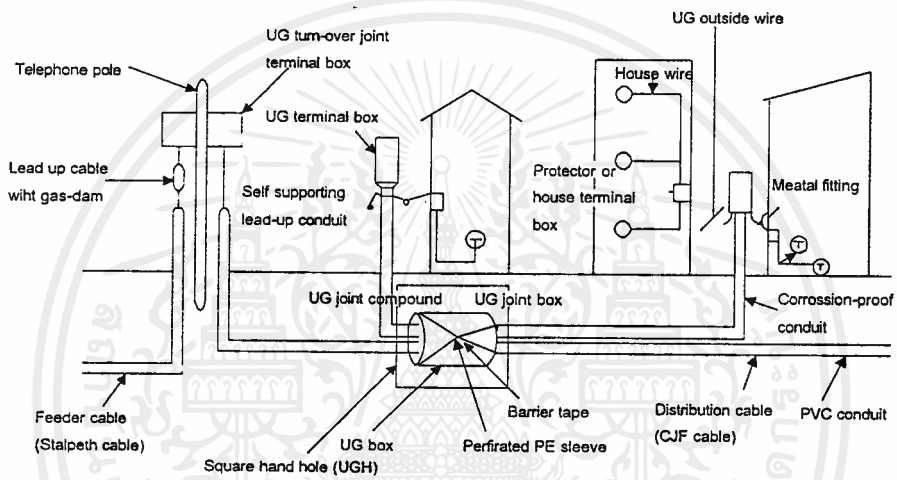
ระบบการจ่ายสายใต้ดินจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1. แบบ UG-P (Under Ground-Pipe System) ใช้จัดทำในพื้นที่ที่มีบาทวิถี
2. แบบ UG-H (Under Ground-Handhole System) ใช้จัดทำในพื้นที่ที่ไม่มีบาทวิถี
3. แบบ UG-B (Under Ground-Buried System) จัดทำในบริเวณที่เป็นอพาทเมนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจ่ายสายทั้งสามแบบดังได้กล่าวมาแล้ว ที่จุดต่อสายใช้สารประกอบประเภท Polyurethane ใส่ไว้เพื่อกันความชื้น และน้ำเข้า สายที่วางนั้นเป็นแบบ CCP-JF Cable

1. ระบบ UG-P ใช้จัดทำบริเวณที่มีบาทวิถีโดยวางท่อร้อยสาย และผู้เช่าบริเวณดังกล่าวไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ระบบ UG-P แสดงดังรูป 2.2 และระบบการจ่ายสายที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันขนาดลวดตัวนำมีขนาดเหมือนกัน



รูปที่ 2.2 ระบบการวางสาย UG-P

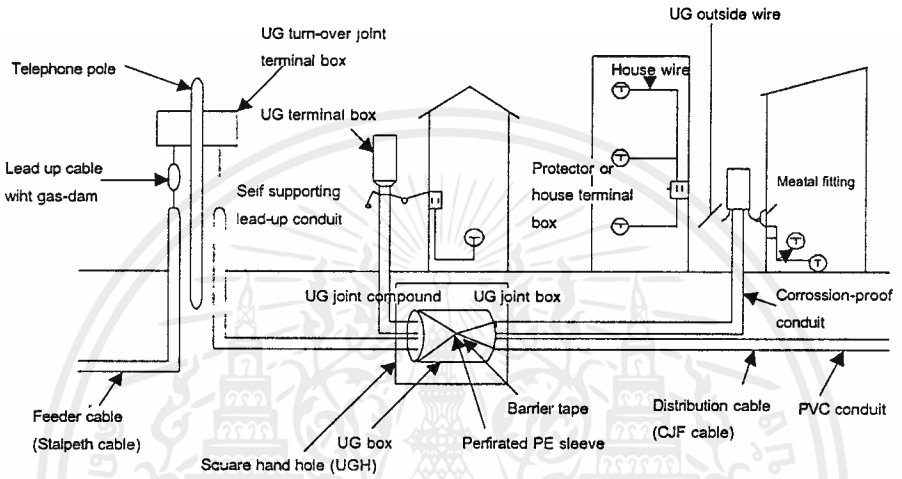
2. ระบบ UG-H ในบริเวณที่ไม่มีบาทวิถีระบบ UG-P ไม่สามารถจัดทำได้ เพราะว่าน้ำหนักรถที่วิ่งไปมา และมีการขุดถนน หรือก่อสร้าง ดังนั้นในระบบ UG-H ที่จุดต่อสายเคเบิลจะถูกป้องกันโดย H.H เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น การจัดทำแสดงในรูป 2.3

3. ระบบ UG-B สิ่งแวดล้อม และจำนวนผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ในชุมชนที่อยู่อาศัยไม่เปลี่ยนแปลงดังนั้นระบบ UG-B จึงถูกจัดทำในบริเวณดังกล่าว และวิธีการติดตั้งวางสายก็ได้พัฒนาขึ้นมา การขุดดินวางสายใช้เครื่องจักรทำงานได้อย่างอิสระ จึงเหมาะที่จะทำการก่อสร้างในชุมชนที่อยู่อาศัยใหม่ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.4

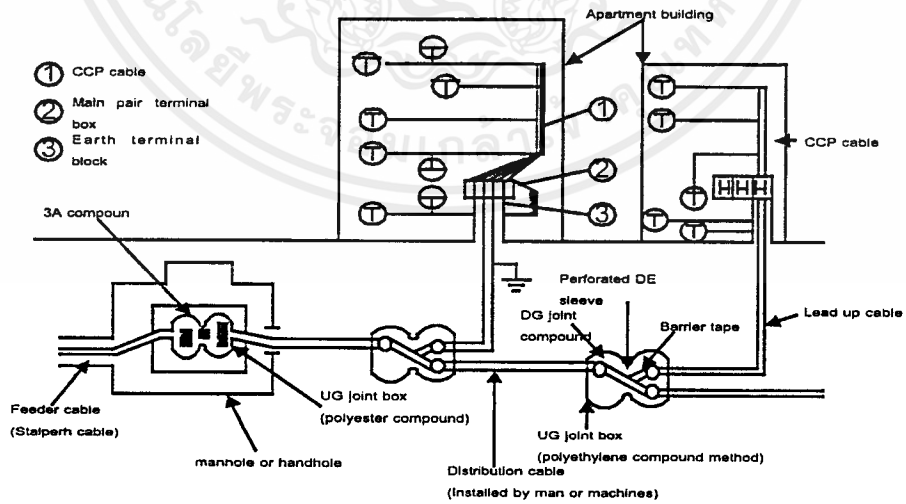
ระบบการจ่ายสาย และการต่อสายเหมือนกับระบบ UG-P สายเคเบิลปลายทางต่อจากสายเมนเคเบิลที่ตู้พักปลายทางทุกจุดเพื่อแยกไปจ่ายให้ทุกๆ อาคารที่ต้องการจำนวนคู่สายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคเบิลปลายทางนั้น จะต้องมีจำนวนคู่สายเพียงพอสำหรับเครื่องรับ ที่จะมีขึ้นในระยะ 15 ปี ของทุกๆ อาคาร ส่วนสายเคเบิลต้นทางนั้น ก็จะต้องมีคู่สายพอที่จะจ่ายให้กับจำนวนโทรศัพท์ ในระยะ 15 ปี เช่นกัน



รูปที่ 2.3 ระบบการวางสาย UG-H

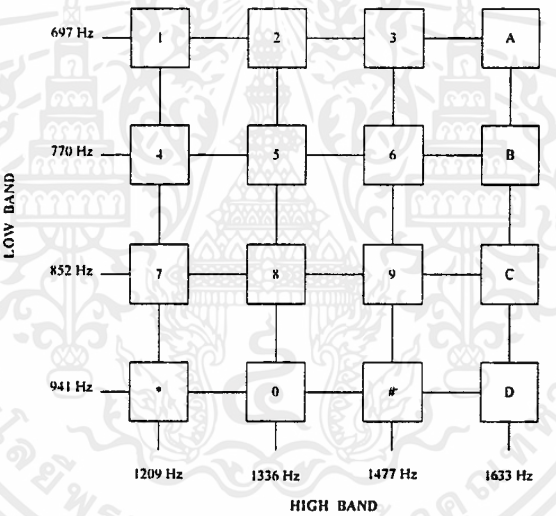


รูปที่ 2.4 ระบบการวางสาย UG-B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสัญญาณความถี่คู่ (DTMF)

DTMF (Dual Tone Modulation Frequency) เป็นสัญญาณการเข้ารหัสความถี่คู่ของหมายเลขโทรศัพท์ หรือที่เรียกว่าโทรศัพท์แบบปุ่มกดเป็นแบบที่กำหนดสัญญาณเสียง 2 โทนเสียง โดยความถี่จะแยกออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มความถี่สูงกับกลุ่มความถี่ต่ำ กลุ่มความถี่ต่ำได้แก่ความถี่ 697 เฮิร์ต, 770 เฮิร์ต, 852 เฮิร์ต และ 941 เฮิร์ต ส่วนกลุ่มความถี่สูงได้แก่ความถี่ 1,209 เฮิร์ต, 1,336 เฮิร์ต, 1,477 เฮิร์ต และ 1,633 เฮิร์ต โดยใช้ระบบคีย์แบบเอกซ์วาย (X-Y Matrix) แบ่งโซนออกเป็นกลุ่มความถี่ทางแนวตั้งกับกลุ่มความถี่ทางแนวนอน โดยให้ความถี่ทางแนวนอนเป็นกลุ่มของความถี่ต่ำ และความถี่ทางแนวตั้งเป็นกลุ่มของความถี่สูง

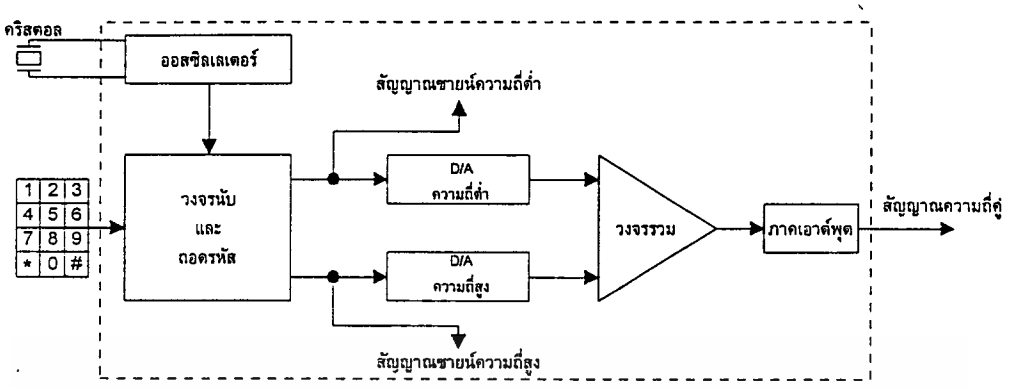


รูปที่ 2.5 ปุ่ม DTMF ที่ใช้สร้างความถี่

2.4.1 การเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่

การเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ จะใช้วงจรรวม (Integrated Circuits : IC) เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่สร้างจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ไอซีเบอร์ TCM5087 โดยมีโครงสร้างภายในดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 วงจรเข้ารหัสภายในตัวไอซี TCM5087

จากรูปที่ 2.6 ส่วนประกอบที่สำคัญของวงจรเข้ารหัสสัญญาณความถี่คู่ ประกอบด้วย

- ออสซิลเลเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดความถี่หลักให้กับวงจรภายในตัวไอซีโดยต่อคริสตรอลเข้ากับขาไอซีเบอร์ TCM5087

- วงจรนับและถอดรหัส จะทำหน้าที่นับความถี่จากออสซิลเลเตอร์ที่ได้จากการกดปุ่ม DTMF จากภายนอกตัวไอซี

- วงจร D/A ความถี่ต่ำ และ D/A ความถี่สูง จะทำหน้าที่เปลี่ยนรหัสสัญญาณดิจิตอลความถี่ต่ำ และรหัสสัญญาณดิจิตอลความถี่สูงเป็นสัญญาณแอนะลอกเพื่อส่งเข้าสู่วงจรรวม

- วงจรรวม จะทำหน้าที่รวมสัญญาณความถี่แอนะลอกที่ด้านสูง และด้านต่ำเข้าด้วยกัน โดยเกิดเป็นความถี่ใหม่ก่อนที่จะส่งออกภาคเอาต์พุต

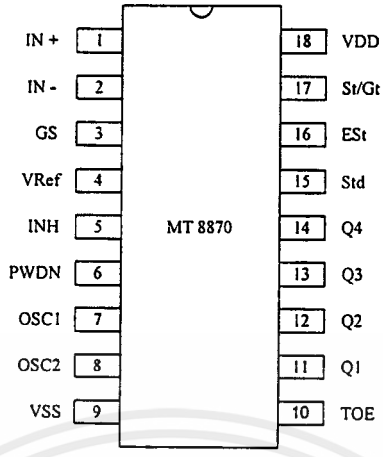
- ภาคเอาต์พุต จะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณจากวงจรรวม ก่อนส่งออกไปภายนอกของตัวไอซี

2.4.2 การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

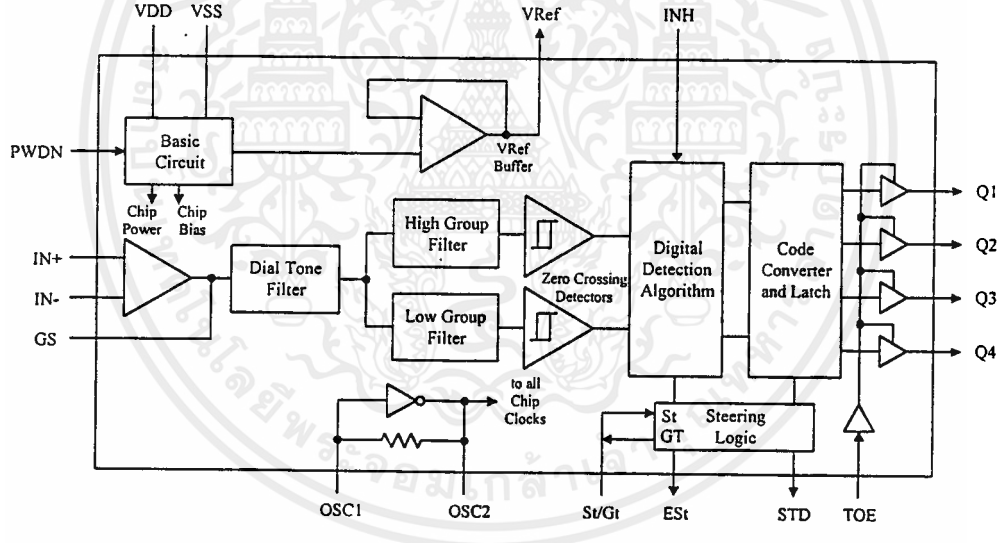
การถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ เป็นกระบวนการแปลงสัญญาณความถี่ ที่เกิดจากการกดปุ่ม DTMF ซึ่งเป็นสัญญาณแอนาลอกให้กับกลายมาเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ที่ใช้ในโครงงานจะเป็น ไอซีเบอร์ MT8870 ซึ่งมีฟังก์ชั่นการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ปพ
ท 229 ช
2539



รูปที่ 2.7 รายละเอียดของไอซี MT8870



รูปที่ 2.8 วงจรภายในของไอซี MT8870

- ภาคกรองความถี่ (Filter section)

ในส่วนนี้จะทำหน้าที่แยกสัญญาณความถี่คู่ ที่เข้ามาจากภายนอกออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ กลุ่มความถี่สูง และกลุ่มความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่ 6 อันดับชนิดสวิตซ์คาปาซิเตอร์แบนด์พาสฟิลเตอร์

- ภาคถอดรหัส (Decoder section)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
1845
021615

ความถี่คู่ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว ผ่านเข้าวงจรถอดรหัสที่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่คู่ หรือไม่ สัญญาณที่ขา ESt (Early Steering) ก็จะแอคตีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่คู่

- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering circuit)

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรจะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้ โดยการต่อตัวต้านทาน และตัวเข้าที่ขา ESt ซึ่งเมื่อขา ESt ได้รับลอจิก 1 จะทำให้โวลต์เตจตกคร่อมตัวคาปาซิเตอร์มีค่าสูงขึ้น ตัวคาปาซิเตอร์จะคายประจุทำให้แรงดันสูงถึงค่าเทรสโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงทำการถอดรหัสออกเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 4 บิต

- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential input)

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้โดยการต่ออุปกรณ์เพิ่มจากภายนอก

- ภาคออสซิลเลเตอร์ (Oscillator)

ในส่วนนี้ภายในตัวไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.579545 เมกกะเฮิร์ต ก็สามารถใช้งานได้ทันที

2.5 ความรู้ทางคอมพิวเตอร์

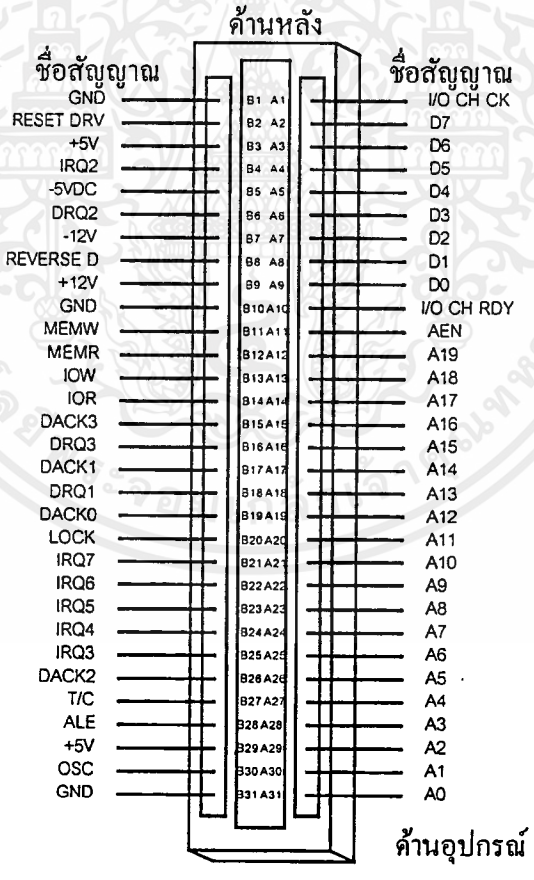
ในการสร้างชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องมีความรู้ทางด้านพื้นฐานคอมพิวเตอร์ในเรื่องต่อไปนี้

2.5.1 ตำแหน่งของสล็อตที่ต่อใช้งาน

ภายในคอมพิวเตอร์ได้มีการออกแบบให้สามารถที่จะเพิ่มเติมวงจรอินเตอร์เฟสเข้าไปในภายหลังได้ โดยผ่านทางสล็อตที่มีอยู่บนเมนบอร์ด (Main Board) ซึ่งแต่ละสล็อตจะมีจำนวนขาทั้งสิ้น 62 ขา แบ่งออกเป็นสองข้าง ข้างละ 31 ขา ส่วนการเรียกตำแหน่งขาของสล็อตเหล่านี้ขึ้นอยู่กับว่าขานั้นอยู่ข้างใด (ซ้ายหรือขวา) ของสล็อตโดยขาที่อยู่ทางด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสล็อตจะเรียกโดยใช้อักษร B นำหน้าเลขตำแหน่งของขา ส่วนขาที่อยู่ทางด้านขวาของสล็อตจะเรียกโดยใช้อักษร A นำหน้าเลขตำแหน่งของขา แต่ละขาของสล็อตเหล่านี้จะเชื่อมต่อกับเส้นสัญญาณต่างๆ บนเมนบอร์ดทำให้การสร้างวงจรอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ สามารถทำได้โดยสะดวก ซึ่งเส้นสัญญาณที่เชื่อมต่อกับขาของสล็อตเหล่านี้ จะประกอบไปด้วยเส้นสัญญาณของบัสแอดเดรส (Address Bus), บัสข้อมูล (Data Bus), บัสควบคุมสำหรับการเขียน/อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ หรือตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต, เส้นสัญญาณสำหรับการขออินเตอร์รัพท์ของวงจรอินเตอร์เฟส, เส้นสัญญาณสำหรับการขอ DMA, สัญญาณฐานเวลาต่างๆ ที่ใช้ในระบบ, เส้นสัญญาณแสดงการรีเฟรชหน่วยความจำ และสัญญาณสำหรับการตรวจสอบความผิดพลาด (I/O Check)



รูปที่ 2.9 ตำแหน่งของสล็อตที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากเส้นสัญญาณเหล่านี้แล้ว สล็อตเมนบอร์ดยังเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟต่างๆ ที่ใช้ในระบบอีกด้วย คือ +5 VDC,-5 VDC, +12 VDC และ -12 VDC

รายละเอียดของสัญญาณที่ใช้งานจะมีความหมายดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความหมายของสัญญาณต่างๆ

ชื่อสัญญาณ	I/O	ความหมาย
OSC	O	สัญญาณนาฬิกามีความกว้าง 70 nS ความถี่ 14.31818 MHz
CLK	O	สัญญาณนาฬิกาของระบบมีความถี่ 4.77 MHz มีช่วงคาบ 210 nS
RESET DRV	O	สัญญาณนี้ใช้ในการรีเซตระบบในขณะเริ่มเปิดเครื่อง
A0-A19	O	แอดเดรส A0-A19
D0-D7	I/O	บัสข้อมูลบิต 0-7
I/O CH CK	I	เป็นสัญญาณตรวจสอบช่อง I/O สัญญาณนี้จะมีผลต่อเนื่อง เพื่อควบคุมระบบโดยส่งผลมาในลักษณะ parity Error
I/O CH RDY	I	สัญญาณนี้ปกติเป็น 0 สัญญาณนี้จะทำให้เกิดการซิงโครไนซ์ อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต ที่ทำงานช้าให้เข้ากับระบบได้
IORQ2-IORQ7	I	เป็นสัญญาณของอินเตอร์รัพต์ 2-7
IOR	C	สัญญาณอ่านอินพุตเอาต์พุต
IOW	O	สัญญาณเขียนอินพุตเอาต์พุต
MEMR	O	สัญญาณอ่านหน่วยความจำ
MEMW	O	สัญญาณเขียนหน่วยความจำ
AEN	O	สัญญาณการอีนาเบิลแอดเดรส
CARD SLCTD	I	สัญญาณเลือกการ์ด

ส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณต่างๆ สามารถดูได้จากรายการหนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 หมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต (INPUT/OUTPUT)

การติดต่ออุปกรณ์ใด ๆ จำเป็นต้องทราบถึงหมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์นั้นเสียก่อน หมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์ต่างๆ จะมีหมายเลขประจำดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 หมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์ต่างๆ

หมายเลขแอดเดรส (เลขฐานสิบหก)	อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต
$000-$01F	ตัวควบคุมดีเอ็มเอ 8237
$020-$03F	ตัวควบคุมอินเตอร์รัพต์ 8259
$040-$05F	ตัวควบคุมเวลา 8253
$060-$06F	ตัวควบคุมแอดเดรสขนาน และใช้ติดต่อกับคีย์บอร์ด
$070-$07F	สำหรับเอทีใช้ติดต่อกับนาฬิกา
$080-$09F	ดีเอ็มเอเพจรีจิสเตอร์
$0A0-$0BF	ตัวควบคุมอินเตอร์รัพต์ตัวที่ 2 (ของเอที)
$0C0-$0DF	ตัวควบคุมดีเอ็มเอตัวที่ 2 (ของเอที)
$0F0	เคลียร์โปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์
$0F1	รีเซตโปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์
$0F8-$0FF	โปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์
$1F0-$1F8	ฮาร์ดดิสก์
$200-$207	เกมส์ไอโอ
$278-$27F	แอดเดรสเครื่องพิมพ์แอดเดรส 2
$2F8-$2FF	แอดเดรสอนุกรมแอดเดรส 2
$300-$31F	โปรโตไทป์การ์ด
$360-$36F	สงวนไว้
$378-$37F	แอดเดรสเครื่องพิมพ์แอดเดรส 1
$380-$38F	SDLC ไบซิงโครนัส 2
$3A0-$3A1	ไบซิงโครนัส 1
$3B0-$3BF	อะแดปเตอร์โมโนโครม และเครื่องพิมพ์
$3C0-$3CF	สงวนไว้
$3D0-$3DF	อะแดปเตอร์สี
$3F0-$3F7	ตัวควบคุมดิสก์
$3F8-$3FF	แอดเดรสอนุกรม 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 หลักการทำงานชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

การทำงานของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโทรศัพท์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นี้จะแบ่งออกเป็นกรณีต่างๆ ดังนี้

2.6.1 กรณีตรวจสอบแบบอัตโนมัติ

1. เมื่อเลือกระบบการตรวจสอบให้เป็นแบบอัตโนมัติ ชุดตรวจสอบสายเคเบิลทำการส่งสัญญาณความถี่คู่ เป็นรหัสของแต่ละหัวต่อ ออกไปยังชุดตรวจจับน้ำที่อยู่กับแต่ละหัวต่อ โดยจะเริ่มจากสัญญาณที่เป็นความถี่คู่ของหัวต่อแรกจนถึงหัวต่อสุดท้ายที่มีอยู่ทั้งหมดแล้ววนรอบใหม่ซ้ำไปเรื่อยๆ

2. ชุดตรวจจับน้ำที่หัวต่อ ที่มีรหัสตรงกับสัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามา ก็จะทำงานโดยตรวจสอบว่ามีน้ำหรือไม่ และในชุดที่รหัสไม่ตรงกับสัญญาณที่รับได้ ชุดตรวจจับน้ำที่หัวต่อนั้นก็จะไม่ทำงาน

3. จากนั้นก็ทำการส่งผลการตรวจสอบที่ได้กลับมายังชุมสาย หรือชุดควบคุม

4. ที่ชุมสาย หรือชุดควบคุมนี้จะมีการบันทึกผลการตรวจสอบนั้นๆ ไว้ หากมีการตรวจพบว่าที่หัวต่อใดมีน้ำเข้า เมื่อส่งผลมายังชุมสายก็จะแสดงสัญญาณเตือนให้ทราบโดยอัตโนมัติ

2.6.2 กรณีตรวจสอบเฉพาะหัวต่อที่ต้องการ

1. เมื่อเลือกให้ระบบตรวจสอบเฉพาะหัวต่อใดหัวต่อหนึ่ง ชุดควบคุม หรือชุมสายจะส่งสัญญาณความถี่คู่ที่เป็นรหัสของหัวต่อนั้นออกไปยังชุดตรวจจับน้ำที่อยู่กับแต่ละหัวต่อ

2. ชุดตรวจจับน้ำที่มีรหัสสัญญาณตรงกับสัญญาณที่รับได้จะทำงานตรวจสอบว่ามีน้ำหรือไม่ ส่วนชุดตรวจจับน้ำที่มีรหัสสัญญาณไม่ตรงกับที่รับได้วงจรก็จะไม่ทำงาน

3. เมื่อตรวจสอบแล้วจะส่งผลที่ได้กลับมายังชุมสาย หรือส่วนควบคุม

4. ที่ชุมสาย หรือส่วนควบคุมนี้จะมีการบันทึกผลที่ได้จากชุดตรวจจับน้ำส่งกลับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

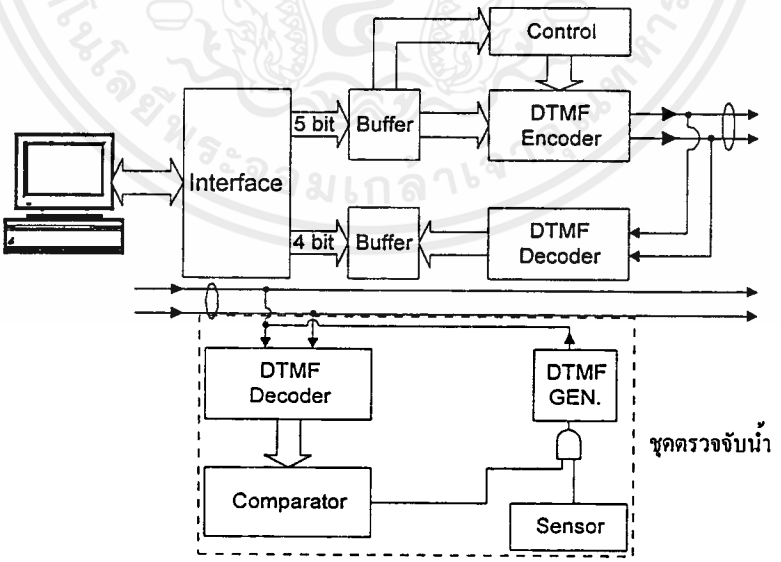
บทที่ 3

การออกแบบ การสร้างและการทำงาน

3.1 การออกแบบ

การออกแบบโครงงานนี้จะแยกเป็นสองส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ซึ่งส่วนของฮาร์ดแวร์ก็จะแบ่งออกเป็น วงจรส่วนที่อยู่กับการ์ดที่คอมพิวเตอร์ และวงจรส่วนที่อยู่กับหัวต่อ ซึ่งวงจรที่อยู่กับคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย วงจรอินเตอร์เฟส, วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่ และวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 4 บิต ส่วนวงจรที่หัวต่อประกอบด้วย วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 4 บิต, วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ 4 บิต และวงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบ

ในส่วนของซอฟต์แวร์นั้น เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานของ ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิล โดยการทำงานทั้งหมดของ ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปการทำงานเริ่มจาก เมื่อป้อนหมายเลขหัวต่อที่ต้องการตรวจสอบ เข้าไปยังคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะทำการประมวลผล แล้วเปลี่ยนให้เป็นรหัสเลขฐานสอง ส่งออกไปที่พอร์ต A ของไอซี 8255 จากนั้นนำรหัสที่ได้นี้ ไปทำการเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณความถี่คู่ แล้วส่งไปบวกกับแรงดันไฟตรง 50 โวลท์ จึงส่งออกไปยังหัวต่อต่างๆ ผ่านสายโทรศัพท์

ที่หัวต่อจะมีวงจรรับสัญญาณความถี่คู่ และนำไปเปลี่ยนกลับเป็นรหัสฐานสอง จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับรหัสฐานสอง ที่ตั้งไว้เพื่อเป็นรหัสของหัวต่อ ถ้าไม่ตรงกันวงจรการตรวจสอบและส่งสัญญาณกลับ ก็จะไม่ทำงาน แต่ถ้ารหัสตรงกัน วงจรตรวจสอบและส่งสัญญาณกลับก็จะทำงาน โดยทำการตรวจสอบว่ามีน้ำหรือไม่ แล้วเปลี่ยนค่าให้อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่คู่ ก่อนทำการส่งสัญญาณนั้น กลับไปยังคอมพิวเตอร์ และวงจรแปลงสัญญาณความถี่คู่ให้เป็นรหัสฐานสอง ที่คอมพิวเตอร์ ก็จะทำการแปลงความถี่คู่ที่รับเข้ามาจากหัวต่อให้เป็นรหัสฐานสอง แล้วส่งไปที่พอร์ต B ของไอซี 8255 เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผล ตามโปรแกรมที่เขียนไว้ต่อไป

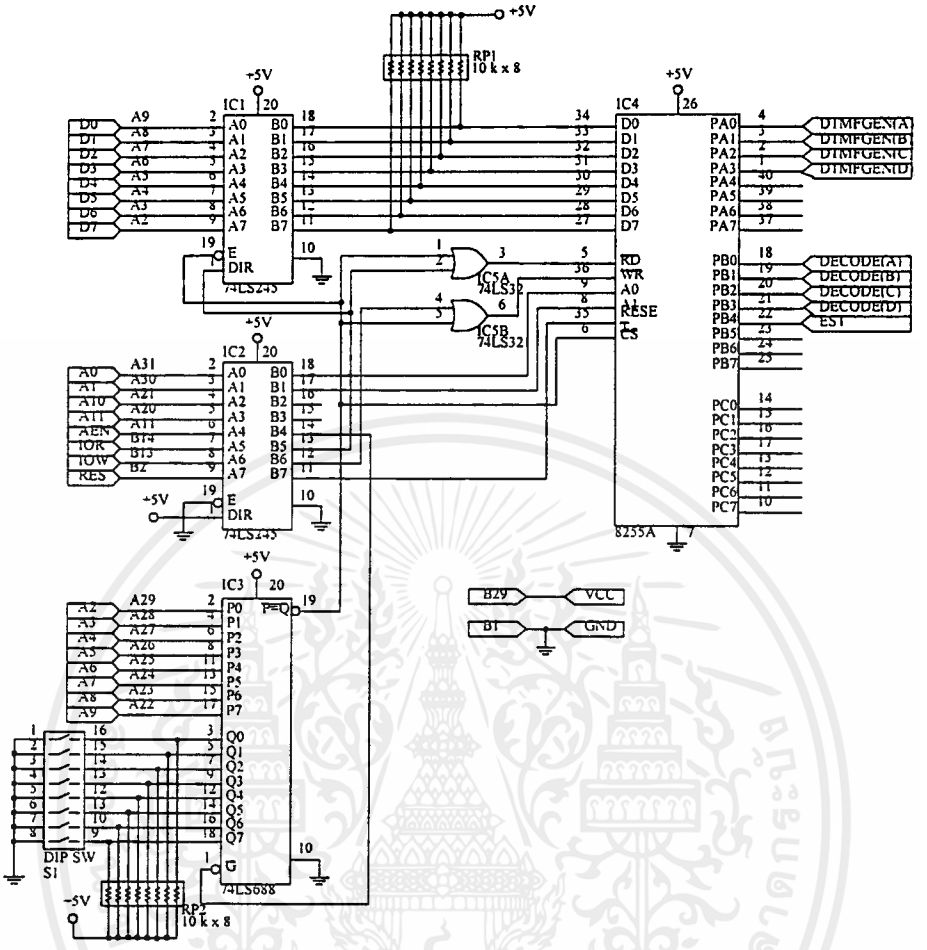
3.1.1 วงจรทางด้านส่ง

1. วงจรอินเตอร์เฟส

ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ จะใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด จึงต้องมีวงจรอินเตอร์เฟส เพื่อใช้ในการติดต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับวงจรชุดตรวจสอบที่สร้างขึ้น วงจรอินเตอร์เฟสจะมีการส่งข้อมูล หรือสัญญาณเข้า และออกระหว่างคอมพิวเตอร์ กับวงจรชุดตรวจสอบที่สร้างขึ้น ในวงจรอินเตอร์เฟสจะอาศัยเส้นทางตำแหน่ง, เส้นทางข้อมูล, สัญญาณควบคุมการอ่านตำแหน่ง, สัญญาณควบคุมการเขียนตำแหน่ง, สัญญาณปรับตั้งใหม่ และไฟเลี้ยงจากคอมพิวเตอร์

จากวงจรในรูปที่ 3.2 ใช้ไอซี 8255 (IC4) เป็นหลักในการทำงาน ซึ่งไอซี 8255 จะมีสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตทั้งหมด 24 เส้น สามารถควบคุมให้เป็นตำแหน่งของอินพุต และเอาต์พุตได้ตามต้องการ ในการทำงานของวงจร ต้องกำหนดหมายเลขตำแหน่งในการทำงานด้วย โดยใช้ไอซี 74LS688 (IC3) เป็นไอซีเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 8 บิต และเป็นตัวกำหนดหมายเลขตำแหน่ง จากรูป ขา A2-A9 ของคอมพิวเตอร์จะต่อเข้าที่อินพุต P0-P7 ของ IC3 และอินพุต Q0-Q7 จะต่อโดยดิพสวิตช์ 8 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



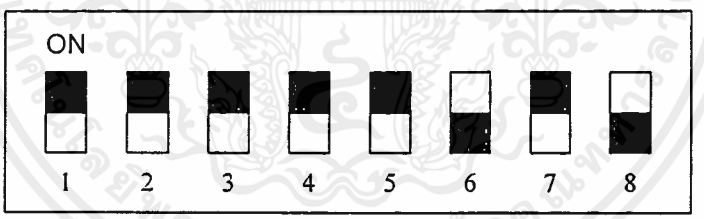
รูปที่ 3.2 วงจรอินเตอร์เฟส

การทำงานจะเปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง A2-A9 กับข้อมูลที่ดิพสวิตช์ ซึ่งถ้าดิพสวิตช์ OFF ที่ขาอินพุตนั้นจะเป็นสภาวะ 1 และถ้าดิพสวิตช์ ON ขาอินพุตจะเป็นสภาวะ 0 โดย IC3 จะมีเงื่อนไขในการทำงาน คือ ถ้าอินพุต P และ Q เหมือนกัน เอาต์พุตที่ขา $\overline{P=Q}$ จะเป็นสภาวะ 0 แต่ถ้าอินพุต P และ Q ไม่เหมือนกัน เอาต์พุตที่ขา $\overline{P=Q}$ จะเป็นสภาวะ 1 , IC3 จะทำงานได้ตามเงื่อนไขดังกล่าวเมื่อขา G ของ IC3 ได้รับสภาวะ 0 ซึ่งในวงจรจะต่อขา G เข้ากับสัญญาณ AEN สัญญาณนี้จะมีระดับสภาวะ 0 เมื่อไม่มีการขอ DMA จากเอาต์พุต สัญญาณจากขา $\overline{P=Q}$ จะนำไปใช้ควบคุมให้ IC4 ทำงาน ขาสัญญาณควบคุมการอ่านตำแหน่ง,สัญญาณควบคุมการเขียนตำแหน่ง, สัญญาณปรับตั้งใหม่ ขาสัญญาณควบคุมการอ่านตำแหน่ง A0 และ A1 จะต่อผ่านไอซี 74LS245 (IC2) ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ทำให้ระดับสัญญาณมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แน่นอนขึ้น สัญญาณควบคุมการอ่านตำแหน่ง A0-A1, สัญญาณควบคุมการเขียนตำแหน่ง, สัญญาณปรับตั้งใหม่ ที่ผ่านวงจรบัฟเฟอร์แล้วจะนำไปต่อเข้ากับ IC4 ได้โดยตรง ส่วนสัญญาณควบคุมการอ่านตำแหน่ง และสัญญาณควบคุมการเขียนตำแหน่ง ที่ผ่านวงจรบัฟเฟอร์แล้ว จะนำไปเข้าวงจรออร์กับสัญญาณเอาต์พุตของ IC3, เพื่อความแน่นอนในการอ่าน และเขียนข้อมูล สัญญาณจากขา D0-D7 ของคอมพิวเตอร์ จะต่อเข้ากับ IC1 โดยที่ขา DIR จะนำสัญญาณควบคุมการอ่านตำแหน่งมาต่อ เพื่อกำหนดทิศทางในการส่งผ่านข้อมูล ถ้า DIR มีระดับสภาวะเป็น 1 จะเป็นการส่งข้อมูลจาก A0-A7 ไปยัง B0-B7 และถ้า DIR มีระดับสภาวะเป็น 0 จะเป็นการส่งข้อมูลจาก B0-B7 ไปยัง A0-A7 ซึ่งเป็นเอาต์พุตของ IC1 จะนำไปต่อเข้ากับ D0-D7 ของ IC4 โดยตรง

จากวงจร สามารถกำหนดตำแหน่งการทำงานได้ ตั้งแต่หมายเลข 000H-3FFH แต่ในการใช้งาน จะเลือกใช้ตำแหน่งหมายเลขที่คอมพิวเตอร์ไม่ได้ใช้งาน ในโครงงานนี้จะเลือกใช้ตำแหน่งหมายเลข 280H-283H โดยจะตั้งดิพสวิตช์ S1-S5 และ S7 อยู่ในสภาวะ ON และS6, S8 อยู่ในสภาวะ OFF ดังรูปที่ 3.3



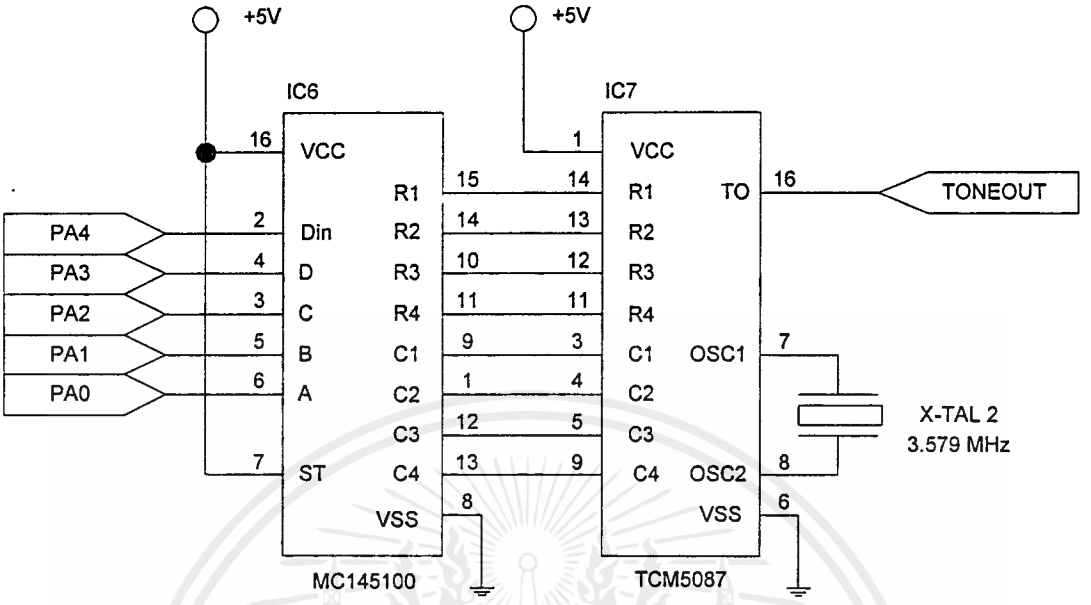
รูปที่ 3.3 การตั้งดิพสวิตช์ในการเลือกตำแหน่งี่ 280H-283H

2. วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากรหัสฐานสอง

จากรูป วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่ จากรหัสฐานสองนั้น จะใช้ไอซี 2 ตัว คือ ไอซี MC145100 ซึ่งเป็นไอซีสวิตช์ ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณความถี่ทางแนวตั้งและแนวนอน และไอซี TCM5087 ซึ่งใช้เป็นไอซีหมุนรหัส

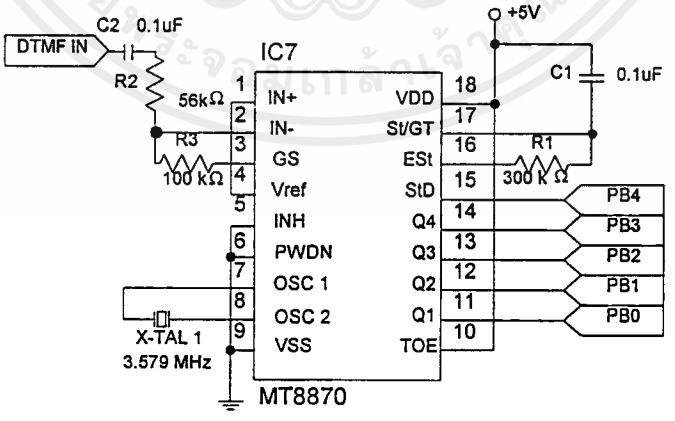
วงจรเริ่มทำงานเมื่อ มีรหัสฐานสองออกมาจากพอร์ต A ของไอซี 8255 ส่งให้กับไอซี MC145100 เพื่อแปลงสัญญาณที่เป็นสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากรหัสฐานสอง

3. วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่



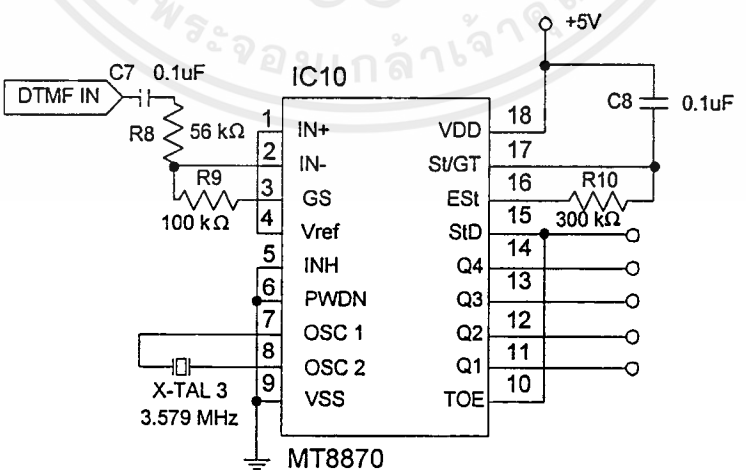
รูปที่ 3.5 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ที่ด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรนี้ ทำงานด้วยไอซีหลัก คือ ไอซี MT8870 ซึ่งเป็นไอซีทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่เป็นรหัสฐานสอง 4 บิต โดยมีขา 7 (OSC1) และขา 8 (OSC2) จะต่อกับคริสตอลขนาด 3.579 MHz เพื่อกำเนิดความถี่สัญญาณนาฬิกาให้กับไอซี และวงจรจะมีการตรวจสอบช่วงของสัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามาจากหัวต่อทาง C2 ผ่าน R2, R3 เข้าไปยังขา 2 (IN-) และ 3 (GS) ว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยต้องเท่ากับ หรือมากกว่า ช่วงเวลาที่ตั้งไว้จึงจะยอมรับ และถือว่าสัญญาณนั้นถูกต้อง โดยที่ขา EST จะเป็น 1 นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่คู่ ทำให้แรงดันที่ขา ST/GT สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C1 ซึ่งเก็บประจุเต็มที่ จะคายประจุออกมา ทำให้แรงดันที่ขา ST/GT สูงขึ้น จนถึงค่าเทรสโฮลด์ วงจรจึงจะถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต ทางขา Q1, Q2, Q3 และ Q4 (เพื่อส่งให้กับพอร์ต B ของไอซี 8255) ช่วงเวลานี้เราสามารถตั้งได้ โดยการกำหนดค่าของ R1 และ C1 ส่วนขา TOE นั้นจะทำงานคล้ายๆ กับเป็นขา ENABLE คือ ในสภาวะปกติไม่มีสัญญาณเอาต์พุต ทำให้เอาต์พุตนี้มีค่าอิมพีแดนซ์สูงมาก ทำให้สัญญาณต่างๆ ไม่สามารถผ่านขา Q ได้ แต่เมื่อมีสัญญาณเอาต์พุตมา อิมพีแดนซ์ต่ำลง แล้วจึงส่งสัญญาณเอาต์พุตออกได้ สำหรับขา STD ในวงจรนั้นเป็นขาเอาต์พุตอีกขาหนึ่ง

3.1.2 วงจรส่วนที่อยู่กับหัวต่อสายเคเบิล

1. **วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่**

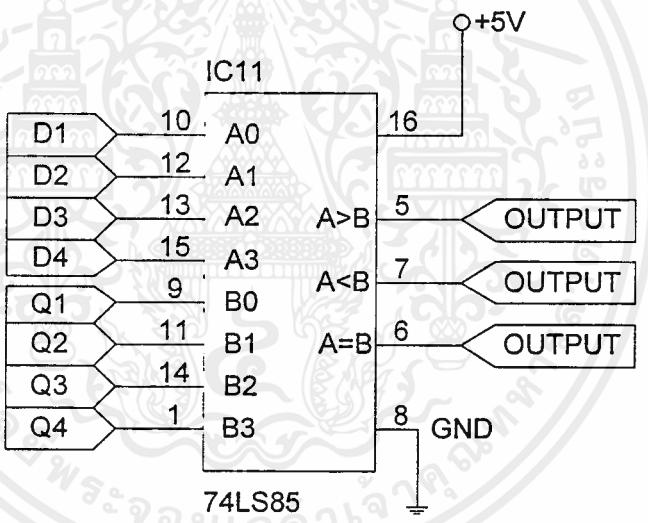


รูปที่ 3.6 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ที่หัวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่เป็นสัญญาณรหัสฐานสอง ในส่วนที่อยู่กับหัวต่อนี้มีหลักการทำงานต่างๆ เหมือนกับวงจรถอดรหัสที่อยู่ในส่วนของทางด้านส่ง โดยจะรับสัญญาณความถี่คู่ จากวงจรทางด้านส่ง ที่ส่งมากับคู่สายโทรศัพท์ ผ่าน C7, R8 และ R9 เข้าขา 2 และ 3 ของไอซี MT8870 เพื่อทำการถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่เป็นรหัสฐานสอง 4 บิต ที่เอาต์พุต Q1, Q2, Q3 และ Q4 แล้วนำสัญญาณดิจิตอล 4 บิตนี้ ไปทำการเปรียบเทียบที่วงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต ต่อไป

2. วงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต



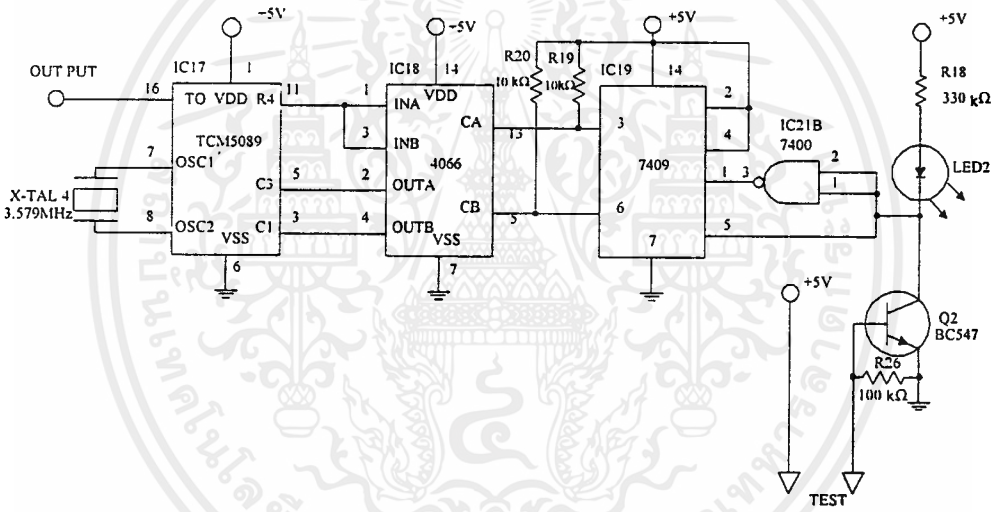
รูปที่ 3.7 วงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต

จากรูปแสดงวงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต โดยใช้หลักการของไอซี 74LS85 คือ ถ้าสัญญาณที่อินพุต A มีค่ามากกว่าสัญญาณที่อินพุต B เอาต์พุตจะออกที่ขา 5 คือ ขา 5 จะเป็น "1" กรณีที่อินพุต A น้อยกว่าอินพุต B ทำให้เอาต์พุตขา 7 เป็น "1" และถ้าสัญญาณที่อินพุต A และสัญญาณที่อินพุต B มีค่าเท่ากันแล้ว ที่เอาต์พุตขา 6 ของไอซีจะเป็น "1" ซึ่งในวงจรของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลนี้ จะใช้การเปรียบเทียบกรณีที่ สัญญาณอินพุตทั้งสองมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากัน คือ A=B ไปใช้ควบคุมการทำงานของวงจร ในส่วนของการตรวจสอบน้ำ ให้ทำงานโดยสัญญาณอินพุตที่นำมาเปรียบเทียบกัน คือ อินพุต A มาจากค่ารหัสของแต่ละหัวต่อที่ตั้งดิพสวิตช์ไว้ และอินพุต B มาจากรหัสฐานสอง ที่แปลงมาจากสัญญาณความถี่คู่ที่ส่งมาจากด้านส่ง หรือคอมพิวเตอร์ ถ้าเปรียบเทียบแล้วเท่ากัน แสดงว่ารหัสที่ส่งมาตรงกันกับรหัสของหัวต่อนั้นๆ วงจรตรวจสอบที่หัวต่อจึงจะทำงาน

3. วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบ



รูปที่ 3.8 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบ

จากวงจรทำงานโดยเริ่มจาก ในกรณีที่ไม่มีน้ำจะทำให้อินพุตของไอซีแนนเกท เบอร์ 7400 มีสภาวะเป็น โลจิก "1" ทำให้ที่ขาอินพุตของแอนเกทเบอร์ 7409 ขา 1 มีสภาวะเป็น "0" ทำให้ได้เอาต์พุตที่ขา 3 ของไอซี 7409 เป็น "0" ไอซีแอนะลอกสวิตช์เบอร์ 4066 จะไม่ต่อขา R4 กับ C3 ของไอซีกำเนิดสัญญาณความถี่คู่เข้าด้วยกัน จึงไม่มีสัญญาณความถี่คู่ของรหัส # ออกมา แต่ที่ขา 5 แอนเกท จะมีสภาวะเป็น "1" ทำให้เอาต์พุตขา 6 ของไอซี 7409 มีสภาวะเป็น "1" และต่ออยู่กับขา 4 ของแอนะลอกสวิตช์ ไอซี 4066 ก็จะต่อขา R4 กับ C1 ของไอซีกำเนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณความถี่คู่ ทำให้ได้สัญญาณความถี่คู่ของรหัส * ส่งกลับไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงสถานะไม่มีน้ำ ของหัวต่อที่ตรวจสอบ

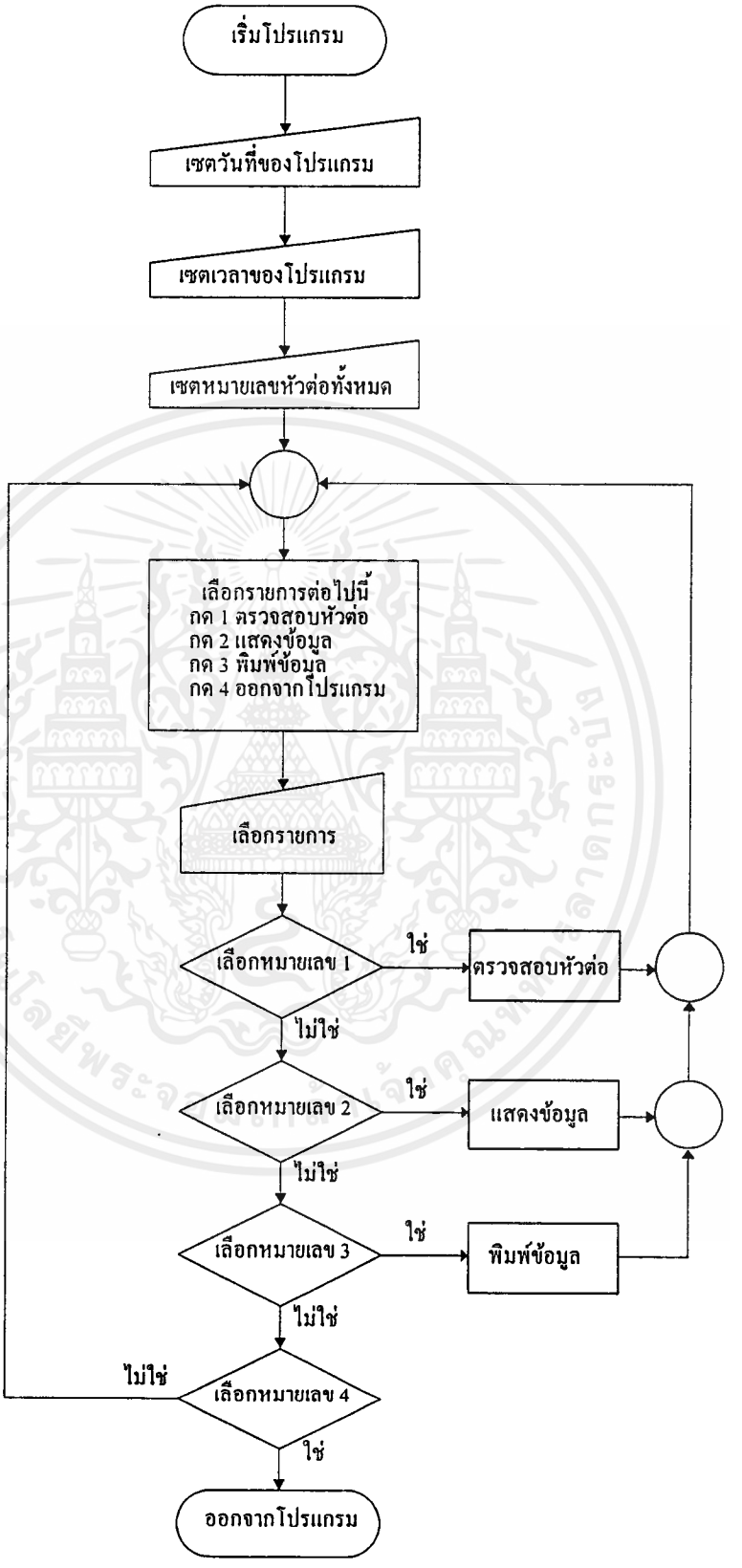
ในกรณีที่มีน้ำ จะทำให้ที่ขา 1 ของ แอนเกทเบอร์ 7409 เป็นลอจิก "1" และขา 5 เป็น "0" ฉนั้นเอาต์พุตที่เป็น "1" คือ ที่ขา 3 ซึ่งต่ออยู่กับขา 13 ของไอซีแอนะลอกสวิตช์ และเป็นขาควบคุมของสวิตช์ภายในชุด B คือ ควบคุมขา 1 และ ขา 2 ทำให้อยู่ในสภาวะสวิตช์ ON ฉนั้นที่ไอซี TCM5087 จะมี R4 และ C1 อยู่ในสภาวะสวิตช์ ON ซึ่งทำให้ ได้สัญญาณความถี่คู่เป็นสัญญาณของ # เป็นสัญญาณแสดงสภาวะของหัวต่อที่มีน้ำเข้า

3.2 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์

ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ จะทำงานโดยมีซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานซึ่งซอฟต์แวร์มีโครงสร้างดังรูปที่ 3.9

จากโครงสร้างทางซอฟต์แวร์ที่แสดงในรูปที่ 3.9 เริ่มทำงานเมื่อผู้ใช้เรียกใช้โปรแกรม จะเริ่มด้วยการให้ผู้ใช้ป้อนค่าของ วันที่ เวลาปัจจุบัน และจำนวนของหัวต่อทั้งหมด ก่อนเริ่มการตรวจสอบต่อไป โดยจะกำหนดทางเลือกการทำงานของโปรแกรม เมื่อต้องการให้ทำการตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลที่ได้กำหนดไว้ จะทำการตรวจสอบ และแสดงผลที่ได้จากการตรวจสอบ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลเก็บไว้ แล้วกลับเข้าสู่เมนูหลัก เมื่อผู้ใช้ไม่ต้องการตรวจสอบต่อ การตรวจดูข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ ซึ่งมาจากการตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลสามารถให้แสดงข้อมูลได้ทั้งหมด หรือเฉพาะที่ต้องการให้แสดง และกลับสู่เมนูหลัก เมื่อผู้ใช้ไม่ต้องการดูข้อมูลแล้ว การพิมพ์ข้อมูลที่บันทึกไว้ออกทางเครื่องพิมพ์ สามารถทำการพิมพ์ข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ได้ทั้งหมด หรือเลือกพิมพ์เฉพาะ หัวต่อที่มีน้ำเข้า ที่บันทึกผลไว้ และกลับสู่เมนูหลักเมื่อไม่ต้องการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 โครงสร้างของซอฟต์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทำงานของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มีหลักการทำงานเป็นส่วนๆ โดยขึ้นอยู่กับการเรียกใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

3.3.1 การตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลกรณีอัตโนมัติ

การทำงานของส่วนนี้จะเริ่มจากส่งค่าของหัวต่อหมายเลข 000 ออกไปที่พอร์ต A ของไอซีเบอร์ 8255 จากนั้น จะเปลี่ยนหมายเลขเป็นสัญญาณความถี่คู่ ผ่านสายนำสัญญาณไปยังวงจรภาครับ จะมีการเปรียบเทียบหมายเลขที่วงจรทางด้านรับว่า ตรงกับที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าไม่ตรง วงจรทางภาครับจะไม่ทำงาน แต่ถ้าหมายเลขตรงกับที่กำหนดไว้ จะทำการตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลว่า มีน้ำเข้าหรือไม่ แล้วจะส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะส่งกลับเป็นสัญญาณความถี่คู่ ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ จะรับข้อมูลจากพอร์ต B ของไอซี 8255 จากนั้นจะทำการบันทึกผลเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล โปรแกรมจะทำงานไปเรื่อยๆ จนกว่าจะครบหัวต่อที่ได้ตั้งค่าไว้ก่อนเข้าสู่การทำงาน และแสดงผลการตรวจสอบของหัวต่อที่มีน้ำ เมื่อตรวจครบทั้งหมด ในขณะที่โปรแกรมกำลังทำงานนั้นสามารถยกเลิกการทำงานโดยกดคีย์ ESC จะจบการทำงาน ก่อนจบการทำงาน จะมีการแสดงผลการตรวจสอบของหัวต่อที่มีน้ำเข้า

3.3.2 การตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลกรณีเลือกหัวต่อเรียงลำดับกัน

การทำงานจะเริ่มจากให้ผู้ใช้ป้อนหมายเลขของหัวต่อตัวแรกที่ต้องการตรวจสอบ และหมายเลขของหัวต่อตัวสุดท้ายที่ต้องการตรวจสอบ จากนั้นจะมีการเปรียบเทียบว่า หัวต่อแรกมีค่ามากหรือน้อยกว่าหัวต่อสุดท้าย ถ้ามากกว่าจะให้ทำการป้อนหมายเลขใหม่ แต่ถ้าน้อยกว่าจะส่งค่าของหัวต่อแรกไปที่พอร์ต A ของไอซี 8255 และต่อจากนั้นจะมีการทำงานเช่นเดียวกันกับในส่วนของการสื่อสารข้อมูลระหว่างภาคส่ง และภาครับ จากนั้นจะทำการรับข้อมูลจากพอร์ต B ของไอซี 8255 แล้วบันทึกผลลงในแฟ้มข้อมูล จากนั้นจะตรวจสอบผลต่างของหัวต่อแรก และหัวต่อสุดท้าย ถ้าไม่เท่ากับ 0 จะเพิ่มค่าหมายเลขของหัวต่อ แล้วส่งออกไปที่พอร์ต A ของไอซี 8255 แต่ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 จะหยุดการตรวจสอบ และแสดงหมายเลข และผลการตรวจสอบของหัวต่อที่มีน้ำ ก่อนกลับไปยังเมนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลกรณีเจาะจงเฉพาะหัวต่อจำนวน 3 หัวต่อ

การทำงานเริ่มจาก รับค่าหมายเลขของหัวต่อ ที่ต้องการตรวจสอบจำนวน 3 หัวต่อ โดยจะรับค่า และส่งค่าหมายเลขครั้งละหัวต่อ จากนั้นก็จะมีการทำงานในส่วนของการรับส่งและการบันทึกข้อมูล เช่นเดียวกับในการทำงานของกรณีอื่นๆ หลังจากตรวจสอบเสร็จจะแสดงหมายเลข และผลการตรวจสอบของหัวต่อที่มีน้ำ ก่อนกลับไปยังเมนู

3.3.4 การแสดงข้อมูลที่ทำการบันทึกไว้

การทำงานเริ่มจาก เลือกเปิดแฟ้มข้อมูลที่ต้องการ แล้วชี้ไปยังตำแหน่งเริ่มต้น และมีการตรวจสอบว่าจบแฟ้มข้อมูลหรือต้องการออกจากการทำงาน ถ้ายังไม่จบแฟ้มข้อมูลหรือไม่ต้องการจบการทำงาน จะทำการอ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลทั้งหมด และนำมาแสดงผล เมื่อกดคีย์ใดๆ จะอ่านข้อมูลมาแสดงผลต่อไป เมื่อกดคีย์ ESC ก็จะออกจากการทำงานเข้าสู่เมนู

3.3.5 การพิมพ์ข้อมูลที่บันทึกไว้ออกทางเครื่องพิมพ์

การทำงานจะเริ่มจาก เลือกเปิดแฟ้มข้อมูลที่ต้องการ เพื่ออ่าน แล้วทำการชี้ไปยังตำแหน่งจุดเริ่มต้นของแฟ้มข้อมูล และจะทำการตรวจสอบว่า จบแฟ้มข้อมูล หรือต้องการออกจากการทำงานหรือไม่ ถ้าไม่จบแฟ้มหรือไม่ต้องการออกจากการทำงาน จะอ่านข้อมูลเข้ามาจากแฟ้มข้อมูล ครั้งละหนึ่งหมายเลข แล้วทำการพิมพ์ข้อมูลออกไปที่เครื่องพิมพ์ ซึ่งจะทำการพิมพ์ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะจบแฟ้มข้อมูล แต่สามารถออกจากการทำงานได้โดยกดคีย์ ESC ในขณะที่หน้าจอแสดงผล PLEASE WAIT... จะจบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

เพื่อให้ง่ายสำหรับการทดลอง และตรวจสอบการทำงาน จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นการทดลองวงจรแต่ละชุด ที่ยังไม่ได้ประกอบรวมกัน และส่วนที่สอง เป็นการทดลองการทำงานของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลที่ใช้งานจริง โดยในส่วนแรกนี้ จะแบ่งวงจรออกเป็น 5 วงจรดังนี้

1. วงจรอินเตอร์เฟส
2. วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่ (ทางด้านส่ง)
3. วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบ (ทางด้านรับ)
4. วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่
5. วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ 4 บิต

4.1.1 วงจรอินเตอร์เฟส

ขั้นตอนการทดลอง

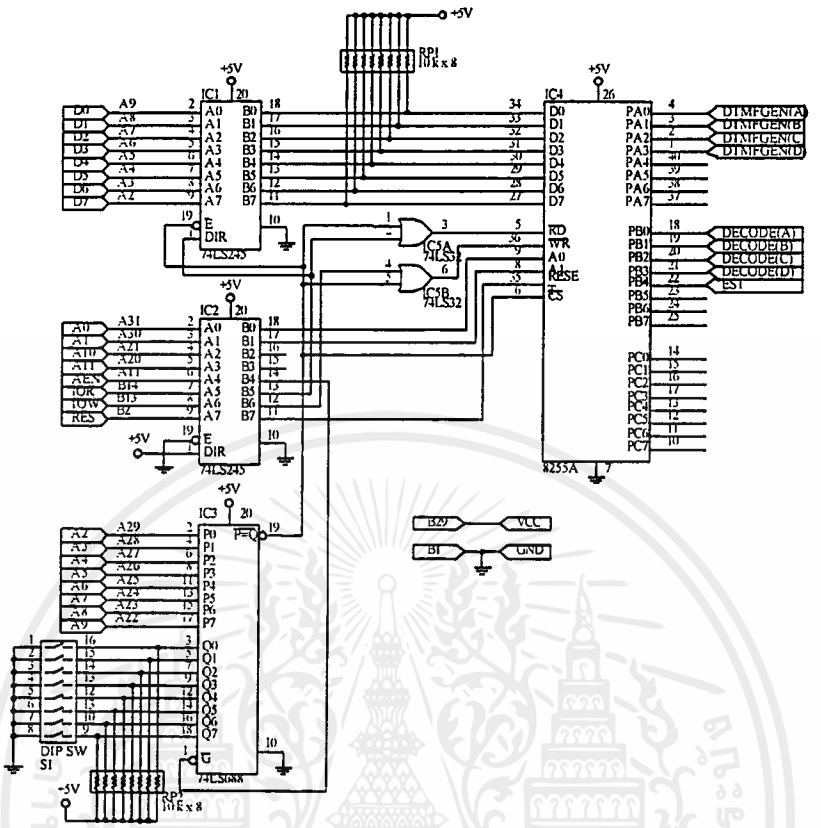
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.1 ต่อไดโอดเปล่งแสงที่พอร์ต A ของไอซี 8255 ซึ่งกำหนดให้เป็นเอาต์พุตของวงจรอินเตอร์เฟส เพื่อใช้แสดงผล

2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร และวัดความต้านทานที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ กับกราวด์ต้องมีค่าไม่เป็นศูนย์

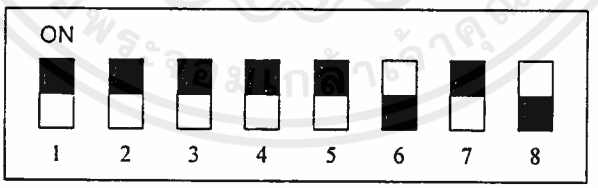
3. ตั้งค่าดิพสวิตช์ตำแหน่งที่ 280H

4. นำการ์ดเสียบลงบนสล็อตในคอมพิวเตอร์ (ข้อควรระวัง ต้องปิดเครื่องก่อนทุกครั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 วงจรอินเตอร์เฟส



รูปที่ 4.2 การตั้งดิพสวิตช์ในการเลือกตำแหน่งแอดเดรส 280H-283H

5. เปิดสวิตช์เครื่องคอมพิวเตอร์ เข้าโปรแกรม TC เรียกโปรแกรม TEST.CCP ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include<conio.h>
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<dos.h>
#include<string.h>
FILE *studentfile;
typedef struct{
        char number[5];
        char cond[13];
        }studenttype;
studenttype student;
void condition();
void outr();

void main()
{
        int x,e,i,m,g;
        char ci,num[5],nums[5];

        if((studentfile=fopen("student.dat","ab+"))==NULL)
        {
                fprintf(stderr,"Cannot open file\n");
                exit(1);
        }
        outport(0x283,0x82);
        clrscr();
        printf("\nEnter first number of closer:");
        fgets(num,4,stdin); flushall();
        printf("\nEnter end number of closer:");
        fgets(nums,4,stdin); flushall();
        m=atoi(num);
        e=atoi(nums);
        g=e-m+1;
        for(i=0;i<g;i++,m++)
        {
                itoa(m,student.number,10);
                outr();
                condition();
        }
        fclose(studentfile);
}
void outr()
{
        int h,j,m;
        h=strlen(student.number);
        for(m=3;h<m;m--)
        {
                outportb(0x280,0x1d);
                delay(50);
                outportb(0x280,0x00);
                delay(50);
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        for(j=0;j<h;j++)
                {
                        switch(student.number[j])
                        {
                        case '0' :outportb(0x280,0x1D);break;
                        case '1' :outportb(0x280,0x10);break;
                        case '2' :outportb(0x280,0x11);break;
                        case '3' :outportb(0x280,0x12);break;
                        case '4' :outportb(0x280,0x14);break;
                        case '5' :outportb(0x280,0x15);break;
                        case '6' :outportb(0x280,0x16);break;
                        case '7' :outportb(0x280,0x18);break;
                        case '8' :outportb(0x280,0x19);break;
                        case '9' :outportb(0x280,0x1a);break;
                        }
                        delay(50);
                        outportb(0x280,0x00);
                        delay(50);
                }
}

void condition()

{
        unsigned char condi;
        delay(250);
        condi =inportb(0x281);
        if(condi==0x1b)

        {
                printf("condition of closure number %s is good\n ",student.number);
                strncpy(student.cond,"Good",10);
        }

        else if (condi==0x1c)
        {

                printf("condition of closure %s is danger\n ",student.number);
                strncpy(student.cond,"danger",10);
        }
        else

        {
                printf("condition of closure %s is No-respone\n ",student.number);
                strncpy(student.cond,"No-respone",10);
        }
        delay(1300);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. โปรแกรมจะกำหนดให้ผู้ใช้ป้อนหมายเลขหัวต่อที่ต้องการตรวจสอบ (ในที่นี้ให้ป้อนหมายเลขหนึ่ง)

8. ในขณะที่ RUN โปรแกรมทีละขั้น ให้สังเกตไดโอดเปล่งแสง ที่ต่ออยู่กับเอาต์พุตว่ามีผลตรงกับตารางที่กำหนดไว้ในตารางถอดรหัสความถี่คู่ หรือไม่

9. เมื่อทำการส่งข้อมูลไปยังเอาต์พุตแล้ว ทดลองป้อนอินพุตของวงจรอินเตอร์เฟส คือ ที่พอร์ต B ของไอซี 8255 แล้ว RUN โปรแกรมต่อ

10. ตรวจสอบผลที่ได้จากการป้อนข้อมูล

ผลการทดลอง

ผลของเอาต์พุตที่ได้จากการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรอินเตอร์เฟส

ค่าจากโปรแกรม	เอาต์พุตที่ได้	หมายเลขที่ต้องการ
0X1D	00011101	0
0X10	00010000	1
0X11	00010001	2
0X12	00010010	3
0X14	00010100	4
0X15	00010101	5
0X16	00010110	6
0X18	00011000	7
0X19	00011001	8
0X1A	00011010	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อป้อน อินพุตที่พอร์ต B เป็น 00011011 จะมีการแสดงผลที่จอภาพ ของหัวต่อที่ 1 เป็น Condition of closure number 1 is GOOD

เมื่อป้อน อินพุตที่พอร์ต B เป็น 0001100 จะมีการแสดงผลที่จอภาพ ของหัวต่อที่ 1 เป็น Condition of closure number 1 is DANGER

และเมื่อไม่มีอินพุตป้อนที่พอร์ต B จะมีการแสดงผลที่จอภาพ ของหัวต่อที่ 1 เป็น Condition of closure number 1 is No-respone

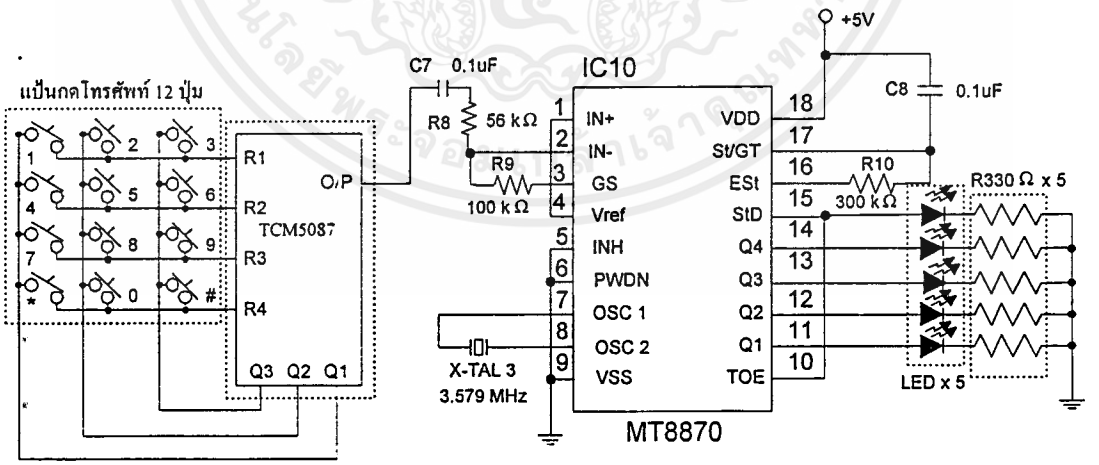
4.1.2 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF Decoder)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.3 โดยรับอินพุตมาจาก วงจรโทรศัพท์ และที่เอาต์พุตต่อไดโอดเปล่งแสง เพื่อใช้แสดงผล

2. ตรวจสอบความถูกต้องของการประกอบวงจร ต่อแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ เข้ากับวงจร

3. กดหน้าปัทม์โทรศัพท์เป็นหมายเลขต่างๆ สังเกตการแสดงผลของไดโอดเปล่งแสง



รูปที่ 4.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อต่อวงจรถูกต้องแล้ว ให้ทดลองกดเลขหมายที่หน้าปัทม์โทรศัพท์ จะเห็นไดโอดเปล่งแสง ที่ต่ออยู่ที่เอาต์พุต Q ของไอซี MT8870 สว่าง เป็นระบบเลขฐานสอง ขนาด 4 บิต ซึ่งเมื่อแปลงเป็นเลขฐานสิบแล้ว จะได้ค่าตรงกับค่าหมายเลขที่กด ทำให้ทราบว่าผู้เรียกกดเลขหมายใดมา ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

เลขหมายหน้าปัทม์โทรศัพท์	เอาต์พุต (Q3,Q2,Q1,Q0)	เลขฐานสิบ
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
A	-	-
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
B	-	-
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
C	-	-
*	1011	11
0	1010	10
#	1100	12
D	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

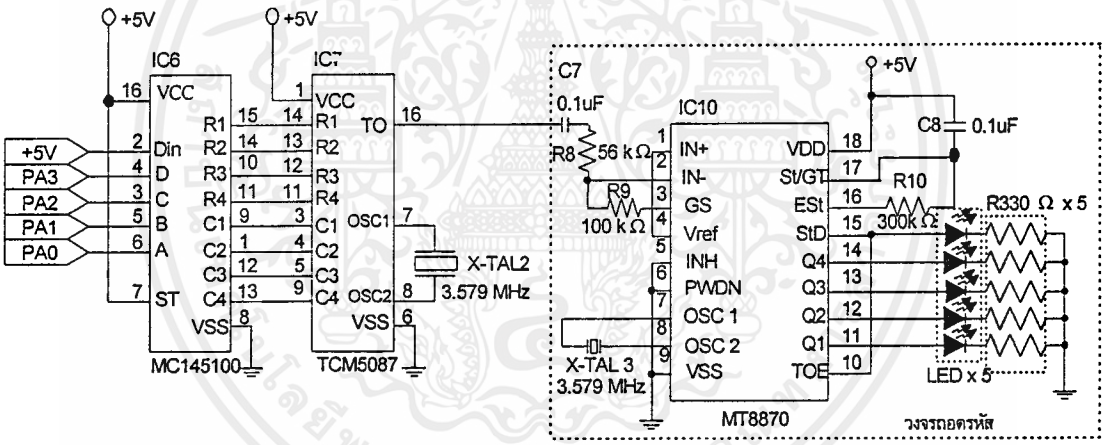
4.1.3 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่ (ทางด้านส่ง)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.4 โดยต่อเอาต์พุตของวงจร เข้ากับวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ที่มีไดโอดเปล่งแสง ต่อเพื่อแสดงผล

2. ตรวจสอบการต่อวงจรอีกครั้ง เพื่อความถูกต้อง แล้วป้อนแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ ให้กับวงจร

3. ป้อนสัญญาณให้กับ อินพุต D, C, B, A ของ MC145100 บันทึกผลการทดลองที่ได้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของไดโอดเปล่งแสง ที่เอาต์พุตของวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ว่าตรงกันกับสัญญาณที่ป้อนเข้าไป หรือไม่



รูปที่ 4.4 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากรหัสฐานสอง

ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อต่อวงจร และป้อนแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ เข้าวงจรพร้อมกับต่อเอาต์พุตเข้ากับวงจรถอดรหัสแล้ว ทดลองป้อนสัญญาณดิจิตอลเข้าที่ขา อินพุตของไอซี MC145100 จะเห็นว่าไดโอดเปล่งแสง ที่เอาต์พุตของวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ จะติดและดับเป็นระบบเลขฐานสองขนาด 4 บิต ดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองของวงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากรหัสฐานสอง

สัญญาณอินพุต (D.C.B.A)	สัญญาณเอาต์พุต (Q3.Q2.Q1.Q0)	รหัสสัญญาณของหมายเลข
0000	0001	1
0001	0010	2
0010	0011	3
0011	-	A
0100	0100	4
0101	0101	5
0110	0110	6
0111	-	B
1000	0111	7
1001	1000	8
1010	1001	9
1011	-	C
1100	1011	11
1101	1010	10
1110	1100	12
1111	-	D

4.1.4 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบ (ทางด้านรับ)

ขั้นตอนการทดลอง

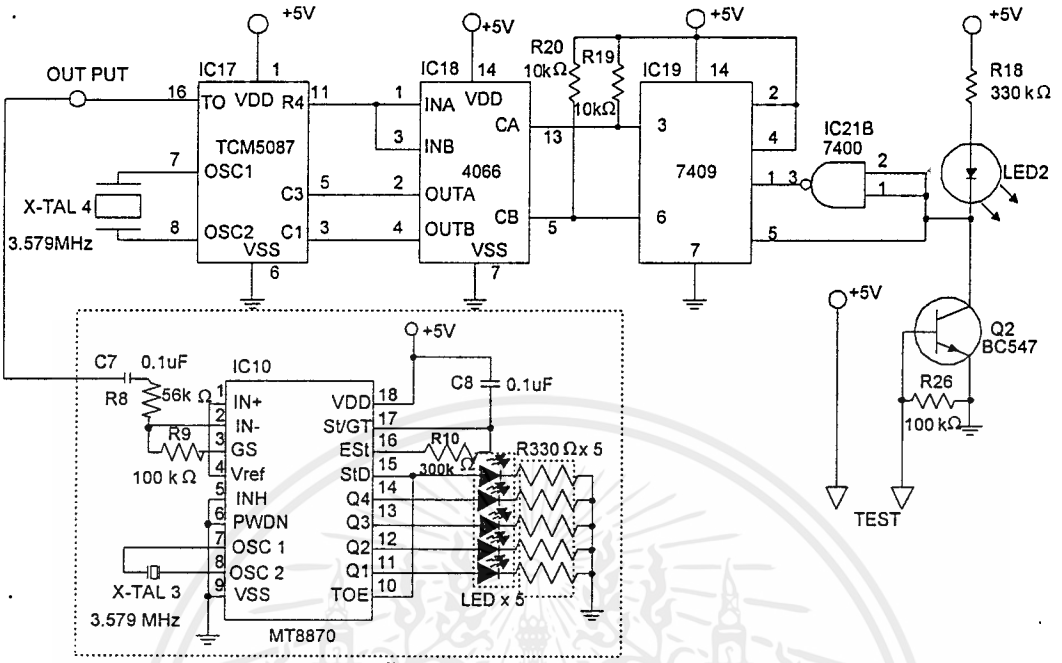
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.5 แล้วนำเอาต์พุตของวงจรไปต่อกับวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ซึ่งแสดงผลโดย ไดโอดเปล่งแสง

2. ตรวจสอบการต่อวงจร แล้วป้อนแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ ให้กับวงจร

3. สังเกตการแสดงผลของไดโอดเปล่งแสง ที่ชุดถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (ขณะที่จุดทดสอบลอยไว้)

4. นำขั้วของจุดทดสอบจุ่มน้ำ สังเกตไดโอดเปล่งแสงแสดงผล ที่ชุดถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 วงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบ (ทางด้านรับ)

ผลการทดลอง

จากการทดลอง ในขณะขั้วทดสอบไม่มีน้ำ ไดโอดเปล่งแสงจะแสดงผลเป็น 1011 ซึ่งเป็นรหัสของสัญญาณ * และเมื่อนำขั้ว ทดสอบ ไปจุ่มน้ำ ไดโอดเปล่งแสง จะแสดงผลเป็น 1100 ซึ่งเป็นรหัสของสัญญาณ #

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองวงจรสร้างสัญญาณความถี่คู่จากผลการตรวจสอบ

เงื่อนไข	สถานะของสวิตช์ ที่ R4, C1	สถานะของสวิตช์ ที่ R4, C3	เอาต์พุตของวงจรถอดรหัส (Q4, Q3, Q2, Q1)
ไม่มีน้ำ	ON	OFF	1011
มีน้ำ	OFF	ON	1100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 วงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต

ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.6

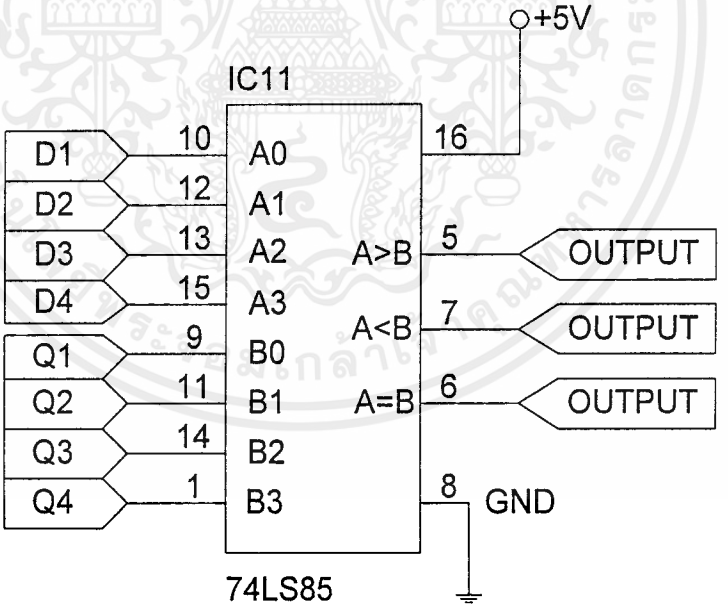
2. ตรวจสอบความถูกต้องของการประกอบวงจร แล้วป้อนแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ ให้กับวงจร

3. กำหนดให้สัญญาณที่ A0-A3 เป็น 0000

4. กำหนดให้สัญญาณที่ B0-B3 เป็น 0000

5. วัดสัญญาณเอาต์พุตที่ขา 5 (A>B), ขา 7 (A<B), 6 (A=B)

6. เปลี่ยนสัญญาณที่ป้อนให้กับอินพุต A0-A3 กับ B0-B3 โดยให้อินพุตค่าต่างๆ กัน คือ อินพุต A น้อยกว่าอินพุต B และอินพุต A เท่ากับอินพุต B สังเกตผลที่เกิดขึ้นที่ขาเอาต์พุต A>B, A<B, และ A=B



รูปที่ 4.6 วงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อให้สัญญาณที่อินพุต A0-A3 มีค่ามากกว่าสัญญาณที่ อินพุต B0-B3 ทำให้ที่ขา 5 คือ ขาเอาต์พุตของ A>B มีค่าเป็น 1

เมื่อให้สัญญาณที่อินพุต A0-A3 มีค่าน้อยกว่าสัญญาณที่ อินพุต B0-B3 ทำให้ที่ขา 7 คือ ขาเอาต์พุตของ A<B มีค่าเป็น 1

เมื่อให้สัญญาณที่อินพุต A0-A3 มีค่าเท่ากับสัญญาณที่ อินพุต B0-B3 ทำให้ที่ขา 6 คือ ขาเอาต์พุตของ A=B มีค่าเป็น 1

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรเปรียบเทียบข้อมูลขนาด 4 บิต

สัญญาณที่อินพุต A3 A2 A1 A0.	สัญญาณที่อินพุต B3 B2 B1 B0	เอาต์พุต A>B	เอาต์พุต A<B	เอาต์พุต A=B
0000	0000	0	0	1
0001	0000	1	0	0
0000	0001	0	1	0
0010	0010	0	0	1
0011	0001	1	0	0
0100	0101	0	1	0
0101	0101	0	0	1
0110	0100	1	0	0
0111	0111	0	0	1
1000	0011	1	0	0
1001	1101	0	1	0
1010	1101	0	1	0
1011	1011	0	0	1
1101	1010	1	0	0
1110	1101	1	0	0
1111	1111	0	0	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

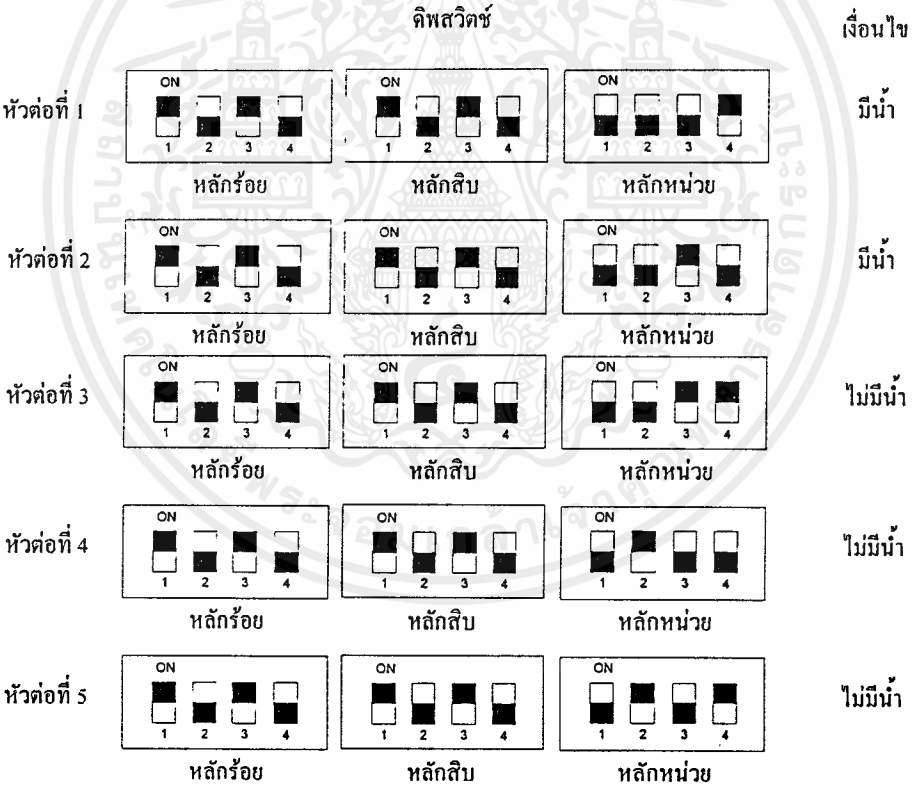
4.2 การทดลองชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

การทดลองนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการตรวจสอบหัวต่อ กับส่วนของการแสดงผล และส่วนของการพิมพ์ข้อมูลที่บันทึกไว้ออกทางเครื่องพิมพ์ โดยสามารถอธิบายถึงการทดลองได้ดังนี้ คือ

1. นำการ์ดด้านส่งของวงจรเสียบลงบนสล็อต ในเมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์

2. ต่อสายส่งจากด้านส่ง ไปยังวงจรทางด้านรับ ที่หัวต่อที่ 1 ถึงหัวต่อที่ 5 โดยต่อขนานกันไป

3. ตั้งค่าดิพสวิตช์ที่หัวต่อที่ 1 ถึง 5 พร้อมกำหนดเงื่อนไขดังนี้



รูปที่ 4.7 การตั้งดิพสวิตช์ที่หัวต่อ

4. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ทำการ RUN โปรแกรม PCBCM.EXE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ใส่ค่าจำนวนของหัวต่อทั้งหมดที่ติดตั้งไว้

6. เลือกรายการตรวจสอบหัวต่อแบบอัตโนมัติ และแบบเจาะจงหัวต่อตามที่ตั้งค่าของดิพสวิตช์ไว้ สังเกตผลที่แสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์

7. เลือกรายการแสดงผล ลำดับที่ 1 ถึง 5 สังเกตผลที่ได้

8. เลือกรายการพิมพ์ข้อมูล ลำดับที่ 1 ถึง 5 สังเกตผลที่ได้

9. ดิพสวิตช์ที่หัวต่อเป็นค่าอื่นๆ

10. ทำการทดลอง ตามข้อ 5 ถึงข้อ 8 ซ้ำอีกครั้ง

ผลการทดลอง

เมื่อเลือกรายการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ หน้าจอจะแสดงผลการตรวจสอบ โดยเริ่มตั้งแต่ หัวต่อที่ 1 ถึง และที่หัวต่อที่ 1 กับหัวต่อที่ 2 จะแสดงผลเป็น DANGER และจะมีสัญญาณกระพริบเตือน หัวต่อที่ 3 ถึงหัวต่อที่ 5 แสดงผล เป็น GOOD ส่วนหัวต่อที่เหลือ คือ หัวต่อที่ 6 ถึงค่าที่กำหนดจำนวนไว้ จะแสดงผลเป็น No-respone และเมื่อเลือกการตรวจสอบแบบเจาะจงหัวต่อ ผลที่ได้ก็จะเหมือนกัน

เมื่อเลือกรายการแสดงผลข้อมูล

ลำดับที่ 1 หน้าจอจะแสดงผลสรุปของข้อมูลที่บันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูลที่ 1 คือ แฟ้มข้อมูลที่บันทึกก่อนการบันทึกครั้งหลังสุด 4 ครั้ง

ลำดับที่ 2 หน้าจอจะแสดงผลสรุปของข้อมูลที่บันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูลที่ 2 คือ แฟ้มข้อมูลที่บันทึกก่อนการบันทึกครั้งหลังสุด 3 ครั้ง

ลำดับที่ 3 หน้าจอจะแสดงผลสรุปของข้อมูลที่บันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูลที่ 3 คือ แฟ้มข้อมูลที่บันทึกก่อนการบันทึกครั้งหลังสุด 2 ครั้ง

ลำดับที่ 4 หน้าจอจะแสดงผลสรุปของข้อมูลที่บันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูลที่ 4 คือ แฟ้มข้อมูลที่บันทึกก่อนการบันทึกครั้งหลังสุด 1 ครั้ง

ลำดับที่ 5 หน้าจอจะแสดงผลสรุปของข้อมูลที่บันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูลที่ 5 คือ แฟ้มข้อมูลที่บันทึกครั้งหลังสุด

เมื่อเลือกรายการพิมพ์ข้อมูลลำดับที่ 1 ถึง 5 ผลที่ได้ จากการพิมพ์จะเหมือนกับผลจากการแสดงผลข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการค่าดิพสวิตช์ที่หัวต่อ ผลการตรวจสอบจะเปลี่ยนไป คือ จะมีผลเป็น DANGER หรือ GOOD (แล้วแต่กำหนด) เฉพาะหัวต่อที่หมายเลขตรงกับค่าที่ตั้งไว้ที่ดิพสวิตช์เท่านั้น ส่วนในหมายเลขหัวต่ออื่นๆ จะมีผลของผลเป็น No-respone

การพิมพ์ และการแสดงผลก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน

4.2.1 การทดลองหาค่าความผิดพลาดของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

1. ตั้งค่าดิพสวิตช์ ให้มีหมายเลขหัวต่อ และเงื่อนไขตามตารางที่ 4.4

2. ทำการทดสอบหัวต่อ โดยใช้สายโทรศัพท์เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.9 มิลลิเมตร ที่กำหนดระยะความยาว 3 กิโลเมตร โดยใช้ค่าความต้านทานแทน คือ ความยาวของสาย 1 กิโลเมตร เท่ากับ 58 โอห์ม

3. สังเกต และบันทึกผลในตารางที่ 4.4

4. ทำการทดลองตามข้อ 1 ถึง 3 ทั้งหมด 10 ครั้ง คำนวนหาค่าความผิดพลาด บันทึกผลในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองหาค่าความผิดพลาด ที่ระยะ 3 กิโลเมตร

หมายเลขหัวต่อ	เงื่อนไขที่กำหนด	ผลการทดลองครั้งที่										ค่าความผิดพลาด(%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	มีน้ำ	ผิด	ถูก	ถูก	ผิด	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	20
2	มีน้ำ	ถูก	ถูก	ผิด	ผิด	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	20
3	มีน้ำ	ถูก	ผิด	ถูก	ถูก	ผิด	ผิด	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	30
4	ไม่มีน้ำ	ถูก	ถูก	ผิด	ผิด	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	20
5	ไม่มีน้ำ	ถูก	ผิด	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	ถูก	10

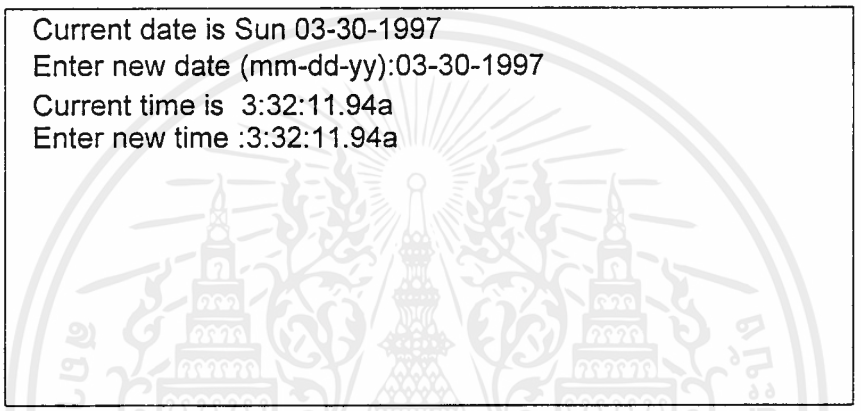
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองการทำงานของโปรแกรมชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

การทดสอบนี้สามารถแบ่งเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้

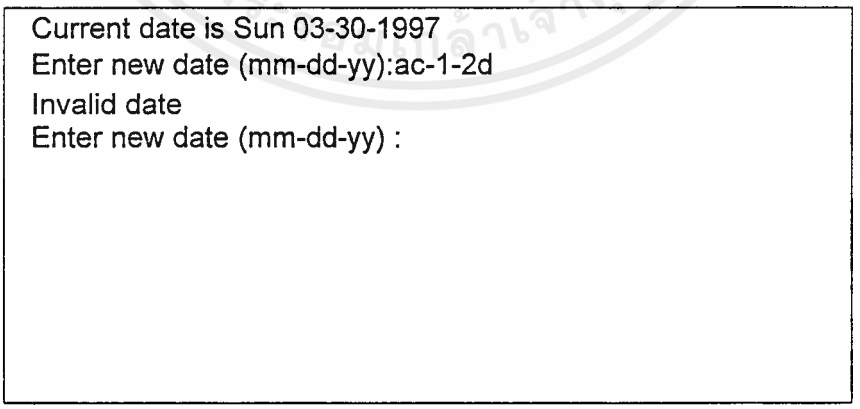
1. การป้อนค่าวันที่และเวลาที่ตรวยสอบ

- เมื่อเข้าสู่โปรแกรมผู้ใช้จะต้องป้อนวันที่ และเวลาปัจจุบันดังนี้



รูปที่ 4.8 การตั้งวันที่และเวลาที่ตรวจสอบ

- ทดลองป้อนค่าวันที่ที่มีรูปแบบที่ผิดไปผลที่ได้จะเป็นดังนี้



รูปที่ 4.9 กรณีที่ตั้งค่าวันที่ไม่ถูกต้อง

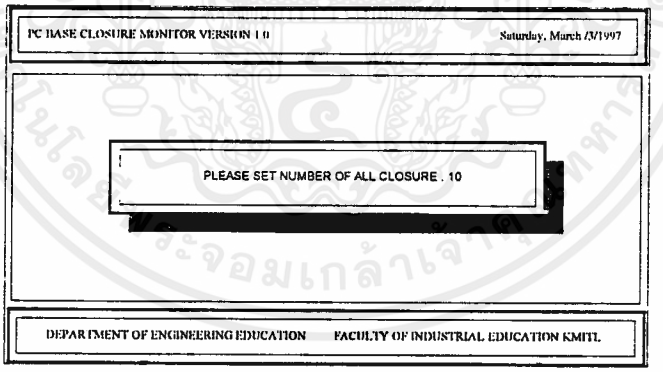
- ทดลองป้อนค่าวันที่และเวลาที่มีรูปแบบที่ผิดไปผลที่ได้จะเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Current time is 3:32:11.94a
Enter new time 03:A0:CV
Invalid time
Enter new time :
```

รูปที่ 4.10 กรณีที่ป้อนค่าเวลาไม่ถูกต้อง

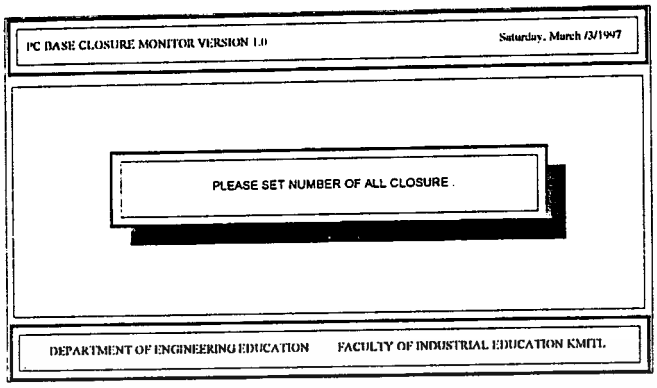
2.เมื่อป้อนวันที่ และเวลาเสร็จเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะกำหนดให้ผู้ใช้ป้อนจำนวนหัวต่อทั้งหมดที่มีอยู่ จากนั้นทดลองป้อนจำนวนหัวต่อค่าต่าง ๆ กันจะได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.11 การป้อนจำนวนหัวต่อที่ต่อไว้ในระบบ

ทดลองป้อนจำนวนหัวต่อค่าอื่น ที่ไม่ใช่ตัวเลข และจำนวนที่มีค่ามากเกินกว่าสามหลัก จะได้ผลการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

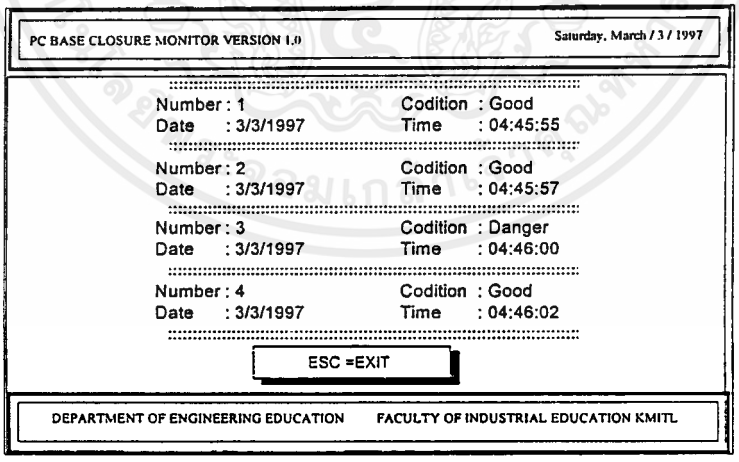


รูปที่ 4.12 การป้อนค่าหัวต่อที่ไม่ถูกต้อง

3. การทดลอง โปรแกรมในส่วนของการตรวจสอบหัวต่อแบบอัตโนมัติ

3.1 ทดลองป้อนจำนวนหัวต่อสูงสุดเป็น 10 หัวต่อ

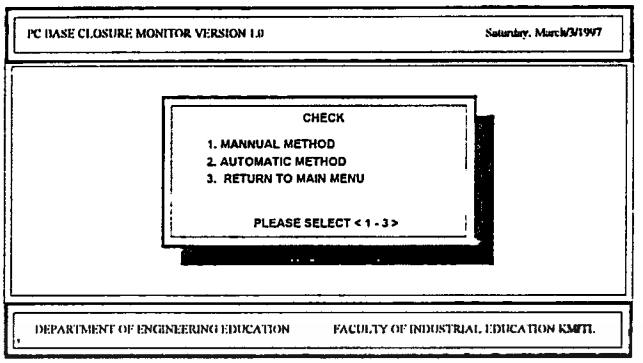
3.2 เลือกการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ เมื่อเลือกรายการตรวจสอบเสร็จหน้าจอจะปรากฏดังนี้



รูปที่ 4.13 การแสดงผลการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ

ขณะโปรแกรมกำลังตรวจสอบให้ทดลองกด Key Esc หนึ่งครั้งผลที่ได้จะเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



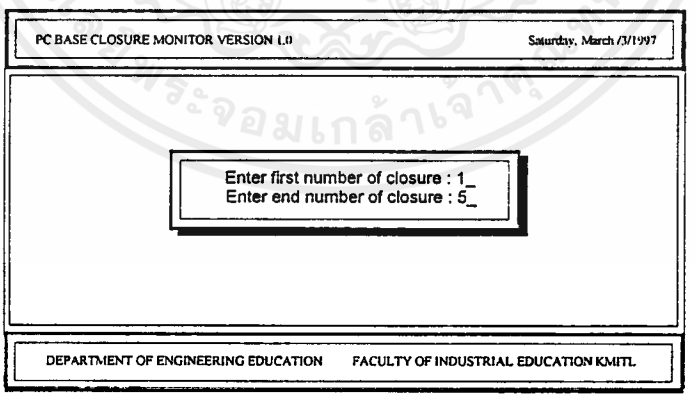
รูปที่ 4.14 หน้าจอขณะยกเลิกการตรวจสอบ

4.การทดลองการตรวจสอบแบบเจาะจงหัวต่อ

4.1 เลือกรายการตรวจสอบแบบเจาะจงหัวต่อ

4.2 เลือกการตรวจสอบแบบที่หนึ่ง

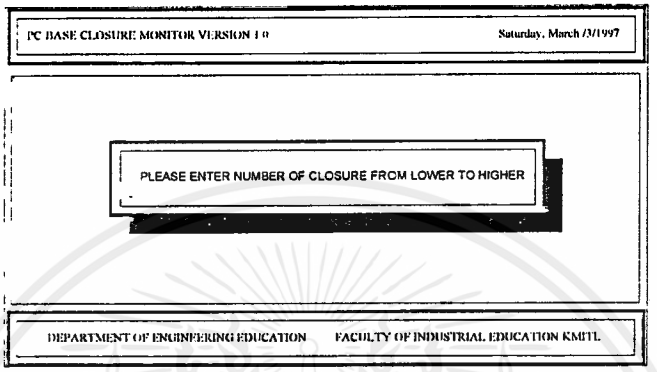
4.3 ทดลองป้อนค่าหมายเลขของหัวต่อ จากหมายเลขหนึ่งถึงหมายเลขห้า จะได้ผลการทำงานดังนี้



รูปที่ 4.15 การเลือกตรวจสอบแบบเป็นช่วง

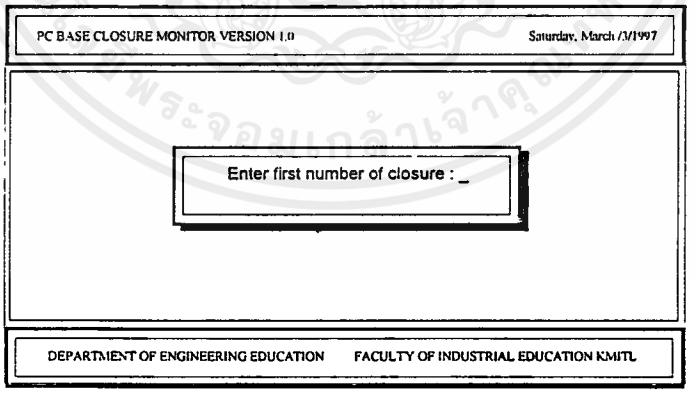
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองป้อนค่าหัวต่อค่าอื่นๆ จากมากไปหาน้อย และป้อนค่าที่เป็นค่าอื่นนอกเหนือจากตัวเลขจะได้ผลการทำงานดังนี้



รูปที่ 4.16 ผลของการป้อนข้อมูลของหัวต่อจากมากไปหาน้อย

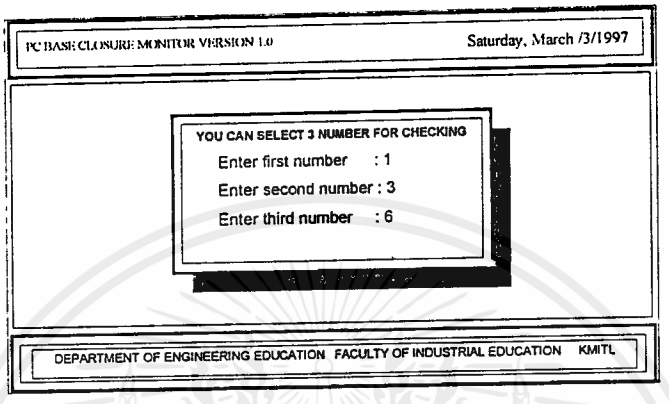
เมื่อทดลองป้อนค่าต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ตัวเลขจะได้ผลการทำงานดังนี้



รูปที่ 4.17 การป้อนข้อมูลของหัวต่อที่ไม่ถูกต้อง

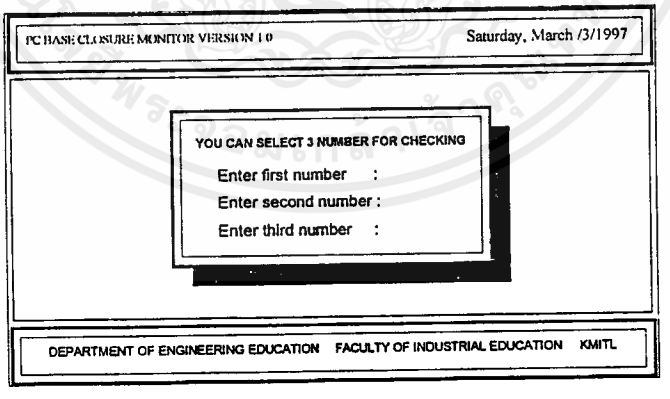
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 เลือกหมายเลขสองจาก MANUAL MENU ป้อนค่าของหมายเลขหัวต่อค่าต่างๆ สามค่าจะได้ผลการทำงานดังนี้



รูปที่ 4.18 การตรวจสอบแบบเจาะจงหัวต่อ

ทดลองป้อนค่าของหัวต่อที่ไม่ใช่ตัวเลขจะได้ผลการทำงานดังนี้

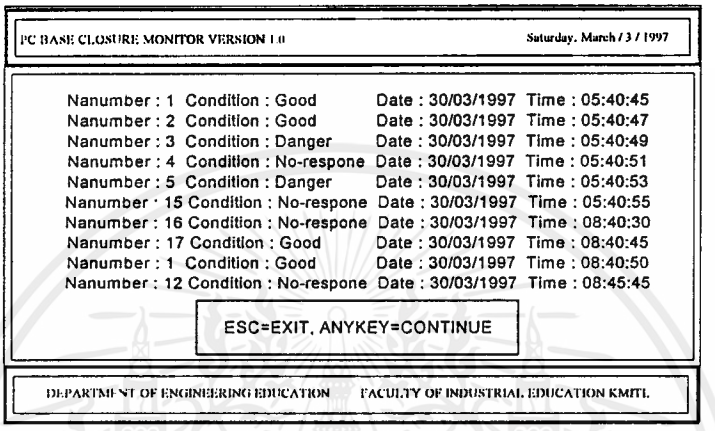


รูปที่ 4.19 การป้อนค่าของหัวต่อที่ผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองโปรแกรมแสดงผลของข้อมูลที่บันทึกไว้

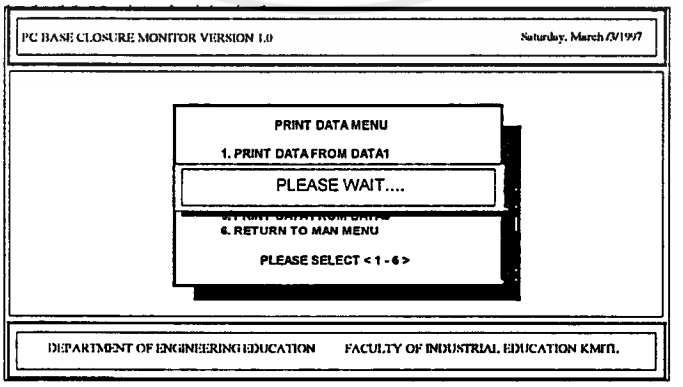
- ที่รายการหลักเลือกรายการแสดงผลข้อมูล
- เลือกรายการแสดงผลที่ 1 - 5 จะได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.20 การแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

4.6 การทดลองโปรแกรมการพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์

- ที่รายการหลักเลือกรายการพิมพ์ข้อมูล
- เลือกข้อมูลที่ต้องการจะพิมพ์ตั้งแต่ 1 ถึง 5 จะได้ผลการทำงานดังนี้



รูปที่ 4.21 การพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สรุป

จากการทดสอบ ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่า ได้ผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ สามารถตรวจสอบหัวต่อได้ 999 หัวต่อ, สามารถส่งสัญญาณตรวจสอบ และไฟเลี้ยงได้ในคู่สายเดียวกัน, สามารถแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นยังสามารถบันทึก และพิมพ์ข้อมูลของการตรวจสอบ ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ แต่การทำงานยังมีความผิดพลาด ซึ่งเมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาด ปรากฏว่าเป็น 20 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอผลงานเกี่ยวกับ ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นี้ สามารถทำการตรวจสอบ, แสดงผล, บันทึกวันเวลา และพิมพ์ผลที่บันทึกไว้ ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ โดยสามารถทำงานได้ทั้ง แบบอัตโนมัติ และแบบเจาะจงเฉพาะหัวต่อที่ต้องการตรวจสอบ ด้วยการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานทั้งหมด ดังนั้นจึงทำให้การทำงานของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นี้ ง่ายต่อการใช้งาน และหากนำไปใช้ในระบบของการวางสายโทรศัพท์จริง จะมีประโยชน์ต่อระบบสื่อสารมาก

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงงาน

5.2.1 ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจการทำงานของระบบการเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่จากเลขฐานสอง, การส่งสัญญาณทั้งกระแสสลับ และกระแสตรงภายในสายเส้นเดียว และระบบการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์

5.2.2 ทำให้เกิดทักษะทางด้านการทำงาน ทั้งทางด้านทฤษฎี และปฏิบัติ

5.2.3 ทำให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน และรู้จักแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

5.2.4 ทำให้ได้รับประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

5.2.5 เพื่อเป็นแนวทางให้นักศึกษารุ่นต่อๆ ไปศึกษา และพัฒนาชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2.6 เพื่อนำโครงงานนี้ไปใช้สอบในรายวิชา โครงงานสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

จากผลการทดลองการทำงานของ ชุดตรวจสอบนำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ผลปรากฏว่าสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ แต่จากการทดลอง ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

5.3.1 แผ่นวงจรพิมพ์ ที่ทำมานั้นมีบางส่วนของเส้นลายวงจรชิดกันมาก จึงทำให้บางช่วงเกิดการลัดวงจรกัน ทำให้ การทำงานของวงจรผิดพลาด หรือบางส่วนของวงจรไม่สามารถทำงานได้

แก้ปัญหานี้ได้ด้วยการตรวจสอบ และทำความสะอาดแผ่นวงจรพิมพ์ โดยขัดด้วยแปรงอ่อนๆ ก่อนการลงอุปกรณ์ทุกครั้ง

5.3.2. เมื่อลงอุปกรณ์เสร็จแล้ววงจรบางส่วนทำงานไม่ได้ หรือทำงานได้ไม่เหมือนกับที่ทดลองบนแผงทดลอง

แก้ปัญหานี้โดยตรวจสอบอุปกรณ์ทุกตัวที่จะนำมาใช้ว่า อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ พร้อมทั้งต้องออกแบบวงจรพิมพ์ทุกวงจรอย่างรอบคอบ และตรวจสอบให้ดี ก่อนที่จะทำเป็นแผ่นวงจรพิมพ์มาใช้งาน

5.3.3. ขณะที่ทดลองอุปกรณ์บางตัวที่ใช้อยู่ ในวงจรเกิดเสียขึ้น เป็นบางส่วนภายในตัวของอุปกรณ์ เช่นอุปกรณ์ไอซีที่มีวงจรย่อยๆ อยู่ภายในหลายๆ ชุดนั้นบางชุดอาจเกิดเสียขึ้นได้ ทำให้ผลการทดลองบางส่วนผิดพลาด

แก้ปัญหานี้ด้วยการลองวัดค่าอินพุต และเอาต์พุตของอุปกรณ์ตัวที่คาดว่าจะเสียดูทุกๆ เอาต์พุตที่ใช้งาน หรือลองถอดอุปกรณ์ตัวนั้นออก แล้วเปลี่ยนตัวใหม่มาใช้แทน

5.3.4.ในส่วนของวงจรถอดรหัสความถี่คู่ บางครั้งทำงานไม่ได้ หรือไม่สามารถตรวจสอบสัญญาณได้ ปัญหานี้เกิดจากสัญญาณอินพุตมีความแรงเกินไป แก้ไขได้โดยการควบคุมความแรงของสัญญาณอินพุตให้มีความแรงพอเหมาะ

5.3.5 การออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบ และตรวจสอบให้เรียบร้อยก่อนที่จะนำมาใช้งาน

5.3.6 อุปกรณ์ที่นำมาใช้ควรตรวจสอบก่อน เช่น ตัวต้านทาน, ทรานซิสเตอร์ หรือไอซีต่างๆ ว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ ซอคเก็ตควรเป็นแบบขากลม จะมีปัญหาน้อยกว่าแบบขาแบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.7 การทำงานของอุปกรณ์บางตัวที่อยู่บนแผงทดลอง ทำงานผิดพลาดเมื่ออยู่ใกล้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพราะความถี่จากคอมพิวเตอร์ เข้ามารบกวนอุปกรณ์บนแผงทดลอง ควรป้องกัน โดยการวางแผงทดลองให้ห่างจากเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นระยะพอสมควร วงจรจึงสามารถทำงานได้ถูกต้อง

5.3.8 อุปกรณ์บางตัวจะไวต่อสัญญาณรบกวนมาก โดยเฉพาะสัญญาณรบกวนที่มากับไฟเลี้ยง จึงทำให้ทำงานผิดพลาดได้ วิธีแก้ไข คือ ต่อตัวเก็บประจุผ่านสัญญาณรบกวนลงกราวด์ที่ใกล้สุด กับขาไฟบวกของไอซี ก็สามารถแก้ปัญหาได้

5.3.9 อุปกรณ์บางตัวที่ออกแบบไว้หาซื้อไม่ได้ จึงต้องใช้อุปกรณ์เบอร์อื่น ที่มีคุณสมบัติเหมือนกันแทน และแก้ไขลายวงจรพิมพ์ที่ทำมาแล้ว โดยการใช้สายต่อแทน

5.3.10 อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจร กินกระแสมากเกินไป ทำให้ระยะทางที่ตรวจสอบได้น้อย จะต้องแก้ปัญหา โดยการใช้อุปกรณ์ที่ใช้กระแสน้อย เช่น อุปกรณ์จำพวก CMOS

5.4 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

โครงงานที่สร้างขึ้นนี้ สามารถทำงานได้ถูกต้องตามขีดความสามารถที่กำหนดแล้ว แต่สามารถที่จะเพิ่มขีดความสามารถของการทำงานของโครงงานได้อีก ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาโดยใช้การเข้ารหัสในการส่งสัญญาณ และการตรวจสอบสัญญาณเพื่อความถูกต้องยิ่งขึ้นของตำแหน่ง และข้อมูล

2. พัฒนาส่วนแสดงผล และเมนูที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นเมนูรูปแบบภาษาไทย

3. ให้สามารถเขียนโปรแกรมแบบฝังตัวในหน่วยความจำได้ เพื่อให้มีการตรวจสอบตลอดเวลา แม้จะไม่ได้สั่งให้โปรแกรมทำงานก็ตาม

4. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows ได้

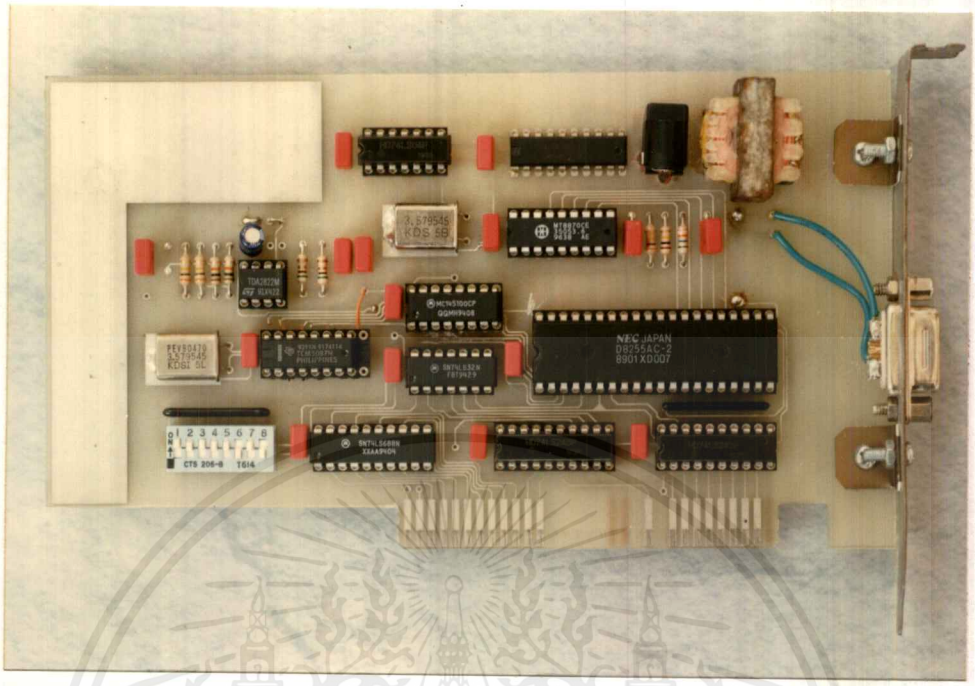
5. พัฒนาให้สามารถส่งสัญญาณตรวจสอบได้ระยะทางไกลขึ้น

จากแนวความคิดที่กลุ่มผู้จัดทำเสนอให้พิจารณานี้ หากผู้ใดสนใจ และต้องการศึกษาระบบการทำงานของโครงงานต่อไป ทางกลุ่มผู้จัดทำจะยินดีมาก และหวังว่าโครงงานนี้จะเป็นชิ้นงาน ที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป หากได้รับการพัฒนา

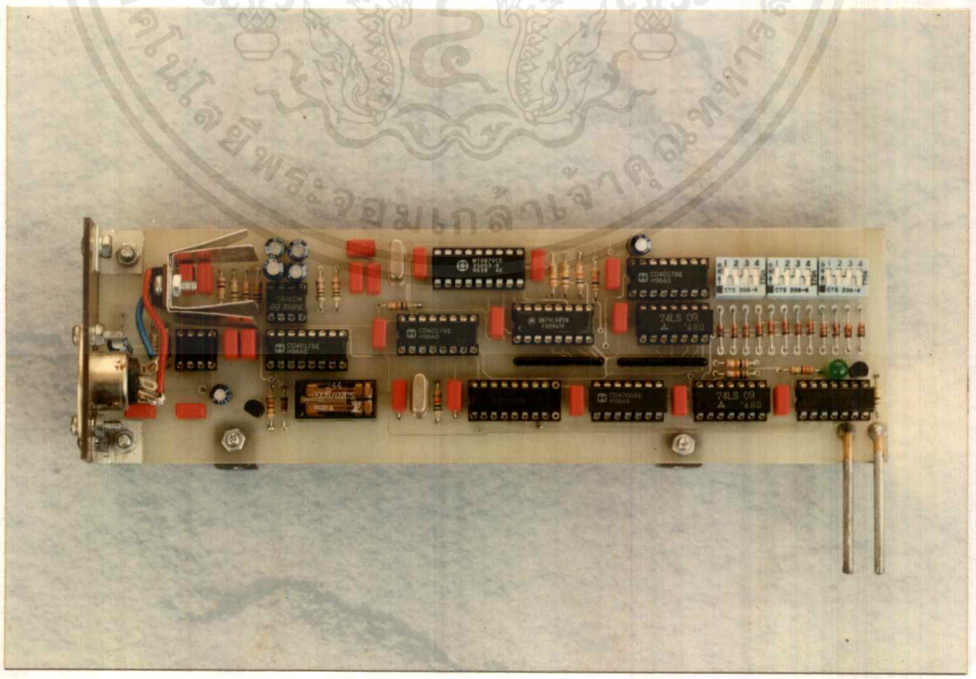
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
รูปต้นแบบของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

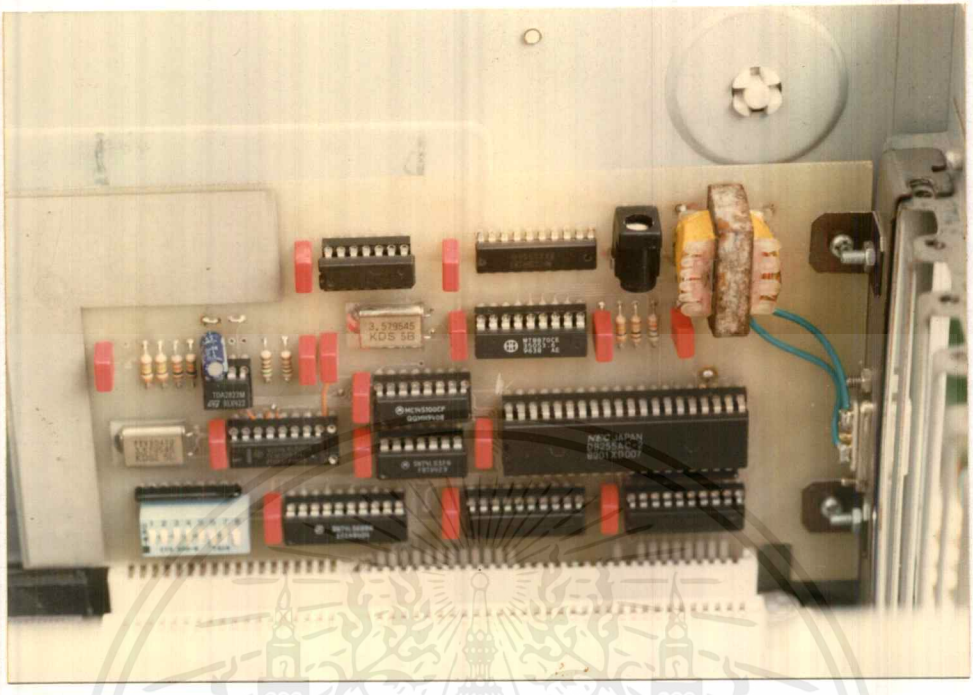


รูปที่ 1 การ์ดของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลส่วนที่อยู่กับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2 การ์ดของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลส่วนที่อยู่กับหัวต่อ

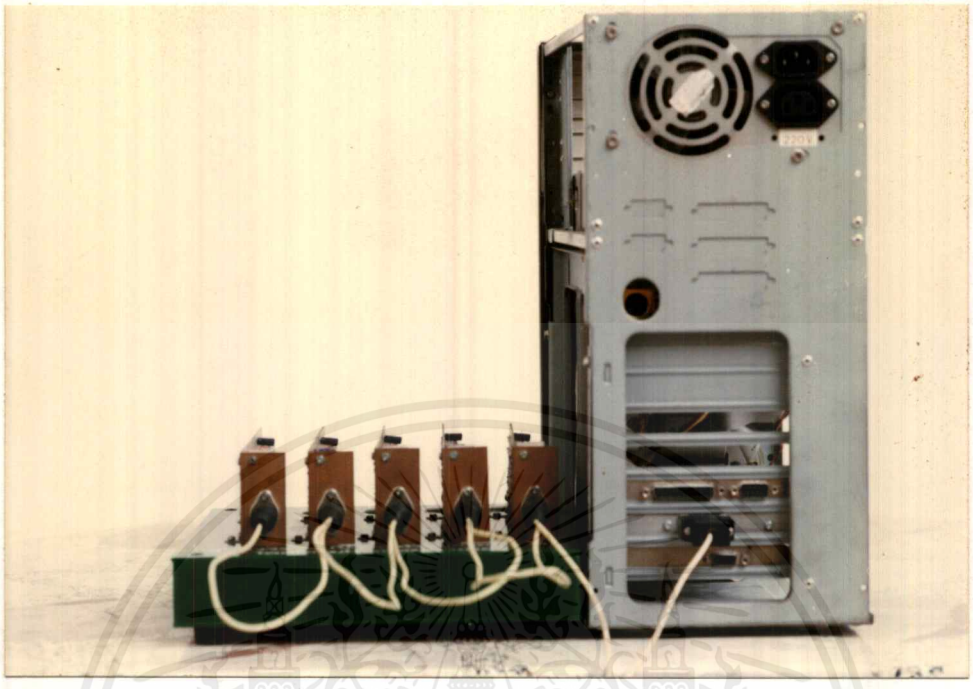
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



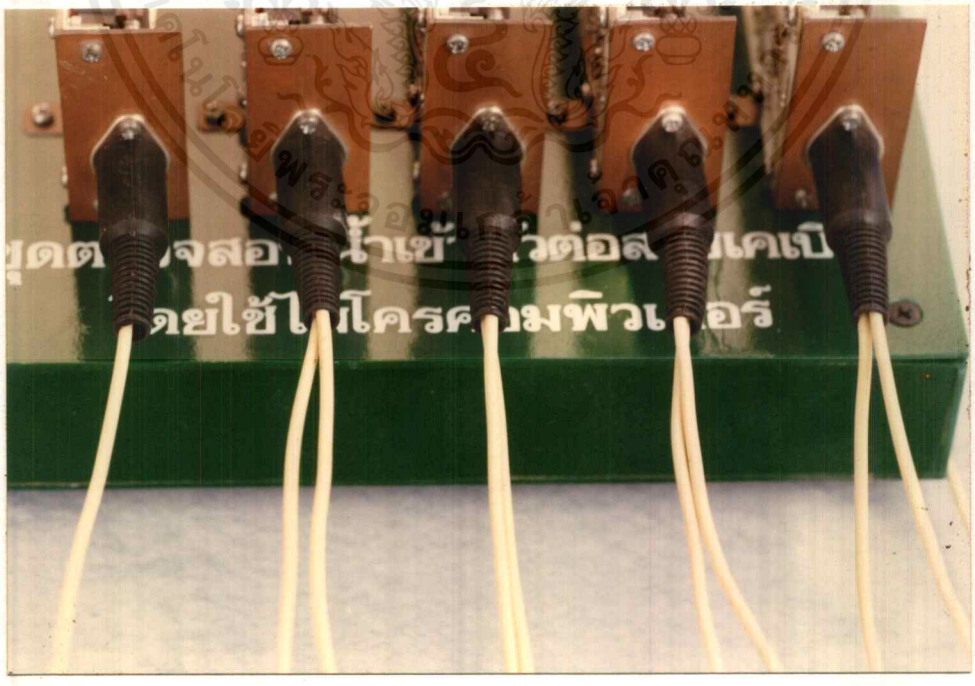
รูปที่ 3 การติดตั้งชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิล

รูปที่ 4 การติดตั้งชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลที่อยู่กับหัวต่อ (จำลอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 การเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างชุดตรวจสอบที่คอมพิวเตอร์กับชุดที่อยู่กับหัวต่อ



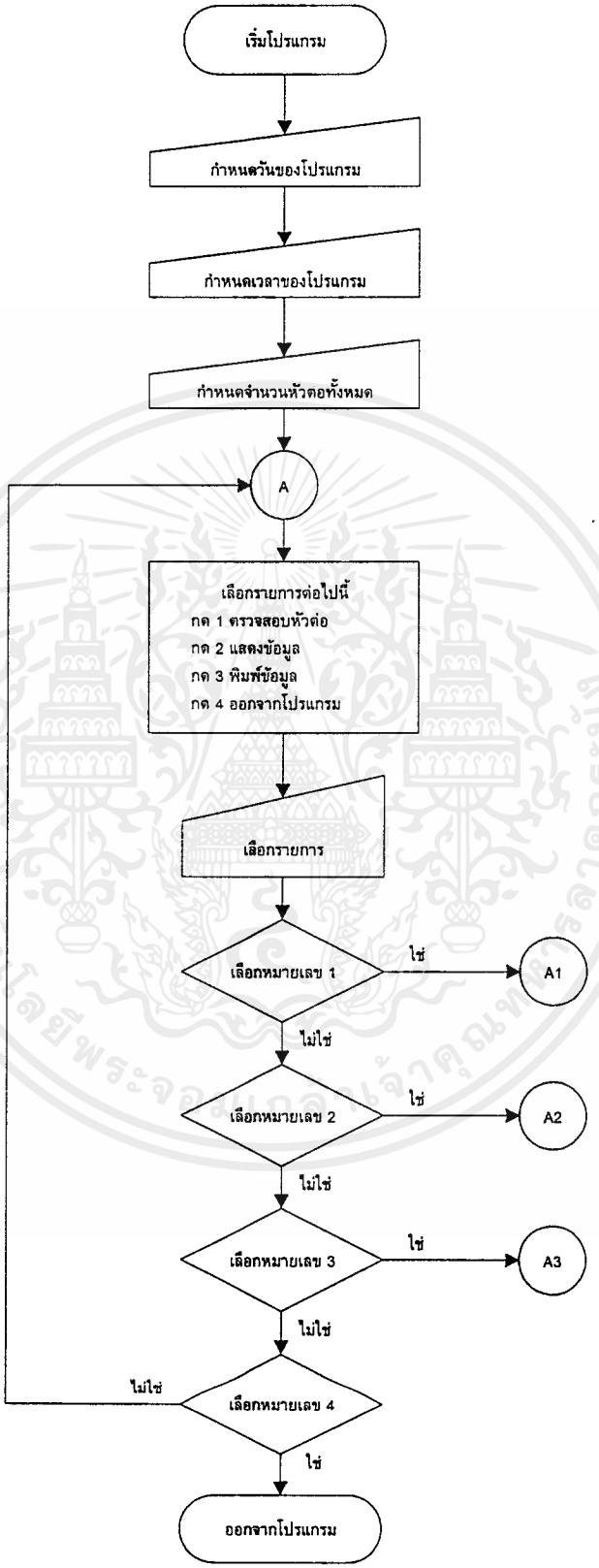
รูปที่ 6 การเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างชุดตรวจสอบของแต่ละหัวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

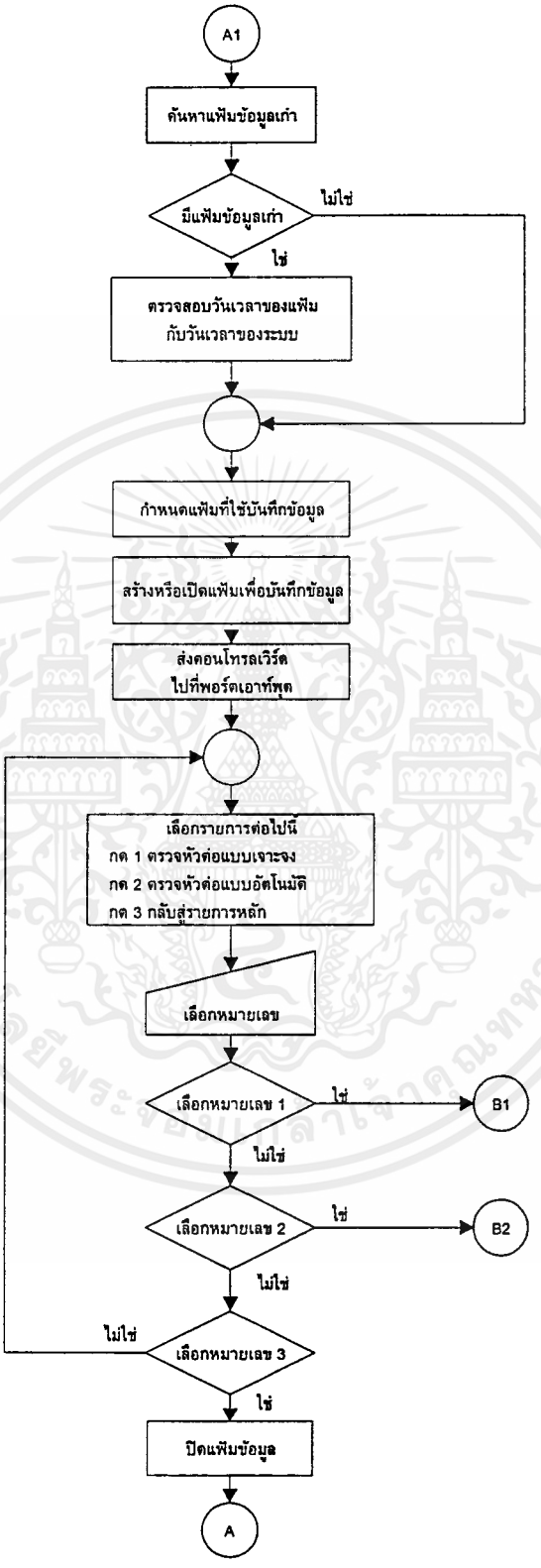
ผังการทำงานและโปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



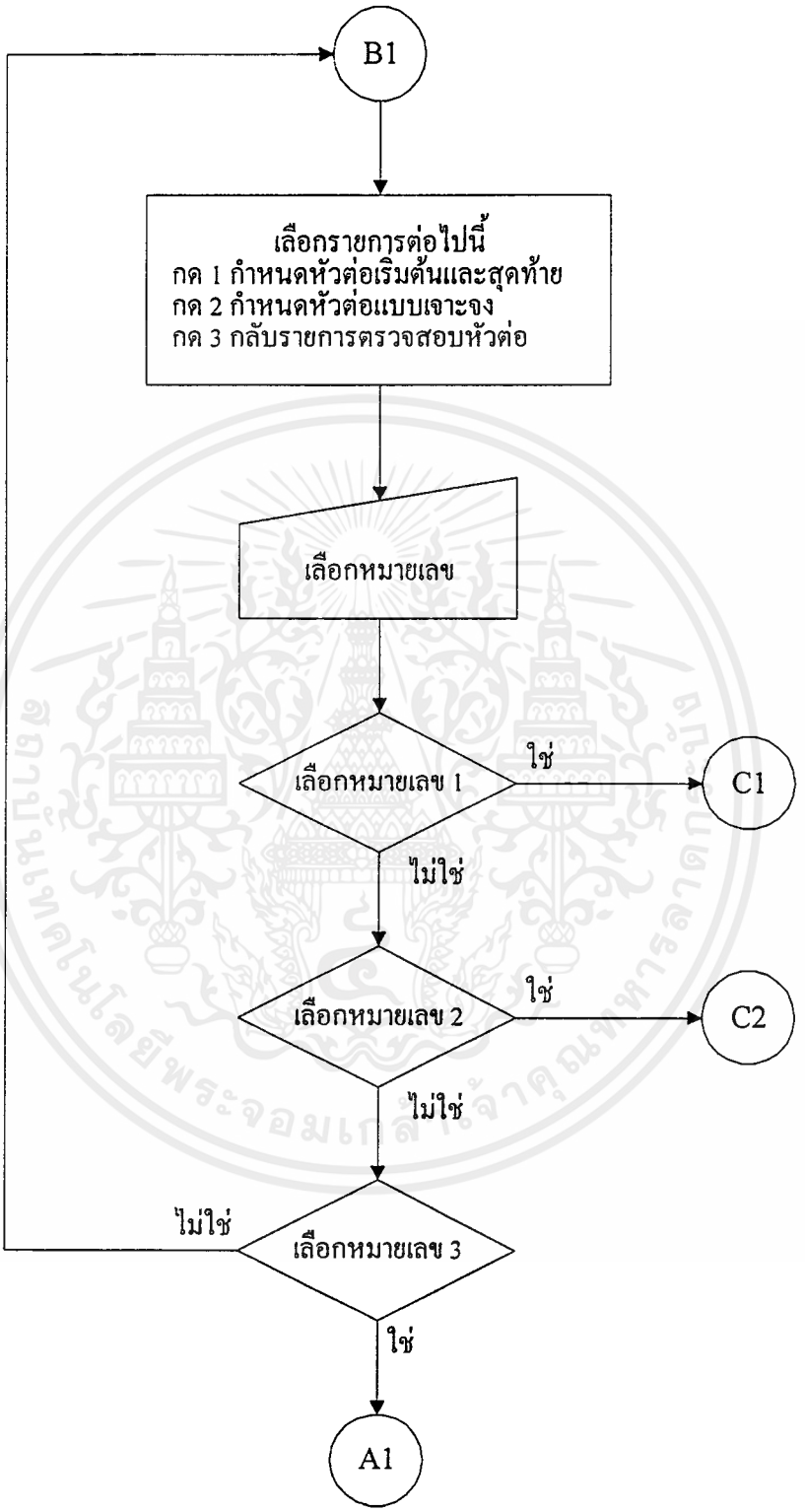
รูปที่ 1 ผังการทำงานโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



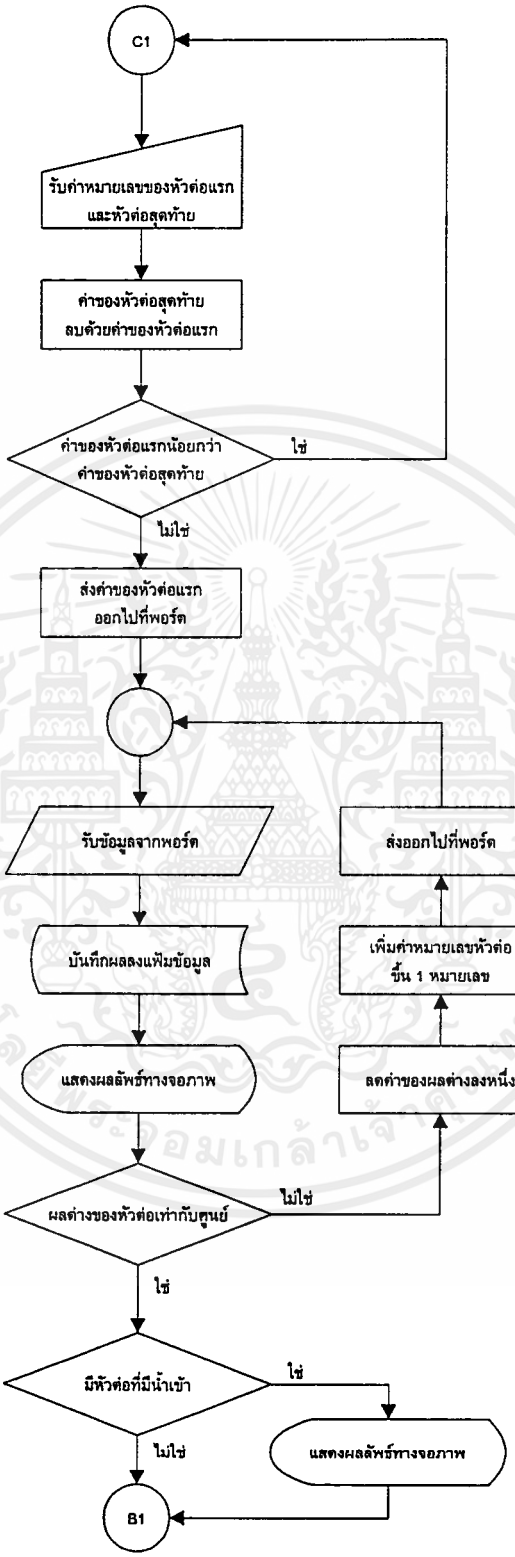
รูปที่ 2 ผังการทำงานโปรแกรมเมนูตรวจสอบหัวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



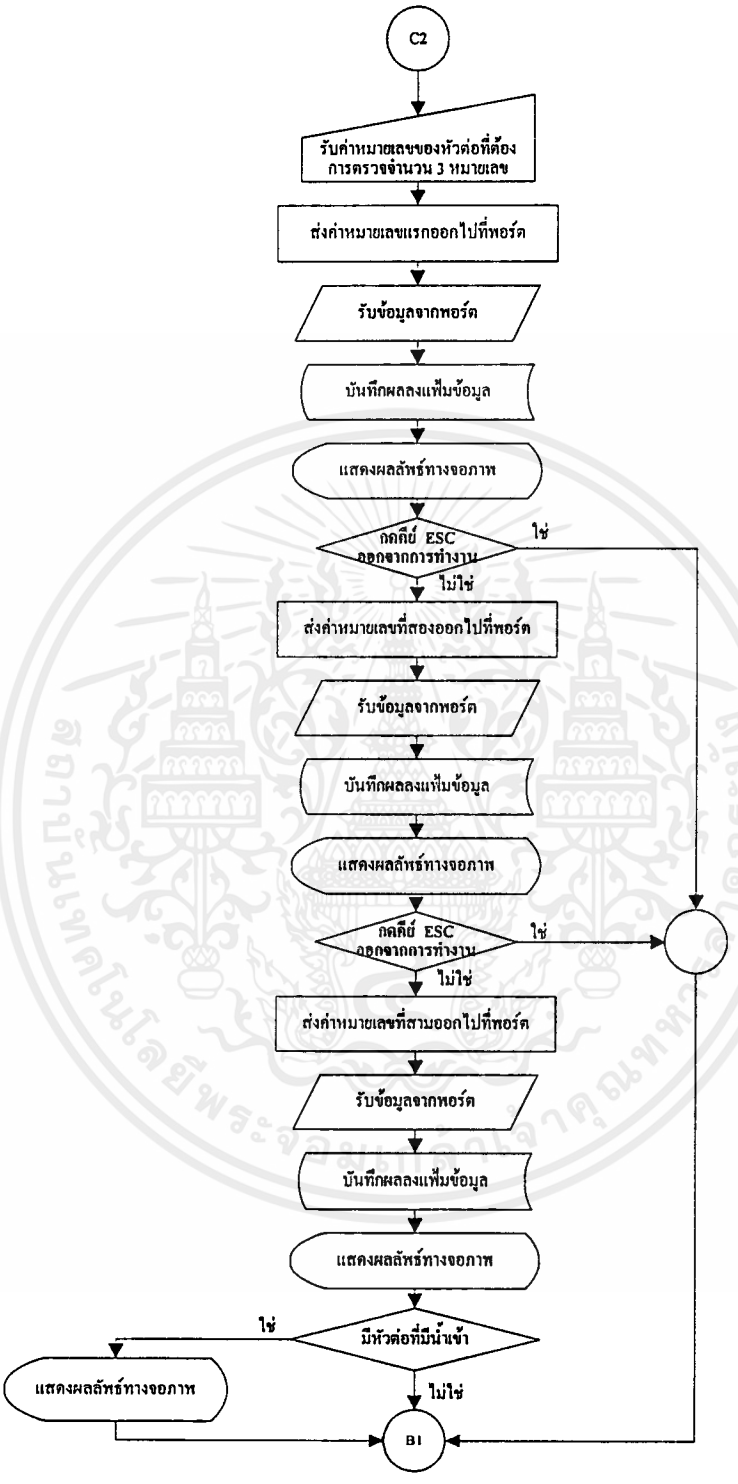
รูปที่ 3 ผังการทำงานโปรแกรมเมนูตรวจสอบแบบเจาะจงหัวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



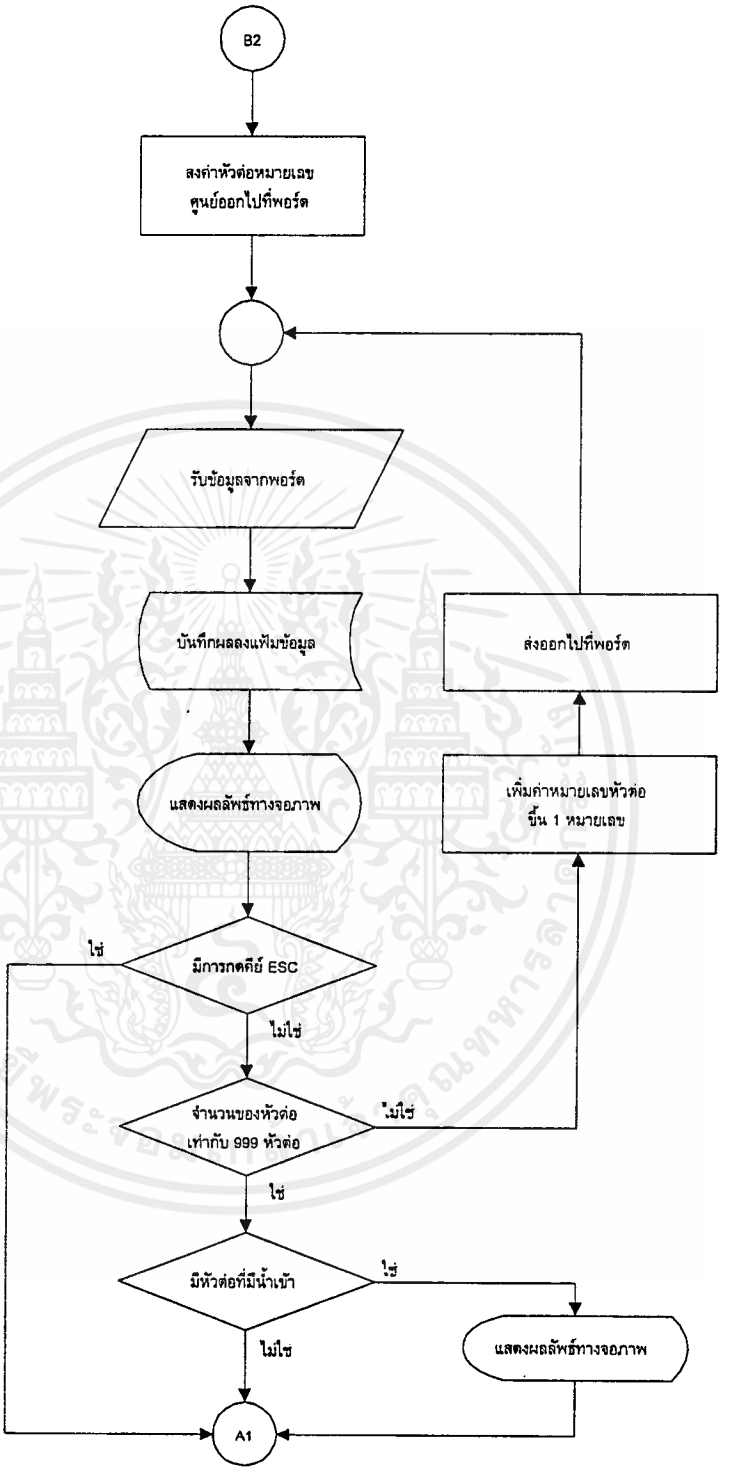
รูปที่ 4 ผังการทำงานโปรแกรมตรวจสอบแบบเจาะจงหัวต่อเมื่อกำหนดหัวต่อเริ่มต้นและสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



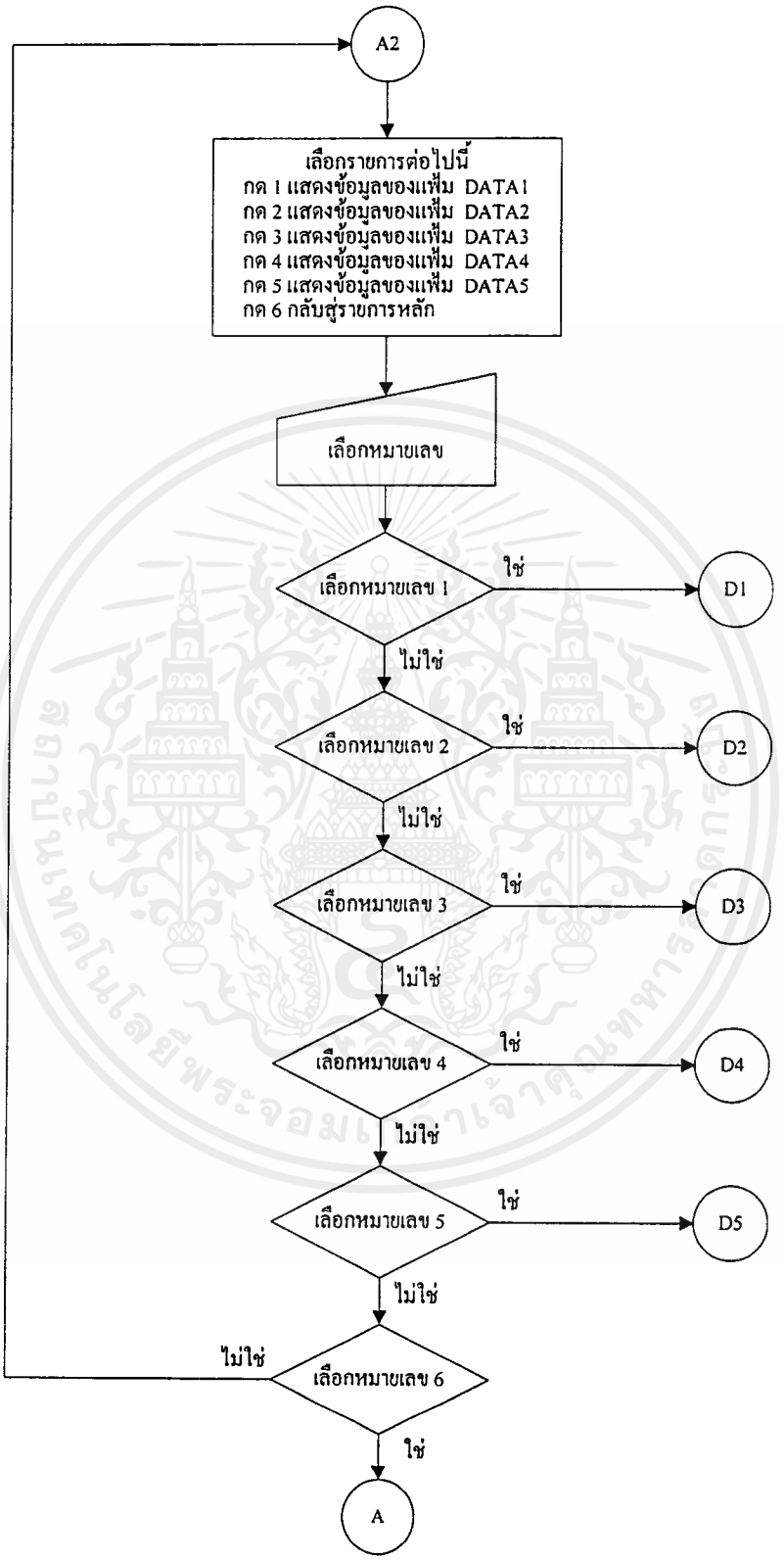
รูปที่ 5 ผังการทำงานโปรแกรมตรวจสอบแบบเจาะจงหัวต่อ เมื่อกำหนดหัวต่อได้ 3 หัวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



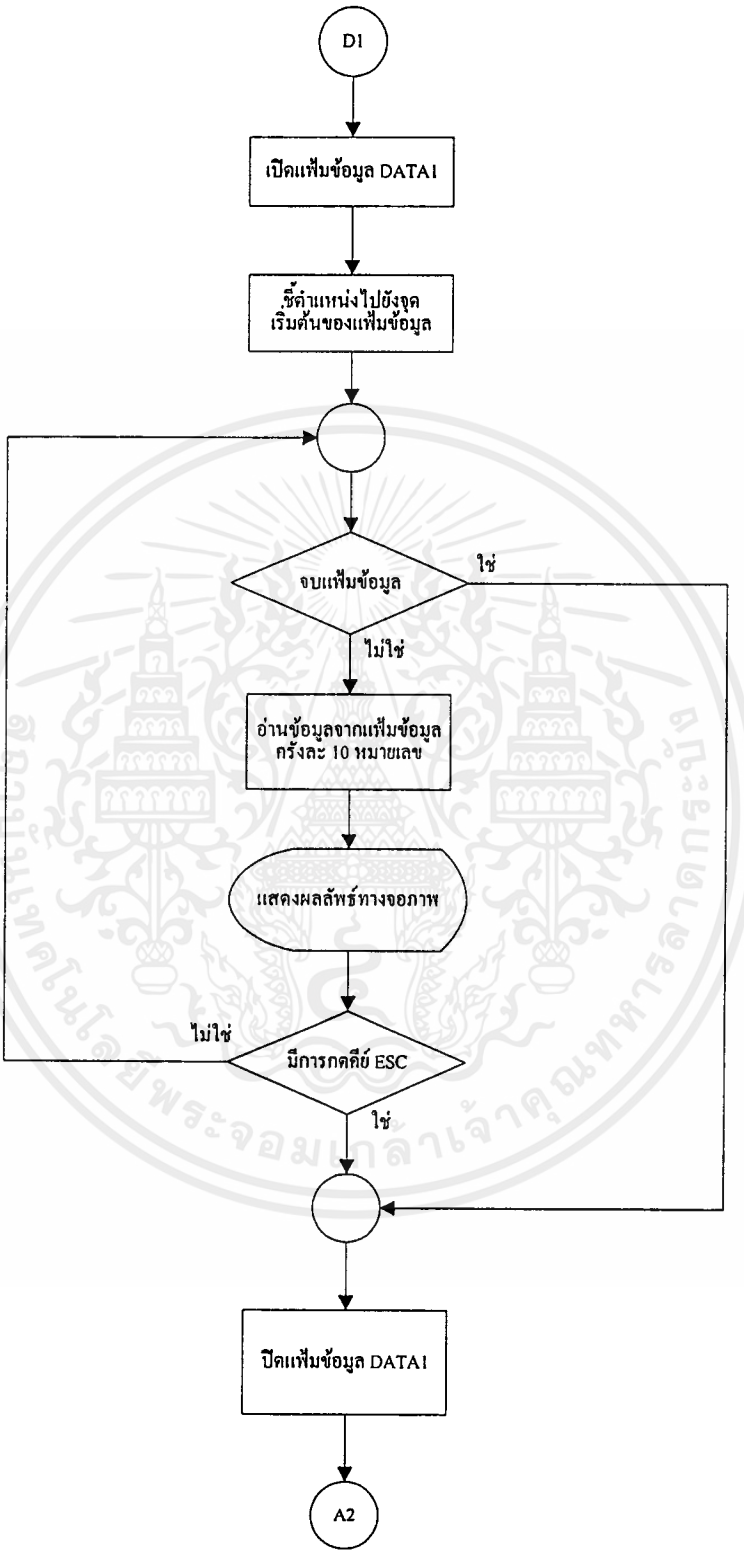
รูปที่ 6 ผังการทำงานโปรแกรมตรวจสอบหัวต่อแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



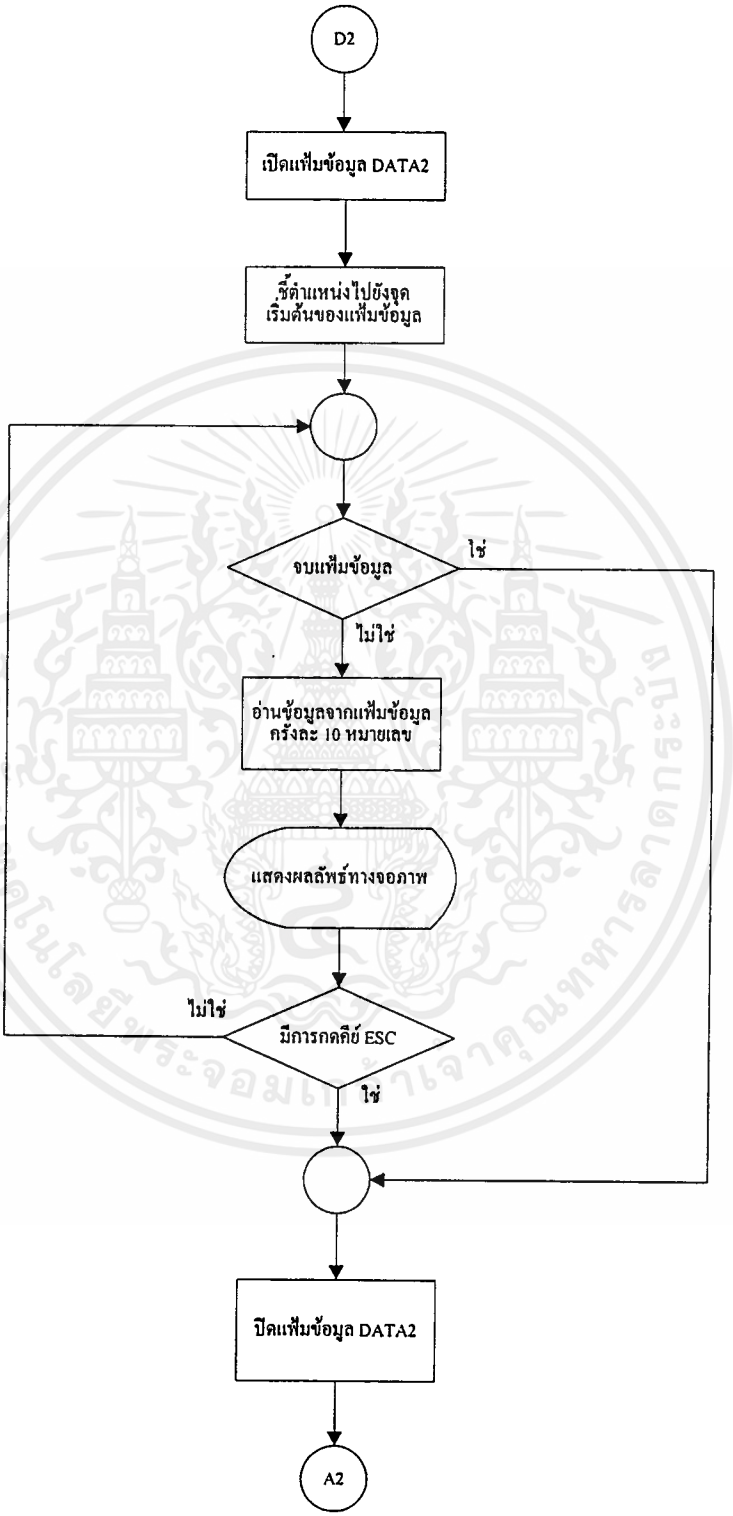
รูปที่ 7 ผังการทำงานโปรแกรมเมนูแสดงผลข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



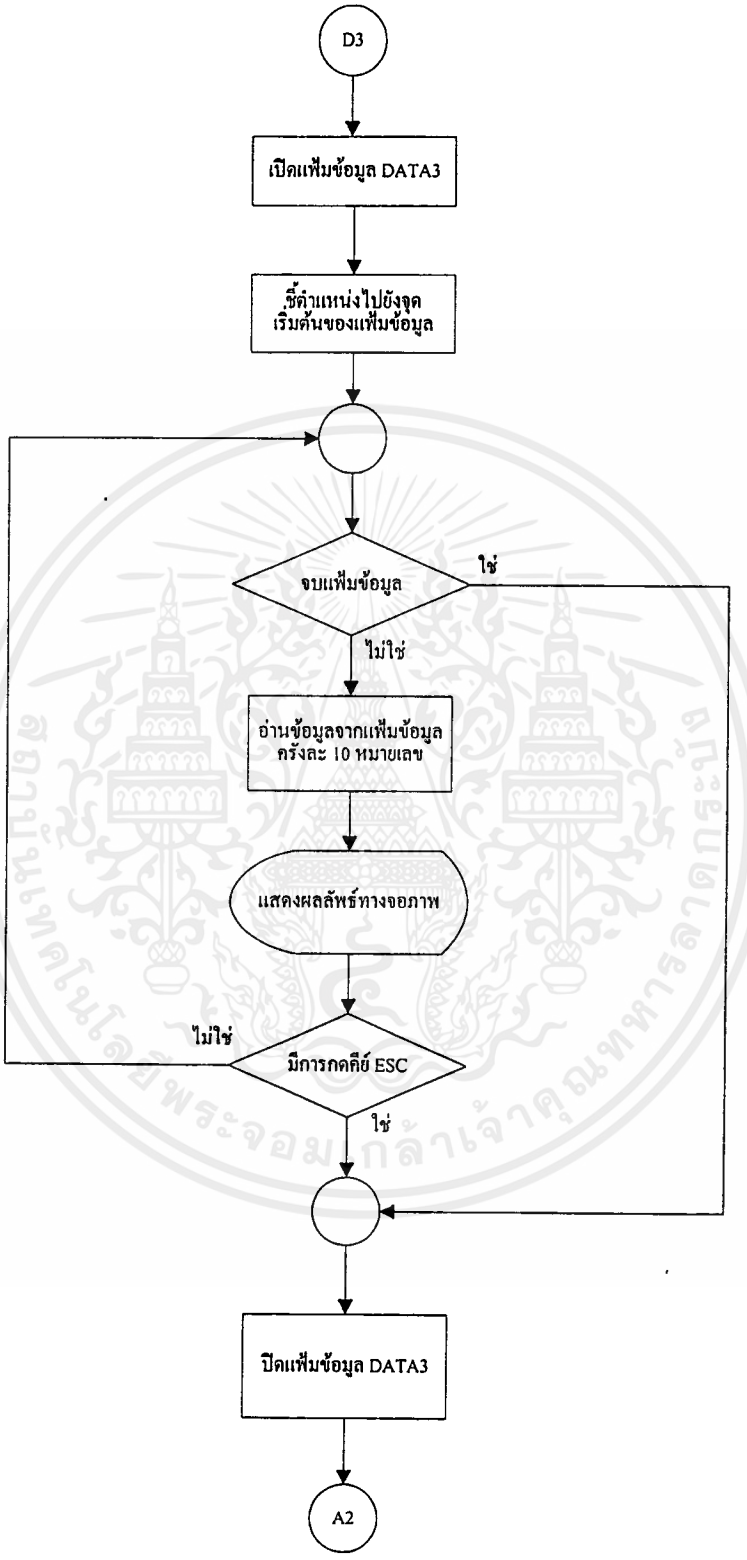
รูปที่ 8 ผังการทำงานโปรแกรมแสดงผลแฟ้มข้อมูล DATA1.DAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



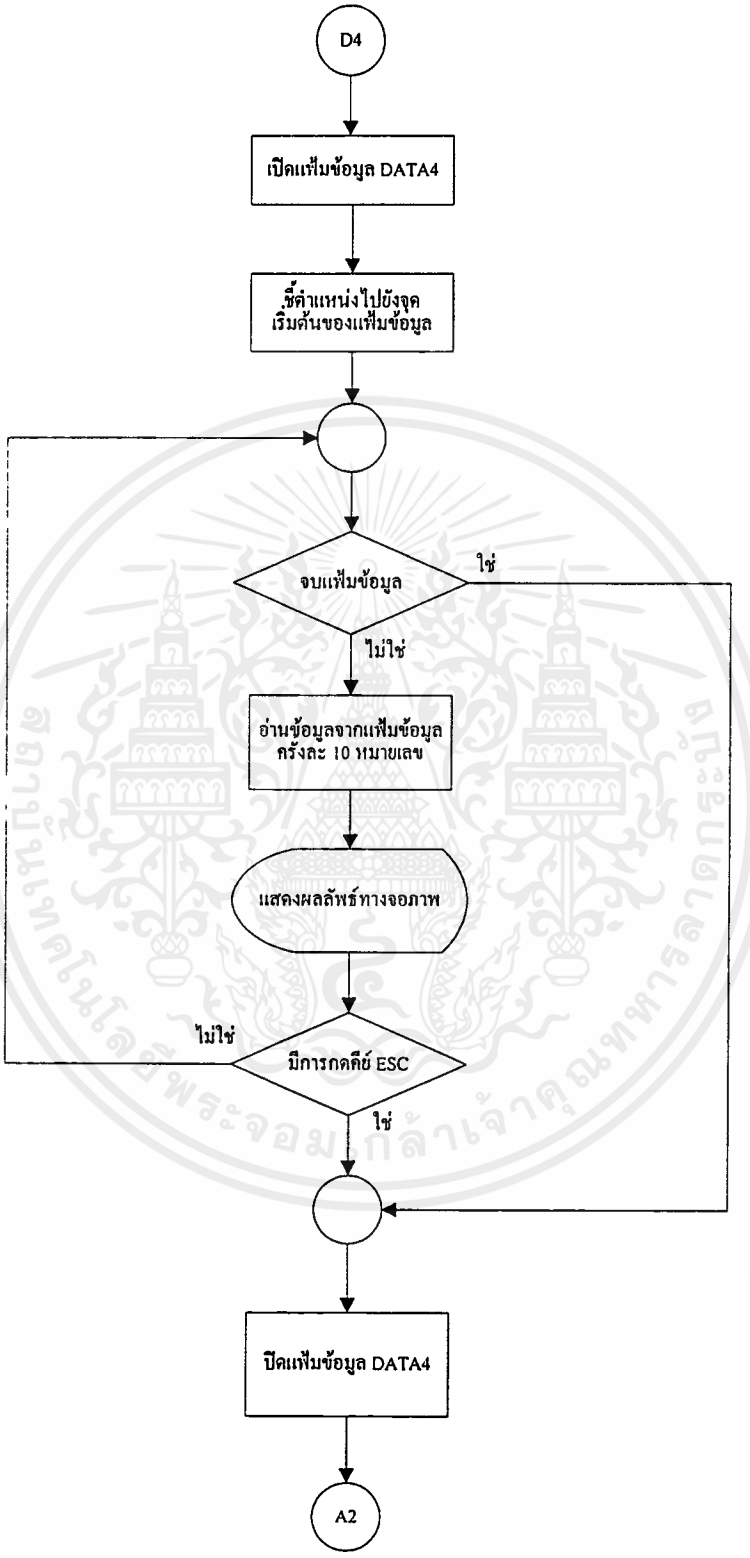
รูปที่ 9 ผังการทำงานโปรแกรมแสดงผลแฟ้มข้อมูล DATA2.DAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



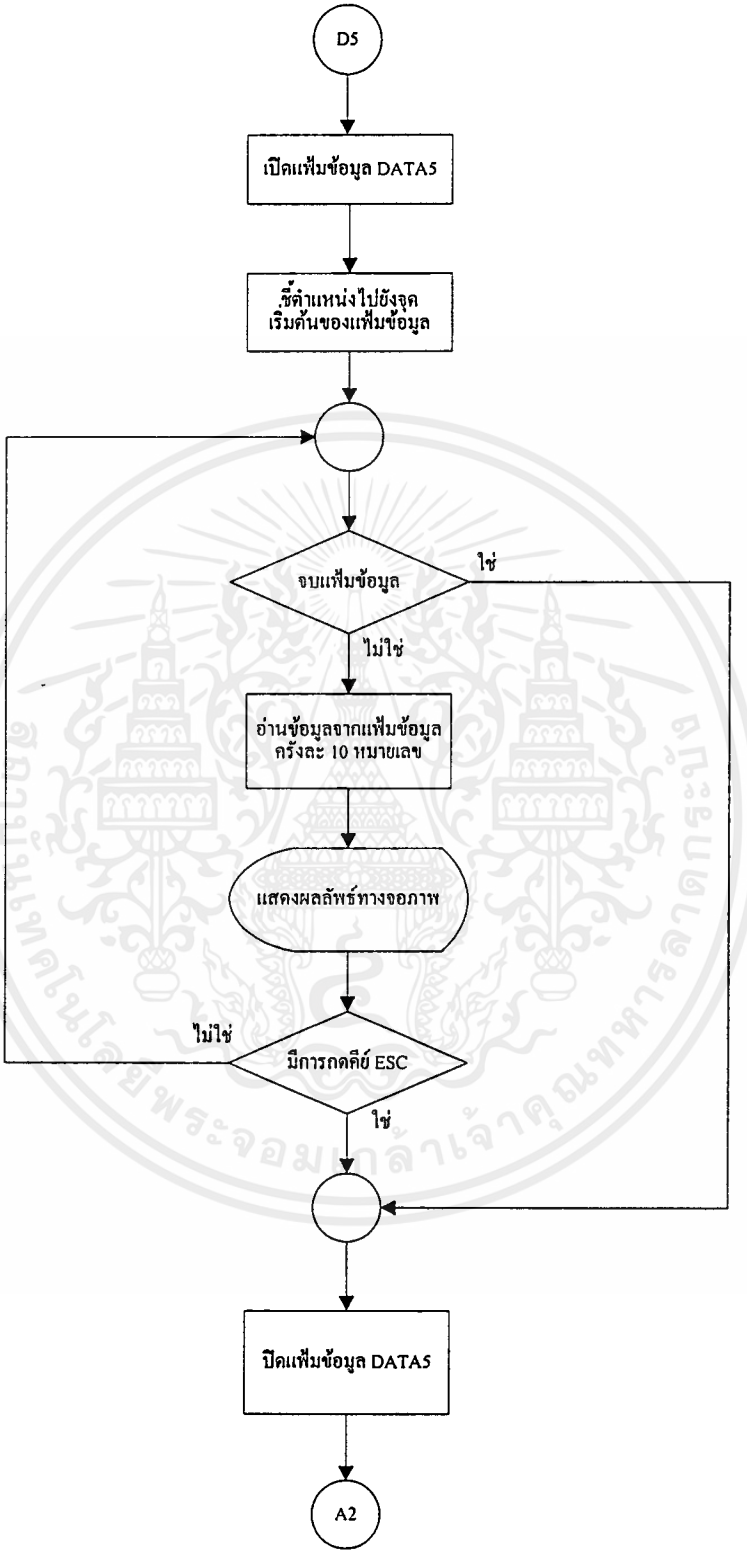
รูปที่ 10 ผังการทำงานโปรแกรมแสดงผลแฟ้มข้อมูล DATA3.DAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



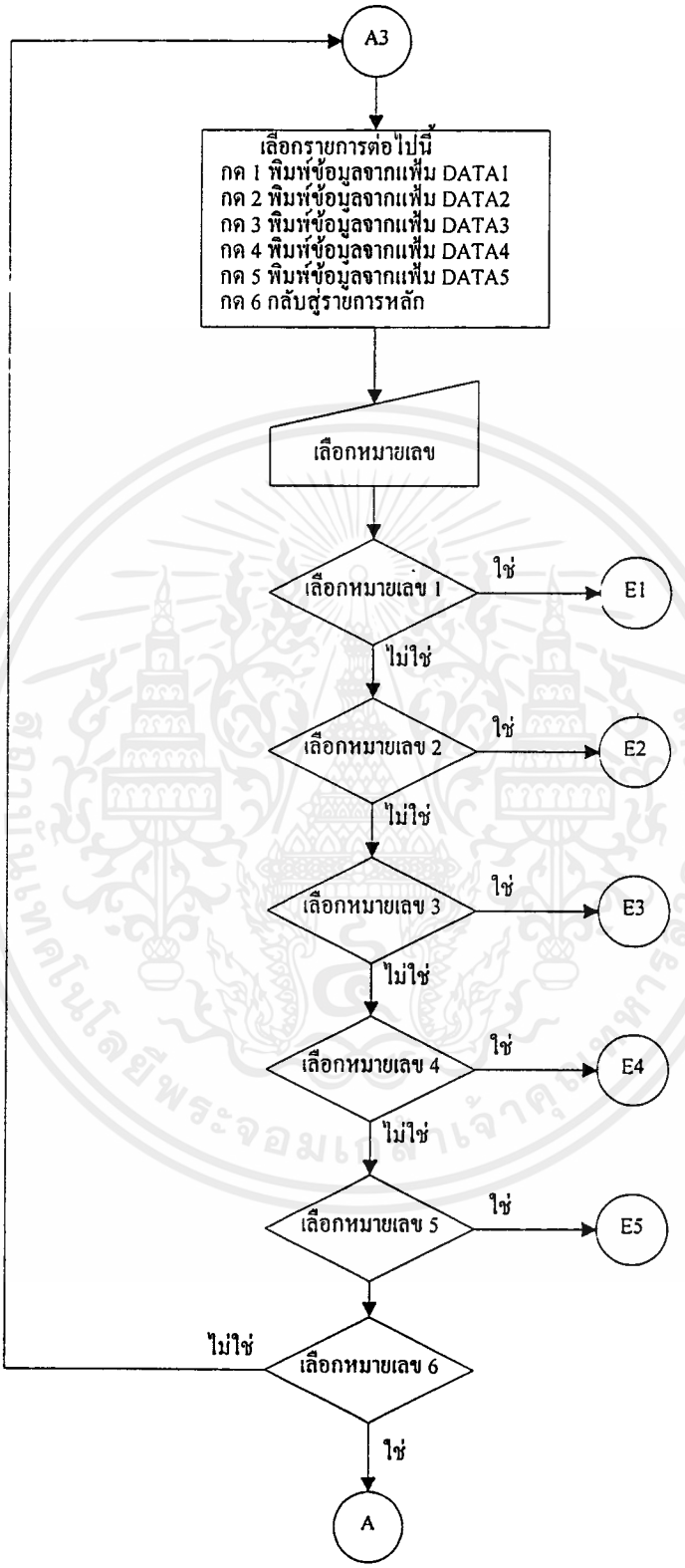
รูปที่ 11 ผังการทำงานโปรแกรมแสดงผลแฟ้มข้อมูล DATA4.DAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



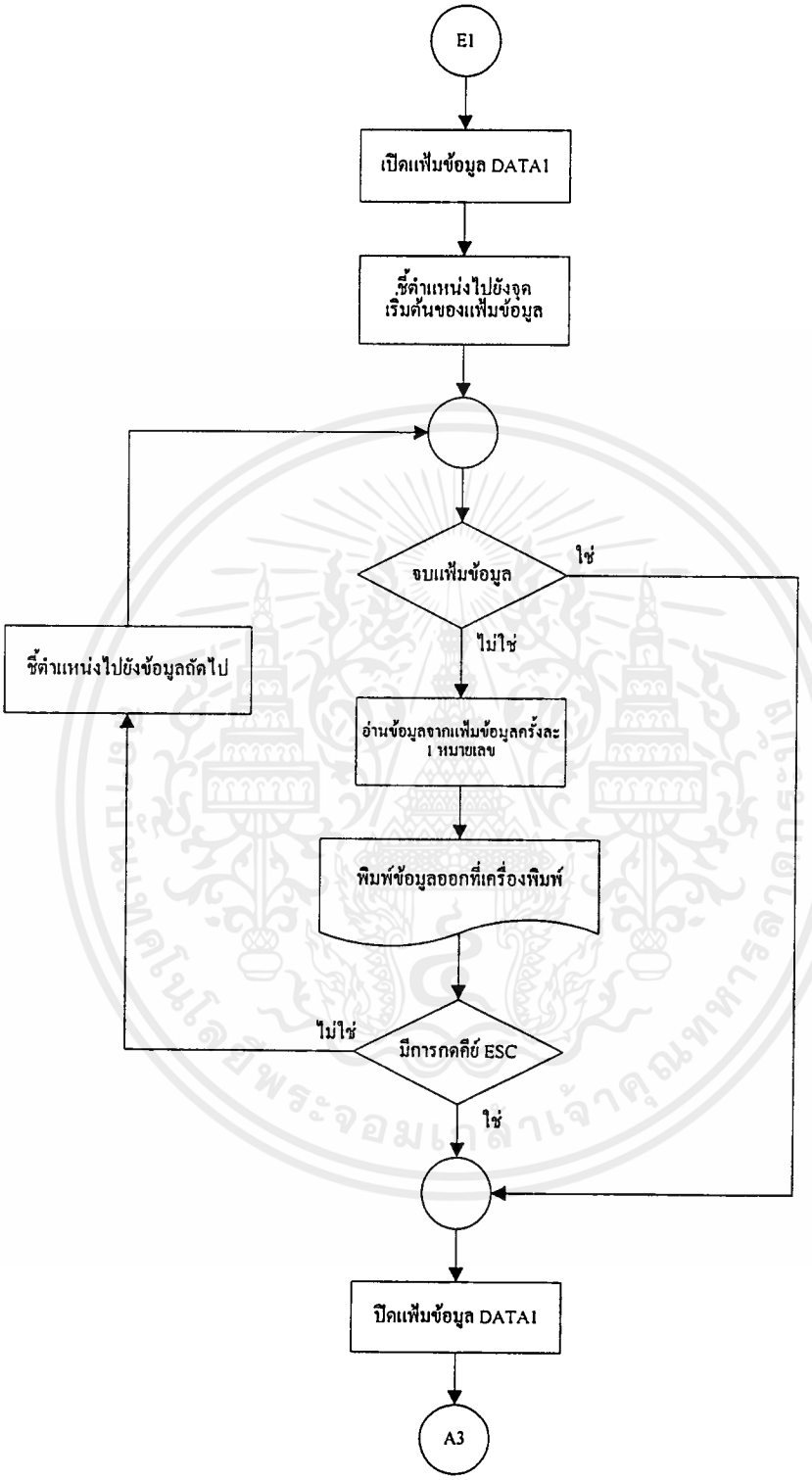
รูปที่ 12 ผังการทำงานโปรแกรมแสดงผลแฟ้มข้อมูล DATA5.DAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



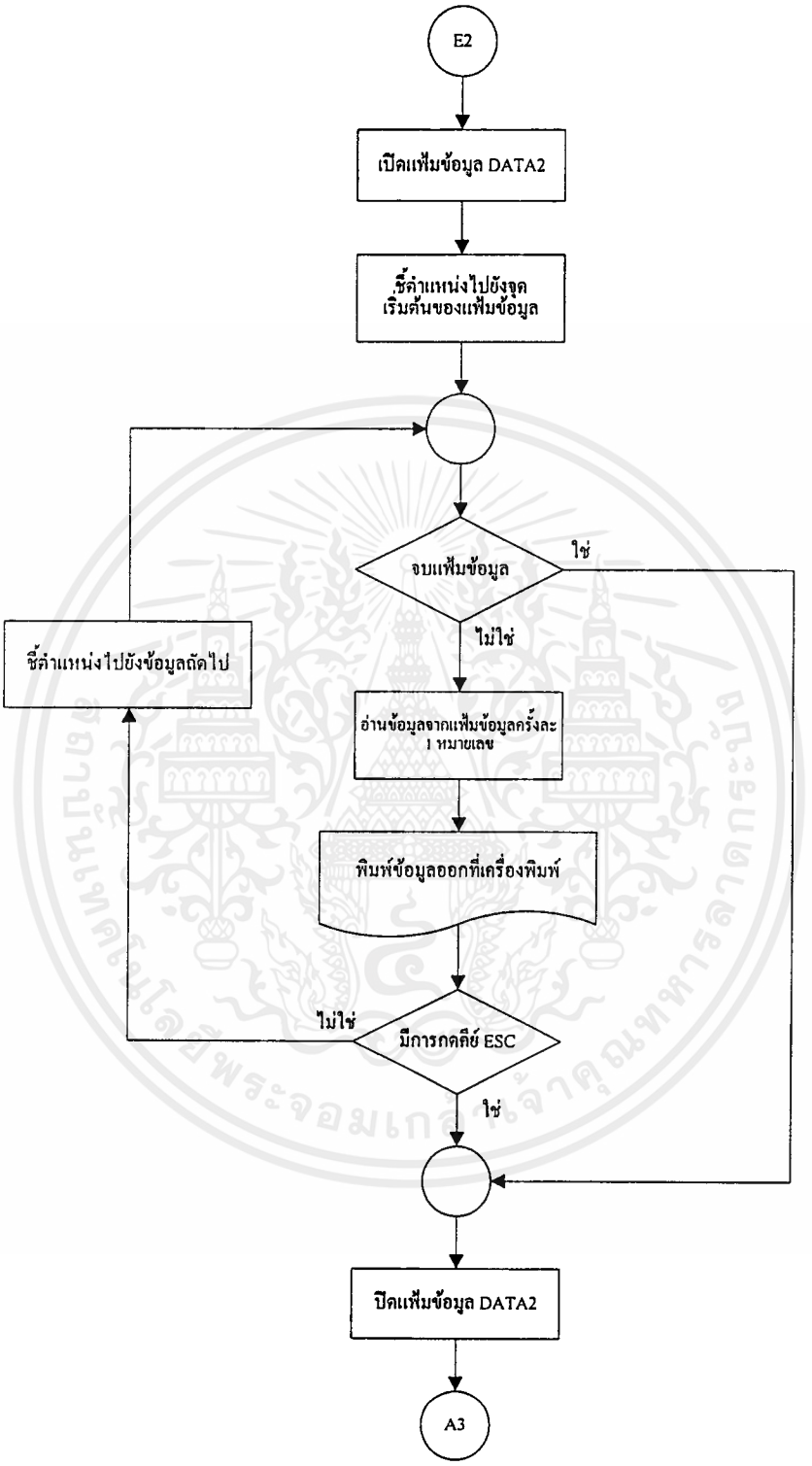
รูปที่ 13 ผังการทำงานโปรแกรมเมนูพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



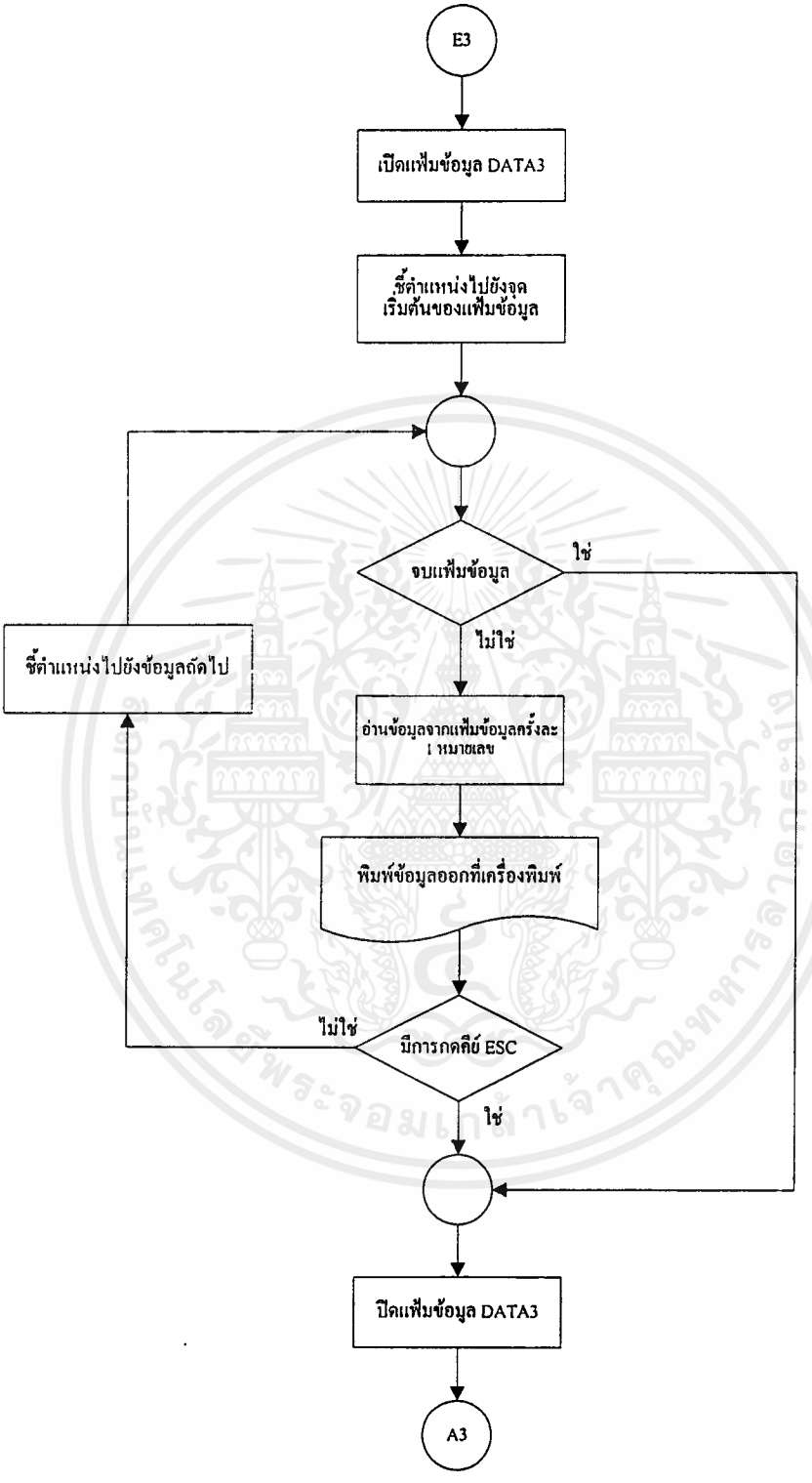
รูปที่ 14 ผังการทำงานโปรแกรมเมนูพิมพ์แฟ้มข้อมูล DATA1.DAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



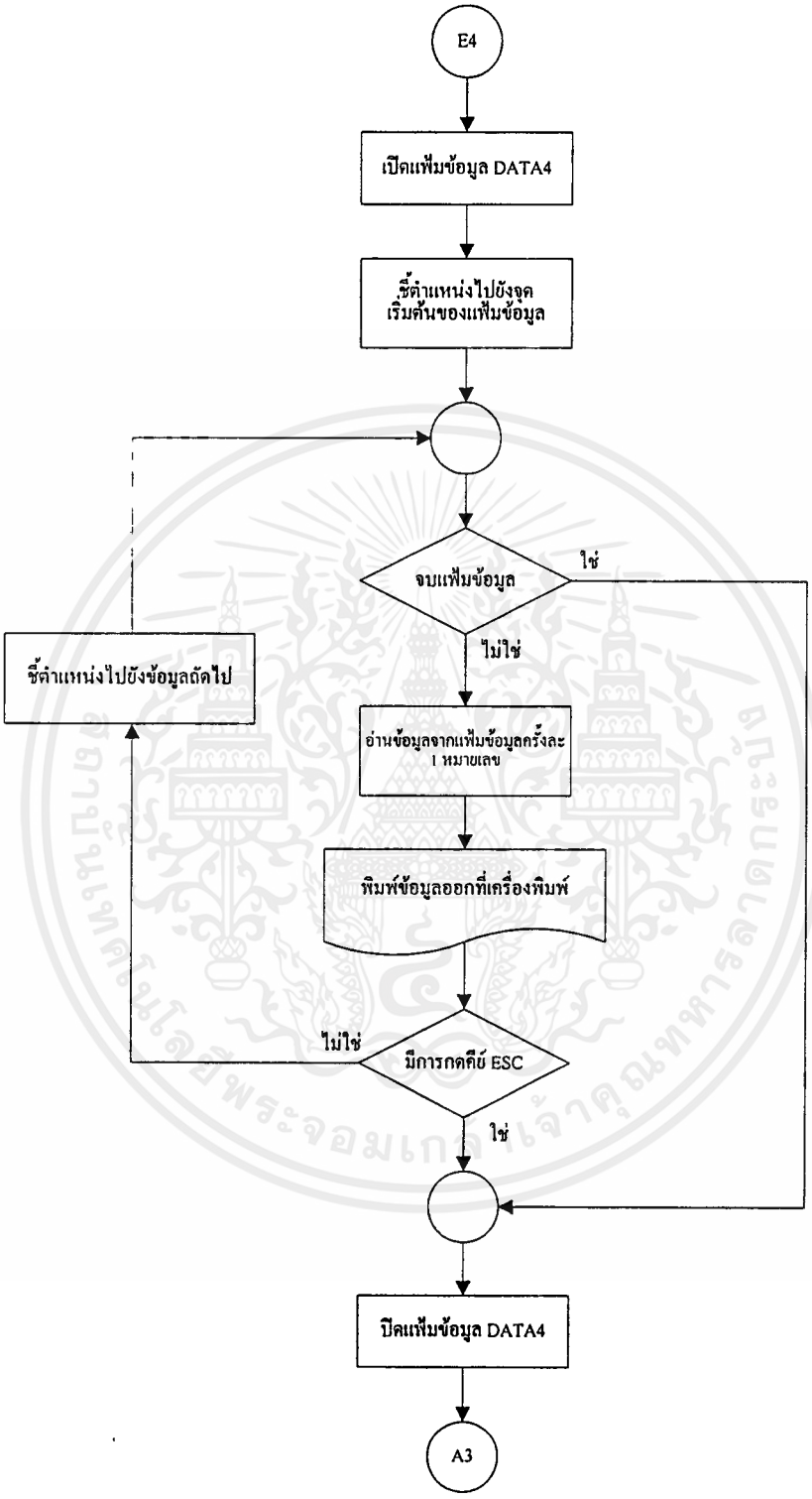
รูปที่ 15 ผังการทำงานโปรแกรมเมนูพิมพ์แฟ้มข้อมูล DATA2.DAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



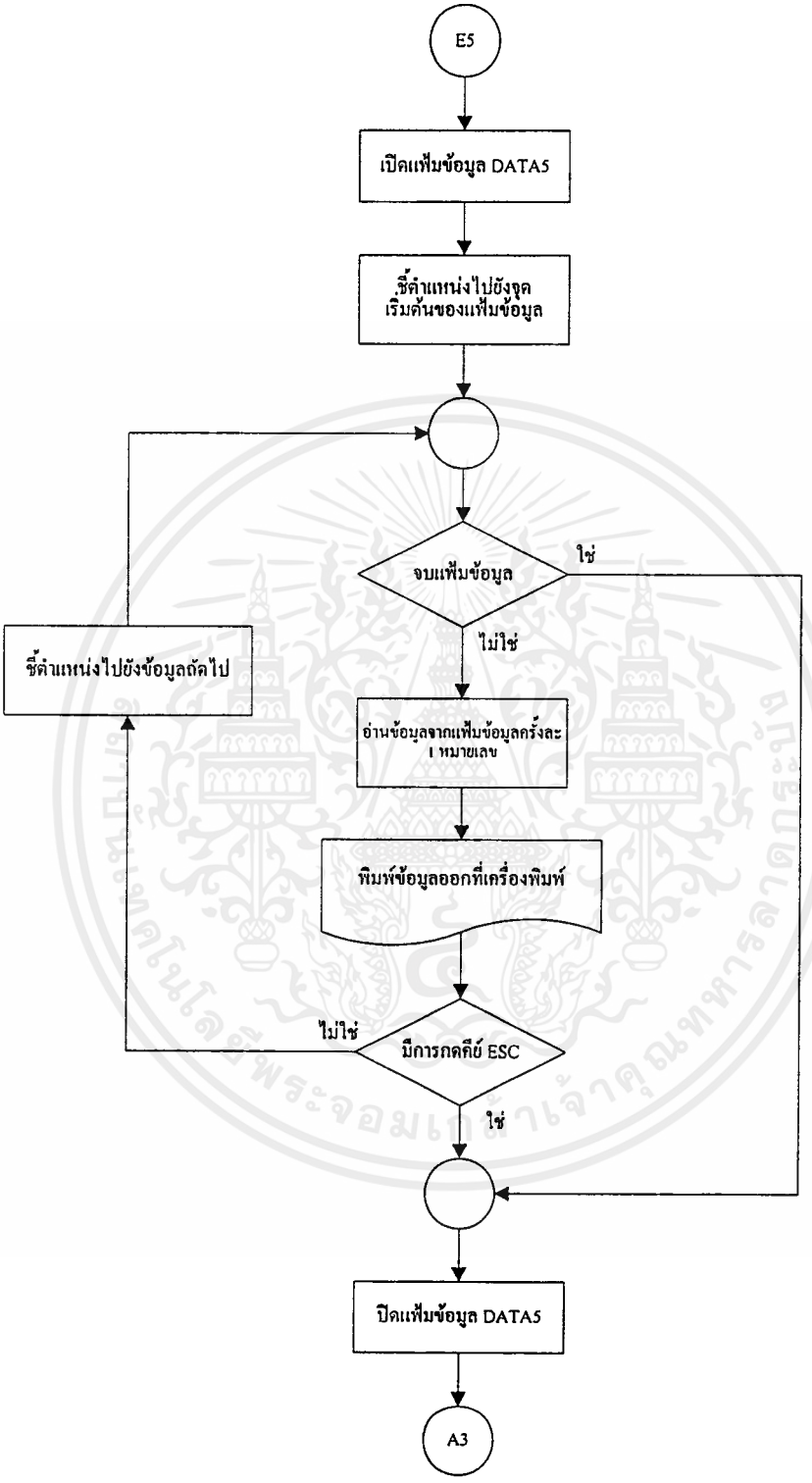
รูปที่ 16 ผังการทำงานโปรแกรมเมนูพิมพ์แฟ้มข้อมูล DATA3.DAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 ผังการทำงานโปรแกรมเมนูพิมพ์แฟ้มข้อมูล DATA4.DAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 18 ผังการทำงานโปรแกรมเมนูพิมพ์แฟ้มข้อมูล DATA5.DAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

```
#include<conio.h>
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<process.h>
#include<dos.h>
#include<time.h>
#include<string.h>
#include<ctype.h>
#include<dir.h>
FILE *data0,*data1,*data2,*data3,*data4,*studentfile1,*ina;
typedef struct{
        char number[4];
        char cond[13];
        char dday[11];
        char thour[9];
        }studenttype;
studenttype student;
typedef struct{
        char number[4];
        }student1type;
student1type student1;
struct tm *time_now;
time_t secs_now;
struct date d;
struct date reset;
struct date save_date;

int namefile();
void TextWindow(int x1,int y1,int x2,int y2,int fcolor,int bcolor);
void background();
int gnum(char der[4]);
void condition();
void winback();
void write();
int outr();
void dispback();
void dispdata0();
void dispdata1();
void dispdata2();
void dispdata3();
void dispdata4();
int disp(int b);
void dispback();
int displayrecord(int b);
void danger();
void condit();
void action();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void manual();
void automatic();
void begin();
void specify();
void print();
void printdata0();
void printdata1();
void printdata2();
void printdata3();
void printdata4();
void displayprint();
char setnum[4];

char name0[10],name1[10],name2[10],name3[10],name4[10];

void main()
{
        char ci;
        int c;
        strcpy(name0,"DATA1.DAT");
        strcpy(name1,"DATA2.DAT");
        strcpy(name2,"DATA3.DAT");
        strcpy(name3,"DATA4.DAT");
        strcpy(name4,"DATA5.DAT");
        getdate(&save_date);
        clrscr();
        system("date");
        system("time");
        background();
        do{
                dispback();
                window(20,12,61,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(19,11,60,13);
                TextWindow(1,1,42,3,WHITE,LIGHTBLUE);
                gotoxy(3,2);
                cprintf("PLEASE SET NUMBER OF ALL CLOSURE : ");
                gnum(setnum);
                c=atoi(setnum);
                if(c==0)
                {
                        window(20,12,61,14);
                        textbackground(BLACK);
                        clrscr();
                        window(19,11,60,13);
                        TextWindow(1,1,42,3,MAGENTA,GREEN);
                        textcolor(WHITE);
                        gotoxy(12,2);
                        cprintf("CANNOT SET NUMBER 0");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        getch();
                }
        }while(c==0);
        dispback();
        _setcursortype(_NOCURSOR);
        do{
                winback();
                gotoxy(18,2);
                cprintf("MAIN  MENU");
                gotoxy(16,4);
                cprintf("1.CHECK CLOSURE");
                gotoxy(16,5);
                cprintf("2.DISPLAY DATA");
                gotoxy(16,6);
                cprintf("3.PRINT");
                gotoxy(16,7);
                cprintf("4.EXIT");
                textcolor(YELLOW);
                gotoxy(13,9);
                cprintf("PLEASE SELECT < 1-4 >");
                do
                {
                        ci=getch();
                }while(ci>='5'||ci<='0');
                switch(ci)
                {
                        case'1':action();break;
                        case'2':condit();break;
                        case'3':print();break;
                        case'4':window(1,1,80,25);
                                textcolor(WHITE);
                                textbackground(BLACK);
                                clrscr();
                                _setcursortype(_NORMALCURSOR);
                                setdate(&save_date);
                                exit(0);
                }
        }while(1);
}

int namefile()
{
        struct ffblk blk;
        char cd[3],cm[3],cy[5];
        int a,b,c,e,f,g;
        if(!findfirst(name0,&blk,0))
        {
                if(!findfirst(name1,&blk,0))
                {
                        if(!findfirst(name2,&blk,0))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                {
                        if(!findfirst(name3,&blk,0))
                        {
                                if(!findfirst(name4,&blk,0))
                                {
                                        if((data4=fopen(name4,"rb"))!=NULL)
                                        {
                                                rewind(data4);
                                                fread(&student,sizeof
student,1,data4);
                                                cd[0]=student.dday[0];
                                                cd[1]=student.dday[1];
                                                cd[2]='\0';
                                                a=atoi(cd);
                                                cm[0]=student.dday[3];
                                                cm[1]=student.dday[4];
                                                cm[2]='\0';
                                                b=atoi(cm);
                                                cy[0]=student.dday[6];
                                                cy[1]=student.dday[7];
                                                cy[2]=student.dday[8];
                                                cy[3]=student.dday[9];
                                                cy[4]='\0';
                                                c=atoi(cy);
                                                getdate(&d);
                                                e=d.da_day;
                                                f=d.da_mon;
                                                g=d.da_year;
                                                g=g-c;
                                                f=f-b;
                                                e=e-a;
                                                if((g==0)&&(f==0)&&(e==0))
                                                {
                                                        fclose(data4);
                                                        return(4);
                                                }else{
                                                        fclose(data4);
                                                        remove(name0);
                                                        rename(name1,name0);
                                                        rename(name2,name1);
                                                        rename(name3,name2);
                                                        rename(name4,name3);
                                                        return(4);
                                                }
                                        }
                                }else
                                {
                                        if((data3=fopen(name3,"rb"))!=NULL)
                                        {
                                                rewind(data3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        fread(&student,sizeof
student,1,data3);
                                        cd[0]=student.dday[0];
                                        cd[1]=student.dday[1];
                                        cd[2]='\0';
                                        a=atoi(cd);
                                        cm[0]=student.dday[3];
                                        cm[1]=student.dday[4];
                                        cm[2]='\0';
                                        b=atoi(cm);
                                        cy[0]=student.dday[6];
                                        cy[1]=student.dday[7];
                                        cy[2]=student.dday[8];
                                        cy[3]=student.dday[9];
                                        cy[4]='\0';
                                        c=atoi(cy);
                                        getdate(&d);
                                        e=d.da_day;
                                        f=d.da_mon;
                                        g=d.da_year;
                                        g=g-c;
                                        f=f-b;
                                        e=e-a;
                                        if((g==0)&&(f==0)&&(e==0))
                                        {
                                                fclose(data3);
                                                return(3);
                                        }else
                                        {
                                                fclose(data3);
                                                return(4);
                                        }
                                }
                        }
                }else{
                        if((data2=fopen(name2,"rb"))!=NULL)
                        {
                                rewind(data2);
                                fread(&student,sizeof student,1,data2);
                                cd[0]=student.dday[0];
                                cd[1]=student.dday[1];
                                cd[2]='\0';
                                a=atoi(cd);
                                cm[0]=student.dday[3];
                                cm[1]=student.dday[4];
                                cm[2]='\0';
                                b=atoi(cm);
                                cy[0]=student.dday[6];
                                cy[1]=student.dday[7];
                                cy[2]=student.dday[8];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                cy[3]=student.dday[9];
                cy[4]='\0';
                c=atoi(cy);
                getdate(&d);
                e=d.da_day;
                f=d.da_mon;
                g=d.da_year;
                g=g-c;
                f=f-b;
                e=e-a;
                if((g==0)&&(f==0)&&(e==0))
                {
                        fclose(data2);
                        return(2);
                }else
                {
                        fclose(data2);
                        return(3);
                }
            }
        }
}else{
if((data1=fopen(name1,"rb"))!=NULL)
{
        rewind(data1);
        fread(&student,sizeof student,1,data1);
        cd[0]=student.dday[0];
        cd[1]=student.dday[1];
        cd[2]='\0';
        a=atoi(cd);
        cm[0]=student.dday[3];
        cm[1]=student.dday[4];
        cm[2]='\0';
        b=atoi(cm);
        cy[0]=student.dday[6];
        cy[1]=student.dday[7];
        cy[2]=student.dday[8];
        cy[3]=student.dday[9];
        cy[4]='\0';
        c=atoi(cy);
        getdate(&d);
        e=d.da_day;
        f=d.da_mon;
        g=d.da_year;
        g=g-c;
        f=f-b;
        e=e-a;
        if((g==0)&&(f==0)&&(e==0))
        {
                fclose(data1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                return(1);
                        }else
                        {
                                fclose(data1);
                                return(2);
                        }
                }
        }
        }else{
                if((data0=fopen(name0,"rb"))!=NULL)
                {
                        rewind(data0);
                        fread(&student,sizeof student,1,data0);
                        cd[0]=student.dday[0];
                        cd[1]=student.dday[1];
                        cd[2]='\0';
                        a=atoi(cd);
                        cm[0]=student.dday[3];
                        cm[1]=student.dday[4];
                        cm[2]='\0';
                        b=atoi(cm);
                        cy[0]=student.dday[6];
                        cy[1]=student.dday[7];
                        cy[2]=student.dday[8];
                        cy[3]=student.dday[9];
                        cy[4]='\0';
                        c=atoi(cy);
                        getdate(&d);
                        e=d.da_day;
                        f=d.da_mon;
                        g=d.da_year;
                        g=g-c;
                        f=f-b;
                        e=e-a;
                        if((g==0)&&(f==0)&&(e==0))
                        {
                                fclose(data0);
                                return(0);
                        }else
                        {
                                fclose(data0);
                                return(1);
                        }
                }
        }
}else return(0);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void TextWindow(int x1,int y1,int x2,int y2,int fcolor,int bcolor)
{
        int x,y,a,b;
        textcolor(fcolor);
        textbackground(bcolor);
        clrscr();
        for(y=y1+1;y<y2;y++)
        {
                gotoxy(x1,y);printf("%c",0xb3);
                gotoxy(x2,y);printf("%c",0xb3);
        }
        gotoxy(x1+1,y1);
        for(x=x1+1;x<x2;x++)printf("%c",0xc4);
        gotoxy(x1+1,y2);
        for(x=x1+1;x<x2;x++)printf("%c",0xc4);
        gotoxy(x2,y2);printf("%c",0xd9);
        gotoxy(x1,y2);printf("%c",0xc0);
        gotoxy(x2,y1);printf("%c",0xbf);
        gotoxy(x1,y1);printf("%c",0xda);
}

void background()
{
        char str[30];
        tzset();
        time(&secs_now);
        time_now = localtime(&secs_now);
        strftime(str, 30,"%A, %B/%d/19%y",time_now);
        textbackground(BLACK);
        clrscr();
        window(1,4,80,21);
        TextWindow(1,1,80,18,LIGHTRED,LIGHTGRAY);
        window(1,1,80,3);
        TextWindow(1,1,80,3,YELLOW,GREEN);
        textcolor(BLACK);
        gotoxy(2,2);
        cprintf("PC BASE CLOSURE MONITOR VERSION 1.0 %41s",str);
        window(1,22,80,24);
        TextWindow(1,1,80,3,YELLOW,GREEN);
        textcolor(BLACK);
        gotoxy(2,2);
        cprintf("DEPARTMENT OF ENGINEERING EDUCATION   FACULTY OF
INDUSTRIAL EDUCATION   KMITL");
}

void winback()
{
        window(18,8,62,18);
        textbackground(BLACK);
        clrscr();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        window(17,7,61,17);
        TextWindow(1,1,45,11,LIGHTCYAN,BROWN);
        textcolor(WHITE);
}

int gnum(char der[4])
{
        int a=0,x,y;
        char ch;
        while(((ch=(char)getch()&0xff)!='\r')&&(a!=4))
        {
                if((ch<='9')&&(ch>='0')&&(a!=3))
                {
                        der[a]=ch;
                        a++;
                        putch(ch);
                }
                if((ch=='\b')&&(a!=0))
                {
                        x=wherex();
                        y=wherey();
                        gotoxy(x-1,y);
                        putch(' ');
                        gotoxy(x-1,y);
                        a--;
                }
        }
        der[a]='\0';
        return(0);
}


void action()
{
        int x,a;
        char ci,nam[10];
        a=namefile();
        switch(a)
        {
                case 0:strcpy(nam,name0);break;
                case 1:strcpy(nam,name1);break;
                case 2:strcpy(nam,name2);break;
                case 3:strcpy(nam,name3);break;
                case 4:strcpy(nam,name4);break;
        }
        if((ina=fopen(nam,"ab+"))==NULL)
        {
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                window(22,11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(10,2);
                cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
                getch();
        }
        else {
                outport(0x283,0x82);
                do
                {
                        winback();
                        textcolor(WHITE);
                        gotoxy(14,2);
                        cprintf("CHECK CLOSURE MENU");
                        gotoxy(13,4);
                        cprintf("1.MANUAL METHOD");
                        gotoxy(13,5);
                        cprintf("2.AUTOMATIC METHOD");
                        gotoxy(13,6);
                        cprintf("3.RETURN TO MAIN MENU");
                        textcolor(YELLOW);
                        gotoxy(13,9);
                        cprintf("PLEASE SELECT < 1-3 >");
                        do
                        {
                                ci=getch();
                        }while(ci>='4'||ci<='0');
                        switch(ci)
                        {
                                case'1':manual();break;
                                case'2':automatic();break;
                                case'3':fclose(ina);x=0;break;
                        }
                }while(x&&1);
        }
        switch(a)
        {
                case 0:data0=ina;break;
                case 1:data0=ina;break;
                case 2:data0=ina;break;
                case 3:data0=ina;break;
                case 4:data0=ina;break;
        }

}

void automatic()
{
        int n,a,b=2,c;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
char ch;
if((studentfile1=fopen("student1.dat","wb+"))==NULL)
{
        window(23,12,57,14);
        textbackground(BLACK);
        clrscr();
        window(22,11,56,13);
        TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
        textcolor(WHITE);
        gotoxy(10,2);
        cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
        getch();
}
else{
        n=a=1;
        dispback();
        c=atoi(setnum);
        if(c!=0)
        {
                do
                {
                        itoa(n,student.number,10);
                        outr();
                        condition();
                        write();
                        b=displayrecord(b);
                        n=n+1;
                        if(a<4)a=a+1;
                        else if(a>=4)
                        {
                                a=1;
                                b=2;
                                delay(1000);
                                if(n!=(c+1))
                                {
                                        dispback();
                                }
                        }
                        if(kbhit()!=0)
                        {
                                ch=getch();
                        }
                }while((ch!=0x001b)&&(n!=(c+1)));
                if(a>0&&a<4&&(ch!=0x001b))
                {
                        window(28,19,53,21);
                        textbackground(BLACK);
                        clrscr();
                        window(27,18,52,20);
                        TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        textcolor(WHITE);
                        gotoxy(2,2);
                        cprintf("  PLEASE ENTER ANYKEY   ");
                        getch();
                }
                dispback();
                danger();
                dispback();
        }
    }
}

void manual()
{
    char ch;
    int x;
    do
    {
        winback();
        textcolor(WHITE);
        gotoxy(16,2);
        cprintf("MANUAL METHOD MENU");
        gotoxy(13,4);
        cprintf("1.RANGE OF CLOSURE");
        gotoxy(13,5);
        cprintf("2.SPECIFY");
        gotoxy(13,6);
        cprintf("3.RETURN TO CHECK MENU");
        textcolor(YELLOW);
        gotoxy(13,9);
        cprintf("PLEASE SELECT < 1-3 >");
        do
        {
            ch=getch();
        }while(ch>='4'||ch<='0');
        switch(ch)
        {
            case'1':begin();break;
            case'2':specify();break;
            case'3':x=0;break;
        }
    }while(x&&1);
}
void begin()
{
    int a=1,e,i,m,g,c=0,b=2;
    char num[4],nums[4],ch;
    if((studentfile1=fopen("student1.dat","wb+"))==NULL)
    {
        window(23,12,57,14);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            textbackground(BLACK);
            clrscr();
            window(22,11,56,13);
            TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
            textcolor(WHITE);
            gotoxy(10,2);
            cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
            getch();
    }
    else{
            dispback();
            do{
                    window(21,11,59,14);
                    textbackground(BLACK);
                    clrscr();
                    window(20,10,58,13);
                    TextWindow(1,1,39,4,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                    textcolor(WHITE);
                    gotoxy(4,2);
                    _setcursortype(_NORMALCURSOR);
                    cprintf("Enter first number of closer: ");
                    gotoxy(34,2);
                    gnum(num);
                    gotoxy(4,3);
                    cprintf("Enter end number of closer  : ");
                    gotoxy(34,3);
                    gnum(nums);
                    _setcursortype(_NOCURSOR);
                    m=atoi(num);
                    e=atoi(nums);
                    g=e-m+1;
                    if(g<=0)
                    {
                            window(13,12,65,14);
                            textbackground(BLACK);
                            clrscr();
                            window(12,11,64,13);
                            TextWindow(1,1,53,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                            textcolor(WHITE);
                            gotoxy(2,2);
                            cprintf("PLEASE ENTER NUMBER OF CLOSURE FROM
LOWER TO HIGHER");
                    }
                    else {
                            dispback();
                            for(i=0;((ch!=0x001b)&&(i<g));i++,m++)
                            {
                                    itoa(m,student.number,10);
                                    outr();
                                    condition();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                write();
                                b=displayrecord(b);
                                if(a<4)
                                {
                                        a=a+1;
                                        c=0;
                                }
                                else if(a>=4)
                                {
                                        a=c=1;
                                        b=2;
                                        window(28,19,53,21);
                                        textbackground(BLACK);
                                        clrscr();
                                        window(27,18,52,20);

        TextWindow(1,1,26.3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                                        textcolor(WHITE);
                                        gotoxy(2,2);

        cprintf("ESC=EXIT,ANYKEY=CONTINUE");
                                        ch=getch();
                                        dispback();
                                }
                                if(kbhit()!=0)
                                {
                                        ch=getch();
                                }
                        }
                }
                if(c!=1)
                {
                        window(28,19,53,21);
                        textbackground(BLACK);
                        clrscr();
                        window(27,18,52,20);
                        TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                        textcolor(WHITE);
                        gotoxy(2,2);
                        cprintf("  PLEASE ENTER ANYKEY   ");
                        getch();
                        dispback();
                }
        }while(g<=0);
        danger();
        dispback();
        winback();
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void specify()
{
        int i,b=2,a;
        char num[3][4],ch;
        if((studentfile1=fopen("student1.dat","wb+"))==NULL)
        {
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(22.11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(10,2);
                cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
                getch();
        }
        else{
                winback();
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(5,3);
                cprintf("YOU CAN SELECT 3 NUMBER FOR CHECKING");
                gotoxy(10,5);
                _setcursortype(_NORMALCURSOR);
                cprintf("Enter first number  : ");
                gotoxy(32,5);
                gnum(num[0]);
                gotoxy(10,6);
                cprintf("Enter second number : ");
                gotoxy(32,6);
                gnum(num[1]);
                gotoxy(10,7);
                cprintf("Enter third number  : ");
                gotoxy(32,7);
                gnum(num[2]);
                _setcursortype(_NOCURSOR);
                dispback();
                for(i=0;((ch!=0x001b)&&(i<3));i++)
                {
                        strncpy(student.number,num[i],3);
                        a=outr();
                        if(a==1)
                        {
                        condition();
                        write();
                        b=displayrecord(b);
                        }
                        if(kbhit()!=0)
                        {
                                ch=getch();
                        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
                b=2;
                window(28,19,53,21);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(27,18,52,20);
                TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(2,2);
                cprintf("  PLEASE ENTER ANYKEY   ");
                getch();
                danger();
                dispback();
        }
}

int outr()
{
        int h,j,m;
        h=strlen(student.number);
        if(student.number[0]!='\0')
        {
        for(m=3;h<m;m--)
        {
                outportb(0x280,0x1d);
                delay(50);
                outportb(0x280,0x00);
                delay(50);
        }
        for(j=0;j<h;j++)
                {
                        switch(student.number[j])
                        {
                        case '0' :outportb(0x280,0x1D);break;
                        case '1' :outportb(0x280,0x10);break;
                        case '2' :outportb(0x280,0x11);break;
                        case '3' :outportb(0x280,0x12);break;
                        case '4' :outportb(0x280,0x14);break;
                        case '5' :outportb(0x280,0x15);break;
                        case '6' :outportb(0x280,0x16);break;
                        case '7' :outportb(0x280,0x18);break;
                        case '8' :outportb(0x280,0x19);break;
                        case '9' :outportb(0x280,0x1a);break;
                        }
                        delay(50);
                        outportb(0x280,0x00);
                        delay(50);
                }
                return(1);
        }else return(0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void danger()
{
        int a=2;
        char ch;
        rewind(studentfile1);
        fread(&student1,sizeof student1,1,studentfile1);
        if(!feof(studentfile1))
        {
                rewind(studentfile1);
                window(18,10,63,18);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(17,9,62,17);
                TextWindow(1,1,46,9,BLINK|RED,LIGHTGREEN);
                gotoxy(20,2);
                cprintf("DANGER !");
                while((!feof(studentfile1))&&(ch!=0x001b))
                {
                        if(fread(&student1,sizeof student1,1,studentfile1))
                        {
                                window(18,11,61,16);
                                gotoxy(2,a);
                                textcolor(BLACK);
                                cprintf("CONDITION OF CLOSURE NUMBER
%s",student1.number);
                                gotoxy(34,a);
                                cprintf("IS DANGER");
                                if(a>=2&&a<=5)a++;
                                else if(a>=6)
                                {
                                        a=2;
                                        ch=getch();
                                        clrscr();
                                }
                        }
                }
                getch();
        }
        fclose(studentfile1);
}

void condition()
{
        unsigned char condi;
        delay(250);
        condi =inportb(0x281);
        if(condi==0x1b)
                strncpy(student.cond,"Good     ",10);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else if (condi==0x1c)
        {
                strncpy(student1.number,student.number,4);
                fwrite(&student1,sizeof student1,1,studentfile1);
                strncpy(student.cond,"Danger    ",10);
        }
        else strncpy(student.cond,"No-respone",10);
        delay(1300);
}

void write()
{
        char day[11],tim[9];
        tzset();
        time(&secs_now);
        time_now = localtime(&secs_now);
        strftime(day,11,"%d/%m/19%y",time_now);
        strftime(tim,9,"%H:%M:%S",time_now);
        strncpy(student.dday,day,11);
        strncpy(student.thour,tim,9);
        fwrite(&student,sizeof student,1,ina);
}

void condit()
{
        char ch;
        int x=1;
        do{
                winback();
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(15,2);
                cprintf("DISPLAY DATA MENU");
                gotoxy(11,4);
                cprintf("1.DISPLAY DATA FROM DATA1");
                gotoxy(11,5);
                cprintf("2.DISPLAY DATA FROM DATA2");
                gotoxy(11,6);
                cprintf("3.DISPLAY DATA FROM DATA3");
                gotoxy(11,7);
                cprintf("4.DISPLAY DATA FROM DATA4");
                gotoxy(11,8);
                cprintf("5.DISPLAY DATA FROM DATA5");
                gotoxy(11,9);
                cprintf("6.EXIT TO MAIN MENU");
                textcolor(YELLOW);
                gotoxy(13,10);
                cprintf("PLEASE SELECT < 1-6 >");
                do
                {
                        ch=getch();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }while(ch>='7'||ch<='0');
                switch(ch)
                {
                        case'1':dispdata0();break;
                        case'2':dispdata1();break;
                        case'3':dispdata2();break;
                        case'4':dispdata3();break;
                        case'5':dispdata4();break;
                        case'6':x=0;break;
                }
        }while(x&&1);
}

void dispdata0()
{
        int a=0,b=2;
        char ch;
        if((data0=fopen(name0,"rb"))==NULL)
        {
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(22,11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(10,2);
                cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
                getch();
        }
        else {
                rewind(data0);
                dispback();
                while((!feof(data0))&&(ch!=0x001b))
                {
                    if(fread(&student,sizeof student,1,data0))
                    {
                            b=disp(b);
                    }
                    if(a<11)a=a+1;
                    else if(a>=11)
                    {
                            a=0;
                            b=2;
                            window(28,19,53,21);
                            textbackground(BLACK);
                            clrscr();
                            window(27,18,52,20);
                            TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                            textcolor(WHITE);
                            gotoxy(2,2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        cprintf("ESC=EXIT,ANYKEY=CONTINUE");
                        ch=getch();
                        dispback();
                    }
                }
                if(a>0&&a<11)
                {
                        window(28,19,53,21);
                        textbackground(BLACK);
                        clrscr();
                        window(27,18,52,20);
                        TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                        textcolor(WHITE);
                        gotoxy(2,2);
                        cprintf("  PLEASE ENTER ANYKEY   ");
                        getch();
                }
                dispback();
                fclose(data0);
        }
}
void dispdata1()
{
        int a=0,b=2;
        char ch;
        if((data1=fopen(name1,"rb"))==NULL)
        {
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(22,11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(10,2);
                cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
                getch();
        }
        else {
                rewind(data1);
                dispback();
                while((!feof(data1))&&(ch!=0x001b))
                {
                    if(fread(&student,sizeof student,1,data1))
                    {
                            b=disp(b);
                    }
                    if(a<11)a=a+1;
                    else if(a>=11)
                    {
                            a=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        b=2;
                        window(28,19,53,21);
                        textbackground(BLACK);
                        clrscr();
                        window(27,18,52,20);
                        TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                        textcolor(WHITE);
                        gotoxy(2,2);
                        cprintf("ESC=EXIT,ANYKEY=CONTINUE");
                        ch=getch();
                        dispback();
                    }
                }
                if(a>0&&a<11)
                {
                        window(28,19,53,21);
                        textbackground(BLACK);
                        clrscr();
                        window(27,18,52,20);
                        TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                        textcolor(WHITE);
                        gotoxy(2,2);
                        cprintf("  PLEASE ENTER ANYKEY   ");
                        getch();
                }
                dispback();
                fclose(data1);
        }
}

void dispdata2()
{
        int a=0,b=2;
        char ch;
        if((data2=fopen(name2,"rb"))==NULL)
        {
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(22,11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(10,2);
                cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
                getch();
        }
        else {
                rewind(data2);
                dispback();
                while((!feof(data2))&&(ch!=0x001b))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                {
                    if(fread(&student,sizeof student,1,data2))
                    {
                            b=disp(b);
                    }
                    if(a<11)a=a+1;
                    else if(a>=11)
                    {
                            a=0;
                            b=2;
                            window(28,19,53,21);
                            textbackground(BLACK);
                            clrscr();
                            window(27,18,52,20);
                            TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                            textcolor(WHITE);
                            gotoxy(2,2);
                            cprintf("ESC=EXIT,ANYKEY=CONTINUE");
                            ch=getch();
                            dispback();
                    }
                }
                if(a>0&&a<11)
                {
                    window(28,19,53,21);
                    textbackground(BLACK);
                    clrscr();
                    window(27,18,52,20);
                    TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                    textcolor(WHITE);
                    gotoxy(2,2);
                    cprintf("  PLEASE ENTER ANYKEY   ");
                    getch();
                }
                dispback();
                fclose(data2);
        }
}

void dispdata3()
{
        int a=0,b=2;
        char ch;
        if((data3=fopen(name3,"rb"))==NULL)
        {
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(22,11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(10,2);
                cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
                getch();
        }
        else {
                rewind(data3);
                dispback();
                while((!feof(data3))&&(ch!=0x001b))
                {
                    if(fread(&student,sizeof student,1,data3))
                    {
                            b=disp(b);
                    }
                    if(a<11)a=a+1;
                    else if(a>=11)
                    {
                            a=0;
                            b=2;
                            window(28,19,53,21);
                            textbackground(BLACK);
                            clrscr();
                            window(27,18,52,20);
                            TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                            textcolor(WHITE);
                            gotoxy(2,2);
                            cprintf("ESC=EXIT,ANYKEY=CONTINUE");
                            ch=getch();
                            dispback();
                    }
                }
                if(a>0&&a<11)
                {
                        window(28,19,53,21);
                        textbackground(BLACK);
                        clrscr();
                        window(27,18,52,20);
                        TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                        textcolor(WHITE);
                        gotoxy(2,2);
                        cprintf("  PLEASE ENTER ANYKEY   ");
                        getch();
                }
                dispback();
                fclose(data3);
        }
}

void dispdata4()
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int a=0,b=2;
char ch;
if((data4=fopen(name4,"rb"))==NULL)
{
        window(23,12,57,14);
        textbackground(BLACK);
        clrscr();
        window(22,11,56,13);
        TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
        textcolor(WHITE);
        gotoxy(10,2);
        cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
        getch();
}
else {
        rewind(data4);
        dispback();
        while((!feof(data4))&&(ch!=0x001b))
        {
            if(fread(&student,sizeof student,1,data4))
            {
                b=disp(b);
            }
            if(a<11)a=a+1;
            else if(a>=11)
            {
                a=0;
                b=2;
                window(28,19,53,21);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(27,18,52,20);
                TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(2,2);
                cprintf("ESC=EXIT,ANYKEY=CONTINUE");
                ch=getch();
                dispback();
            }
        }
        if(a>0&&a<11)
        {
            window(28,19,53,21);
            textbackground(BLACK);
            clrscr();
            window(27,18,52,20);
            TextWindow(1,1,26,3,BLINK|MAGENTA,LIGHTBLUE);
            textcolor(WHITE);
            gotoxy(2,2);
            cprintf("  PLEASE ENTER ANYKEY  ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                getch();
            }
            dispback();
            fclose(data4);
        }
}

int disp(int b)
{
        textcolor(BLACK);
        textbackground(LIGHTGRAY);
        gotoxy(5,b);
        cprintf("Number : ");
        textcolor(BROWN);
        cprintf("%3s",student.number);
        textcolor(BLACK);
        gotoxy(19,b);
        cprintf("Condition : ");
        if(strcmp(student.cond,"Danger    ")==0)
        {
            textcolor(BLINK|RED);
        }else if(strcmp(student.cond,"Good      ")==0)
        {
            textcolor(LIGHTBLUE);
        }else if(strcmp(student.cond,"No-respone")==0)
        {
            textcolor(WHITE);
        }
        cprintf("%s  ",student.cond);
        textcolor(BLACK);
        gotoxy(43,b);
        cprintf("Date : %s  ",student.dday);
        gotoxy(61,b);
        cprintf("Time : %s",student.thour);
        b=b+1;
        return(b);
}

void dispback()
{
        window(1,4,80,21);
        TextWindow(1,1,80,18,LIGHTRED,LIGHTGRAY);
}

int displayrecord(int b)
{
        textcolor(BLACK);
        textbackground(LIGHTGRAY);
        gotoxy(16,b);
        cprintf("=============================================================");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        gotoxy(16,b=b+1);
        cprintf("Number : ");
        textcolor(BROWN);
        cprintf("%s ",student.number);
        textcolor(BLACK);
        gotoxy(42,b);
        cprintf("Condition : ");
        if(strcmp(student.cond,"Danger    ")==0)
        {
                textcolor(BLINK|RED);
        }else if(strcmp(student.cond,"Good      ")==0)
        {
                textcolor(LIGHTBLUE);
        }else if(strcmp(student.cond,"No-respone")==0)
        {
                textcolor(WHITE);
        }
        cprintf("%s       ",student.cond);
        textcolor(BLACK);
        gotoxy(16,b=b+1);
        cprintf("Date    : %s",student.dday);
        gotoxy(42,b);
        cprintf("Time     : %s",student.thour);
        gotoxy(16,b=b+1);
        cprintf("================================================================");
        return(b);
}

void print()
{
        char ci;
        int x=1;
        do
        {
                winback();
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(18,2);
                cprintf("PRINT MENU");
                gotoxy(12,4);
                cprintf("1.PRINT DATA FROM DATA1");
                gotoxy(12,5);
                cprintf("2.PRINT DATA FROM DATA2");
                gotoxy(12,6);
                cprintf("3.PRINT DATA FROM DATA3");
                gotoxy(12,7);
                cprintf("4.PRINT DATA FROM DATA4");
                gotoxy(12,8);
                cprintf("5.PRINT DATA FROM DATA5");
                gotoxy(12,9);
                cprintf("6.RETURN TO MAIN MENU");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                textcolor(YELLOW);
                gotoxy(13,10);
                cprintf("PLEASE SELECT < 1-6 >");
                do
                {
                        ci=getch();
                }while(ci>='7'||ci<='0');
                switch(ci)
                {
                        case'1':printdata0();break;
                        case'2':printdata1();break;
                        case'3':printdata2();break;
                        case'4':printdata3();break;
                        case'5':printdata4();break;
                        case'6':x=0;break;
                }
        }while(x&&1);
}

void printdata0()
{
        int a=0,ch;
        char FF=0x0c;
        if((data0=fopen(name0,"rb"))==NULL)
        {
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(22,11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(10,2);
                cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
                getch();
        }
        else {
                rewind(data0);
                while((!feof(data0))&&(ch!=0x001b))
                {
                    if(fread(&student,sizeof student,1,data0))
                                displayprint();
                    if(a<60)
                    {
                                a=a+1;
                                window(23,12,57,14);
                                textbackground(BLACK);
                                clrscr();
                                window(22,11,56,13);
                                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                                textcolor(WHITE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        gotoxy(12,2);
                        cprintf("PLEASE WAIT...");
                }
                else if(a>=60)
                {
                        a=0;
                        fprintf(stdprn,"%c",FF);
                }
                if(kbhit()!=0)
                {
                        ch=getch();
                }
            }
            dispback();
            fprintf(stdprn,"%c",FF);
            fclose(data0);
        }
}

void printdata1()
{
        int a=0,ch;
        char FF=0x0c;
        if((data1=fopen(name1,"rb"))==NULL)
        {
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(22,11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
                gotoxy(10,2);
                cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
                getch();
        }
        else {
                rewind(data1);
                while((!feof(data1))&&(ch!=0x001b))
                {
                    if(fread(&student,sizeof student,1,data1))
                        displayprint();
                    if(a<60)
                    {
                        a=a+1;
                        window(23,12,57,14);
                        textbackground(BLACK);
                        clrscr();
                        window(22,11,56,13);
                        TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                        textcolor(WHITE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        gotoxy(12,2);
                        cprintf("PLEASE WAIT...");
                }
                else if(a>=60)
                {
                        a=0;
                        fprintf(stdprn,"%c",FF);
                }
                if(kbhit()!=0)
                {
                        ch=getch();
                }
        }
        dispback();
        fprintf(stdprn,"%c",FF);
        fclose(data1);
    }
}

void printdata2()
{
    int a=0,ch;
    char FF=0x0c;
    if((data2=fopen(name2,"rb"))==NULL)
    {
        window(23,12,57,14);
        textbackground(BLACK);
        clrscr();
        window(22,11,56,13);
        TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
        textcolor(WHITE);
        gotoxy(10,2);
        cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
        getch();
    }
    else {
        rewind(data2);
        while((!feof(data2))&&(ch!=0x001b))
        {
            if(fread(&student,sizeof student,1,data2))
                displayprint();
            if(a<60)
            {
                a=a+1;
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(22,11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        gotoxy(12,2);
                        cprintf("PLEASE WAIT...");
                }
                else if(a>=60)
                {
                        a=0;
                        fprintf(stdprn,"%c",FF);
                }
                if(kbhit()!=0)
                {
                        ch=getch();
                }
        }
        dispback();
        fprintf(stdprn,"%c",FF);
        fclose(data2);
    }
}

void printdata3()
{
    int a=0,ch;
    char FF=0x0c;
    if((data3=fopen(name3,"rb"))==NULL)
    {
        window(23,12,57,14);
        textbackground(BLACK);
        clrscr();
        window(22,11,56,13);
        TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
        textcolor(WHITE);
        gotoxy(10,2);
        cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
        getch();
    }
    else {
        rewind(data3);
        while((!feof(data3))&&(ch!=0x001b))
        {
            if(fread(&student,sizeof student,1,data3))
                displayprint();
            if(a<60)
            {
                a=a+1;
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(22,11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        gotoxy(12,2);
                        cprintf("PLEASE WAIT...");
                }
                else if(a>=60)
                {
                        a=0;
                        fprintf(stdprn,"%c",FF);
                }
                if(kbhit()!=0)
                {
                        ch=getch();
                }
        }
        dispback();
        fprintf(stdprn,"%c",FF);
        fclose(data3);
    }
}

void printdata4()
{
    int a=0,ch;
    char FF=0x0c;
    if((data4=fopen(name4,"rb"))==NULL)
    {
        window(23,12,57,14);
        textbackground(BLACK);
        clrscr();
        window(22,11,56,13);
        TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
        textcolor(WHITE);
        gotoxy(10,2);
        cprintf("CANNOT OPEN FILE !");
        getch();
    }
    else {
        rewind(data4);
        while((!feof(data4))&&(ch!=0x001b))
        {
            if(fread(&student,sizeof student,1,data4))
                displayprint();
            if(a<60)
            {
                a=a+1;
                window(23,12,57,14);
                textbackground(BLACK);
                clrscr();
                window(22,11,56,13);
                TextWindow(1,1,35,3,MAGENTA,LIGHTBLUE);
                textcolor(WHITE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

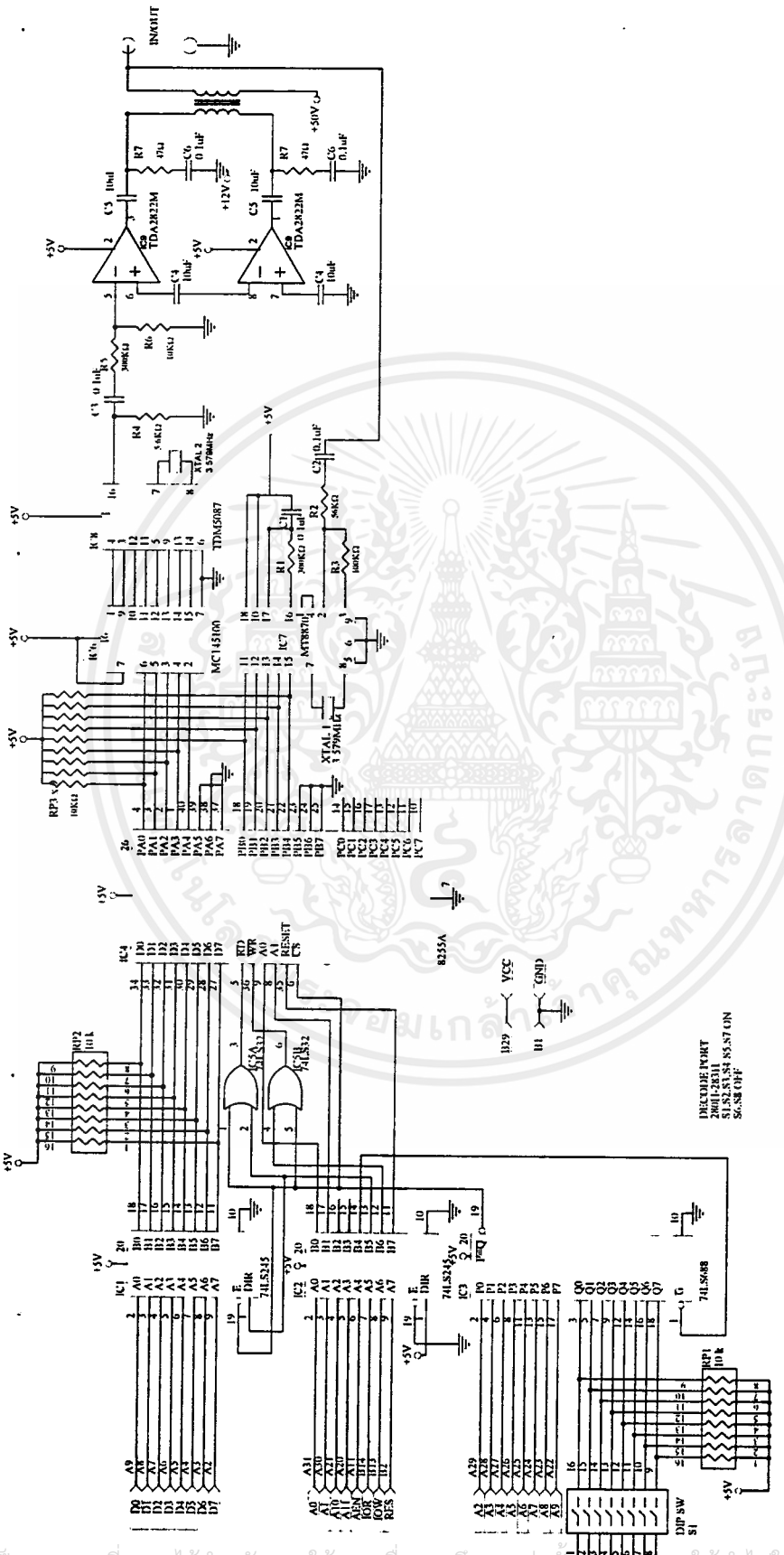
```
                        gotoxy(12,2);
                        cprintf("PLEASE WAIT...");
                }
                else if(a>=60)
                {
                        a=0;
                        fprintf(stdprn,"%c",FF);
                }
                if(kbhit()!=0)
                {
                        ch=getch();
                }
            }
            dispback();
            fprintf(stdprn,"%c",FF);
            fclose(data4);
        }
}

void displayprint()
{
        char REF=0x0d,
            LF=0x0a;
        fprintf(stdprn,"Number : %-3s  Condition : %-10s  Date : %-10s  Time : %-8s%c%c"
                ,student.number,student.cond,student.dday,student.thour,REF,LF);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

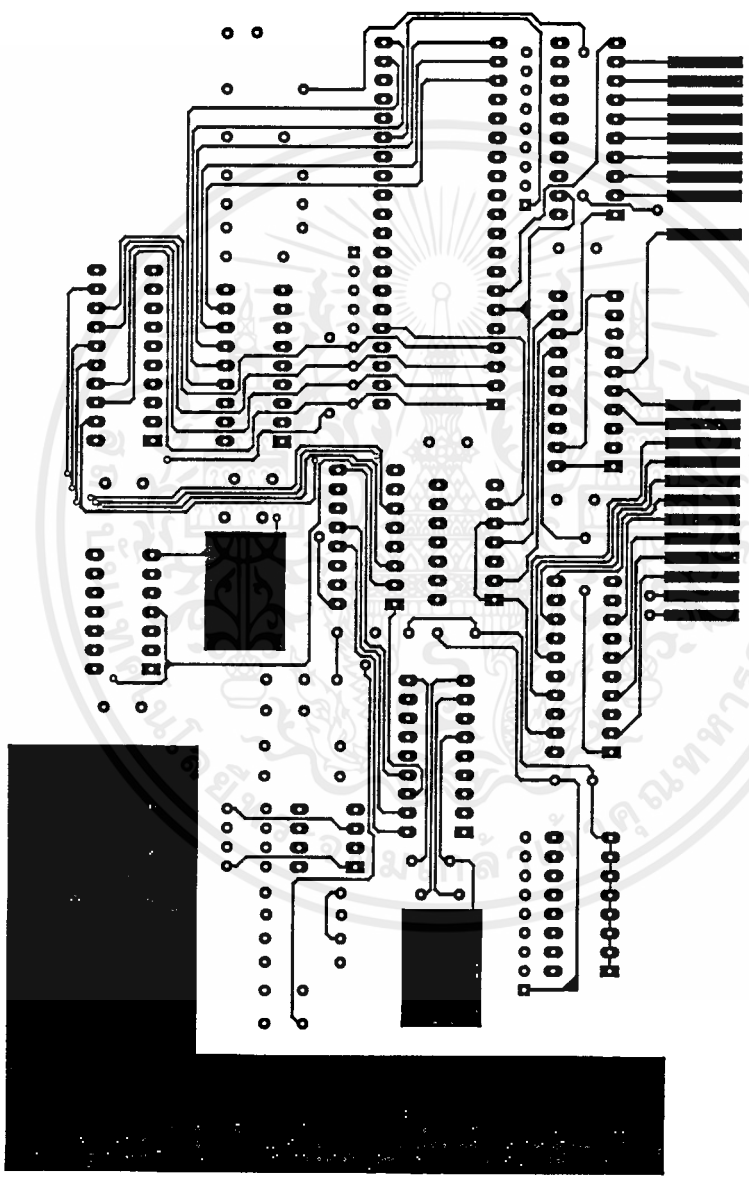
ภาคผนวก ค
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์ของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิล โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



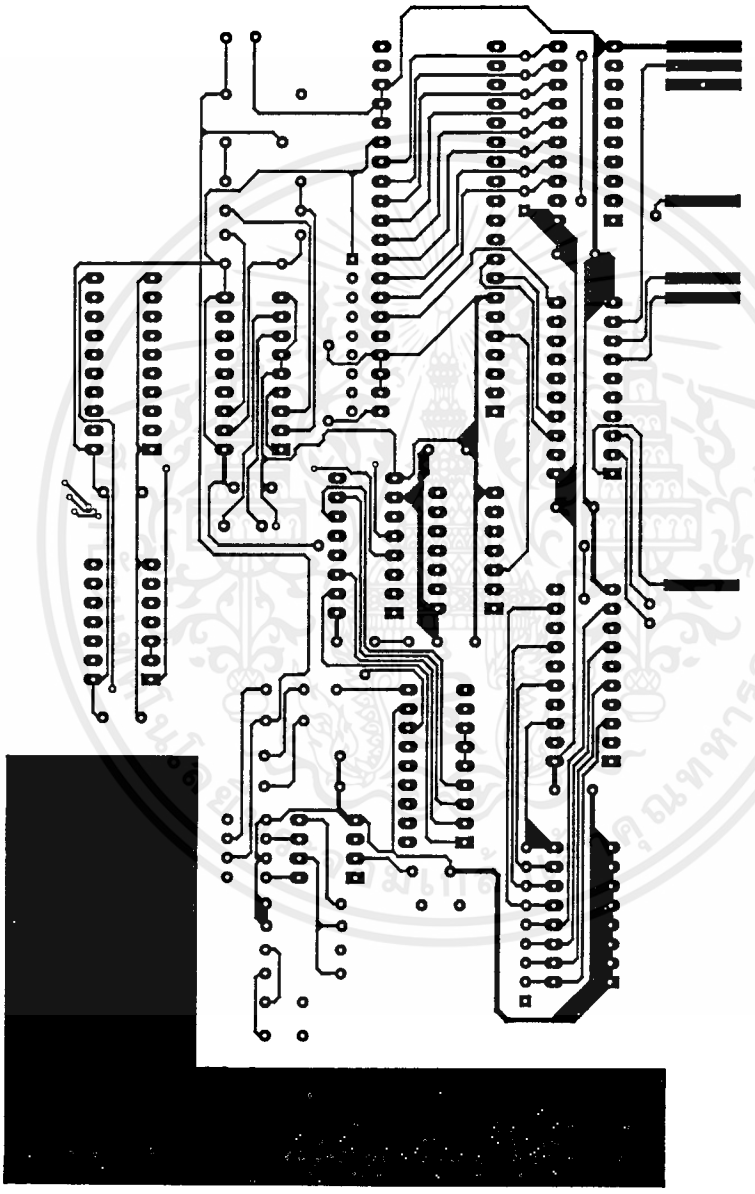
รูปที่ 1 วงจรชุดตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนที่อยู่กับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



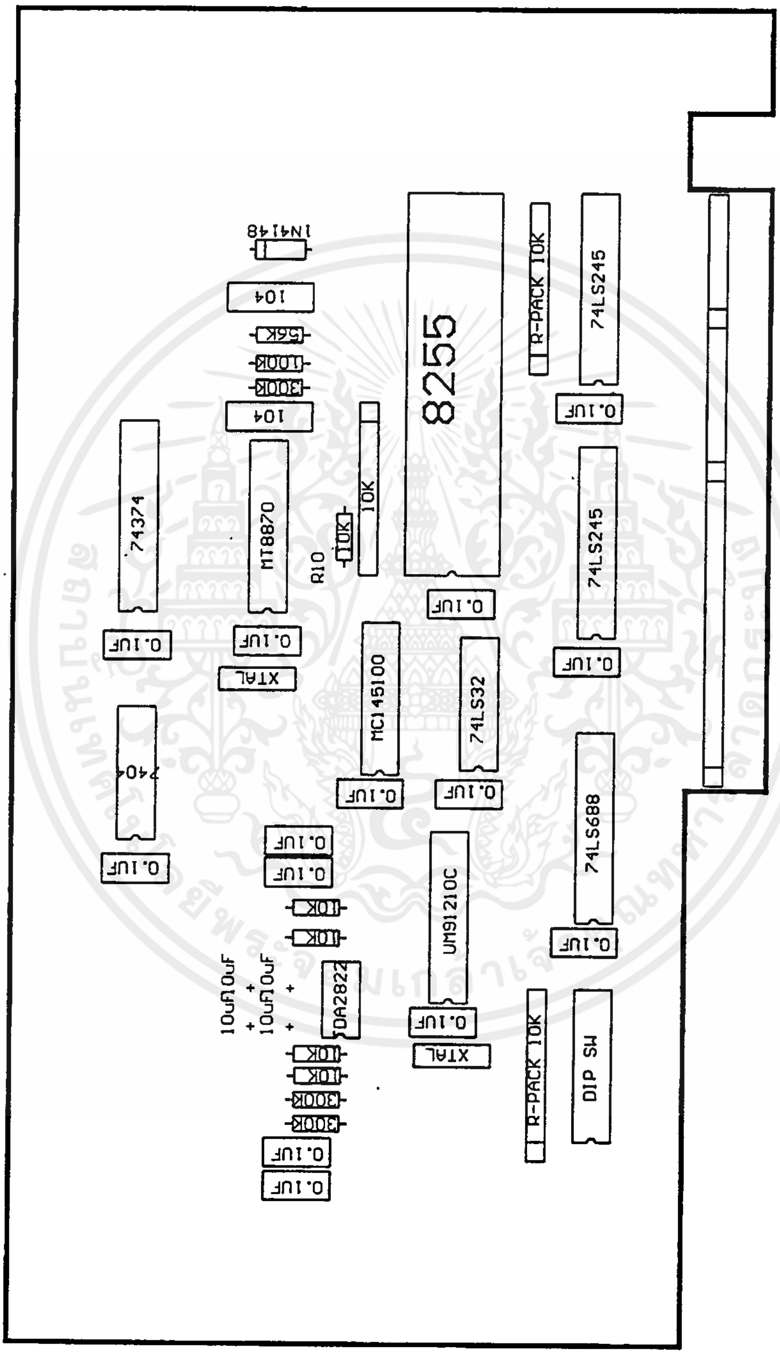
รูปที่ 2 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



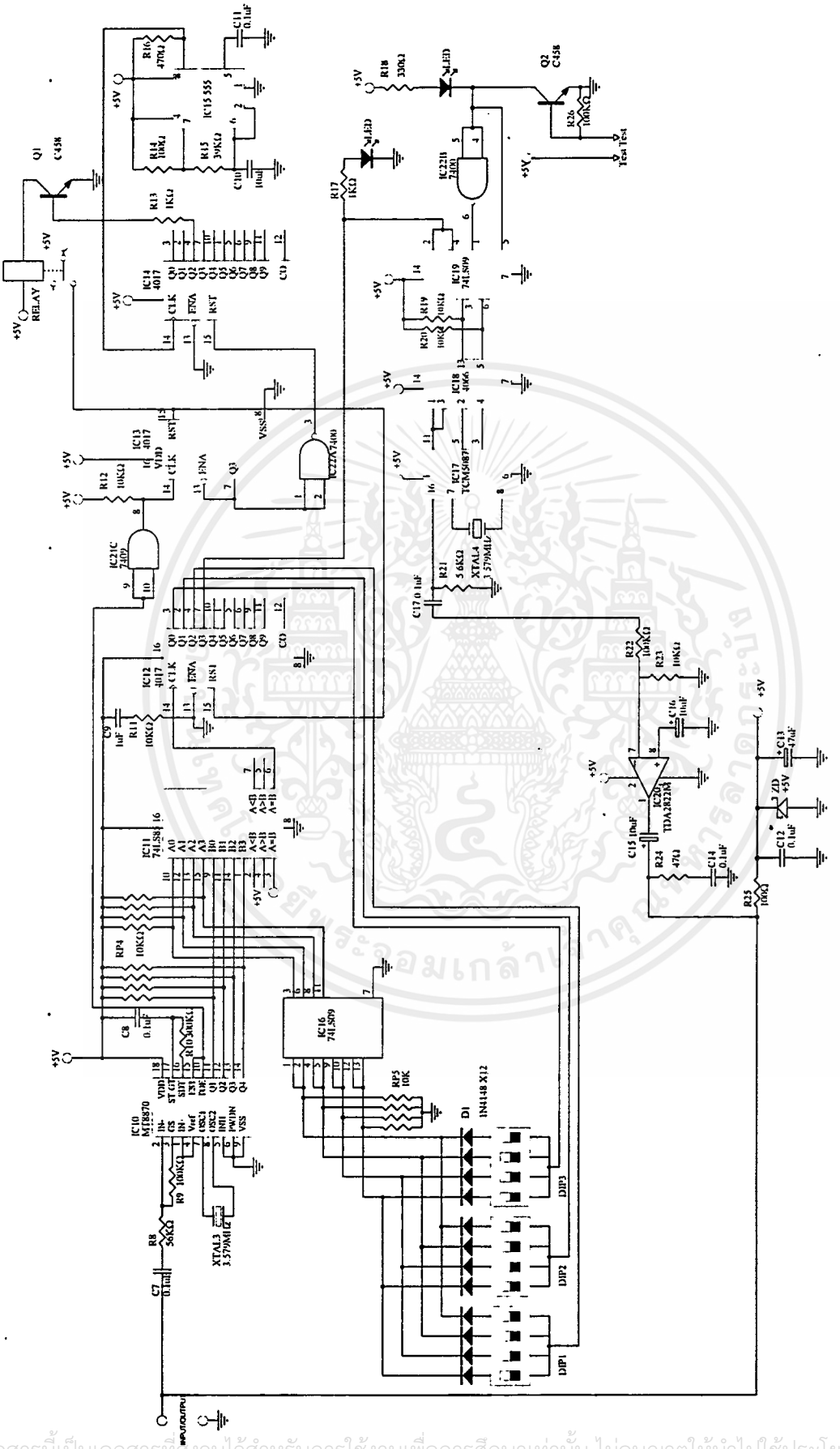
รูปที่ 3 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



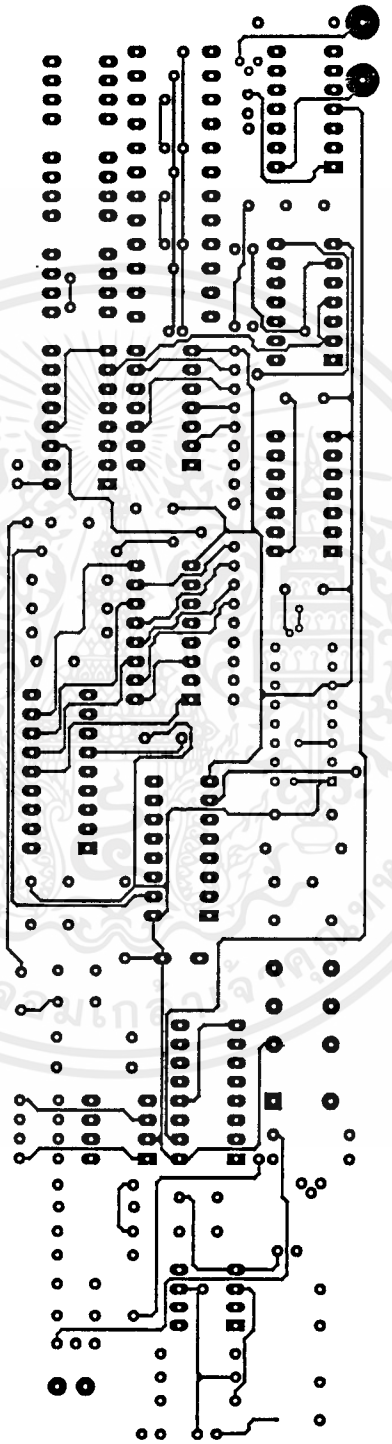
รูปที่ 4 ด้านการวางอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



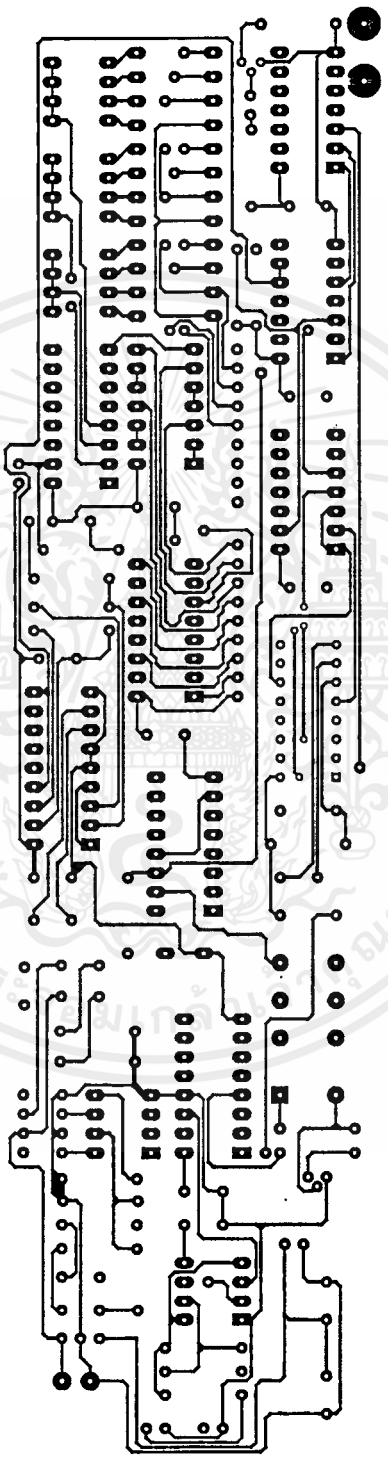
รูปที่ 5 วงจรชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนที่อยู่กับหัวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



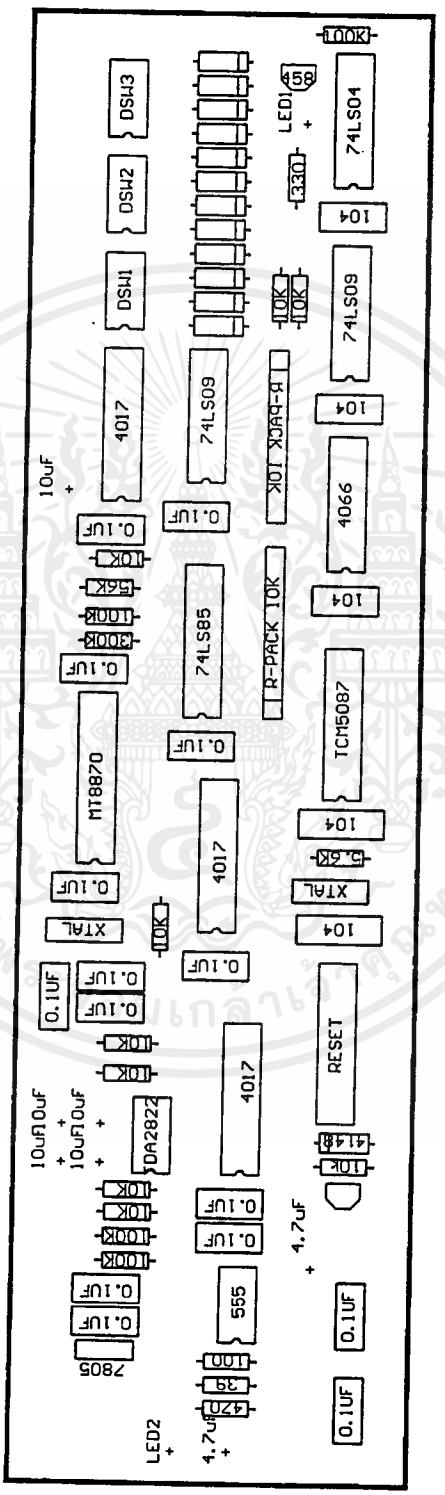
รูปที่ 6 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 ด้านการวางอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายการอุปกรณ์ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์วงจรชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนที่อยู่กับคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R1, R5	300 kΩ	2 ตัว
R3	100 kΩ	1 ตัว
R4	5.6 kΩ	1 ตัว
R6	10 kΩ	1 ตัว
R7	47 Ω	1 ตัว
RP1, RP2, RP3	10 kΩ	3 ตัว
C1, C2, C3, C6 ชนิดไมล่าร์	0.1 uF	4 ตัว
C4, C5 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	10 uF	2 ตัว
XTAL1, XTAL2	3.579 MHz	2 ตัว
D1	1N4148	1 ตัว
IC1, IC2	74LS245	2 ตัว
IC3	74LS668	1 ตัว
IC4	74LS32	1 ตัว
IC5	8255A	1 ตัว
IC6	MT8870	1 ตัว
IC7	145100	1 ตัว
IC8	TCM5087	1 ตัว
IC9	TDA2282M	1 ตัว
DIP SW 16 ขา		1 ตัว
SOCKET 8 ขา		1 ตัว
SOCKET 14 ขา		1 ตัว
SOCKET 16 ขา		2 ตัว
SOCKET 18 ขา		1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดตรวจสอบส่วนที่อยู่กับหัวต่อสายเคเบิล

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R8,	56 kΩ	1 ตัว
R9, R22	100 kΩ	2 ตัว
R10	300 kΩ	1 ตัว
R11, R12, R19, R20, R23	10 kΩ	5 ตัว
R13, R17	1 kΩ	2 ตัว
R14, R25	100 Ω	2 ตัว
R15	39 kΩ	1 ตัว
R16	470 Ω	1 ตัว
R18	330 Ω	1 ตัว
R21	5.6 kΩ	1 ตัว
R24	47 Ω	1 ตัว
RP4, RP5	10 kΩ	2 ตัว
C7, C8, C11, C12, C15, C17 ชนิดไมล่าร์	0.1 uF	6 ตัว
C9 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	1 uF	1 ตัว
C10, C13, C14 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	10 uF	3 ตัว
C16	47 uF	1 ตัว
X-TAL3, XTAL4	3.579 MHz	2 ตัว
Q1, Q2	BC547	2 ตัว
RL1	12 VDC	1 ตัว
LED1,LED2		2 ตัว
D2	1N4148	12 ตัว
ZD1	12 V	1 ตัว
IC10	MT8870	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดตรวจสอบส่วนที่อยู่กับหัวต่อสายเคเบิล (ต่อ)

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
IC11	74LS85	1 ตัว
IC12, IC13, IC14	4017	3 ตัว
IC15	555	1 ตัว
IC16, IC19	74LS09	2 ตัว
IC17	TCM5087	1 ตัว
IC18	4066	1 ตัว
IC21	74LS00	1 ตัว
IC20	TDA2822M	1 ตัว
DIP SW 8 ขา		3 ตัว
SOCKET 8 ขา		2 ตัว
SOCKET 14 ขา		4 ตัว
SOCKET 16 ขา		6 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

- **อุปกรณ์ที่ต้องการ**

1.ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

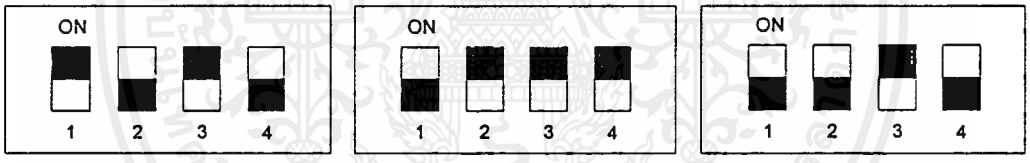
2.คอมพิวเตอร์ดรุ่น 386 ขึ้นไป, หน่วยความจำ 4 เมกะไบต์, จอภาพ EGA

3.ฮาร์ดดิสก์ 120 เมกะไบต์ ขึ้นไป

สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

- การปรับตำแหน่งดิพสวิตช์

ในชุดตรวจสอบที่ติดตั้งอยู่ในหัวต่อสายเคเบิล จะมีดิพสวิตช์จำนวน 3 ชุด ชุดละ 4 ตัว ดิพสวิตช์นี้ จะเป็นตัวกำหนดหมายเลขของหัวต่อที่จะใช้ในการตรวจสอบ โดยแต่ละชุดจะแทนตำแหน่งของค่าหมายเลขในหลักร้อย,หลักสิบ และหลักหน่วยตามลำดับ ดังรูป



รูปที่ 1 ตัวอย่างการปรับค่าของดิพสวิตช์

การปรับตำแหน่งของดิพสวิตช์ ให้มีค่าแทนตัวเลขนั้น สามารถปรับให้ดิพสวิตช์มีตำแหน่งตามตารางที่กำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ตำแหน่งของดิพสวิตช์ที่หมายเลขค่าต่างๆ

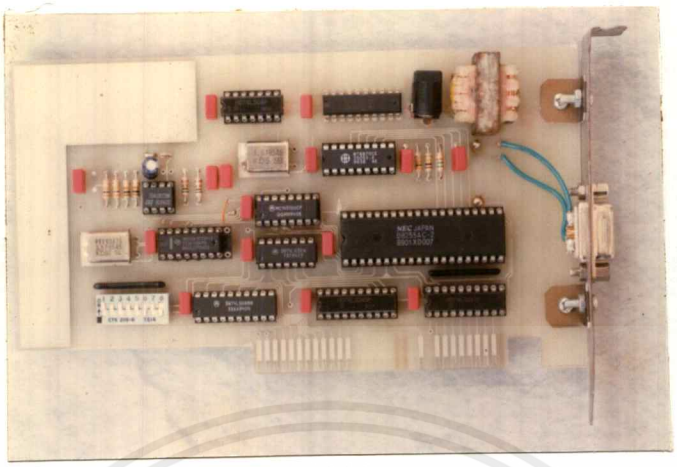
หมายเลข	SW 1	SW 2	SW 3	SW 4
0	ON	OFF	ON	OFF
1	OFF	OFF	OFF	ON
2	OFF	OFF	ON	OFF
3	OFF	OFF	ON	ON
4	OFF	ON	OFF	OFF
5	OFF	ON	OFF	ON
6	OFF	ON	ON	OFF
7	OFF	ON	ON	ON
8	ON	OFF	OFF	OFF
9	ON	OFF	OFF	ON

การติดตั้งชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

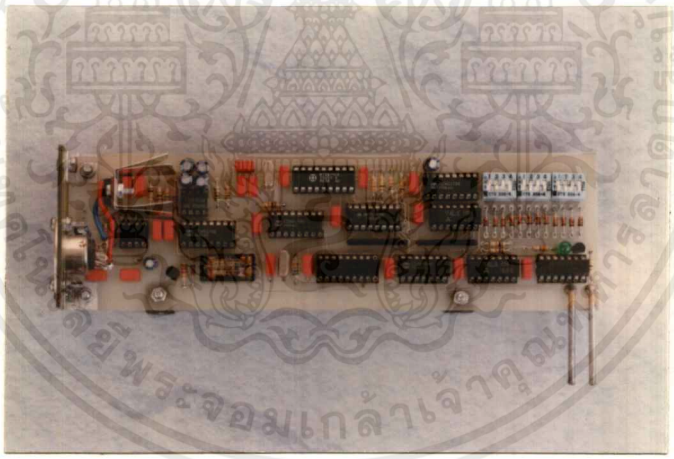
การนำชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ไปใช้งานนั้น จะต้องมีการติดตั้งการ์ดชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ลงบนสล็อตของคอมพิวเตอร์และต่อคู่สายของโทรศัพท์ ที่ไม่มีสัญญาณโทรศัพท์จำนวน 1 คู่สายเข้ากับชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. จัดเตรียมการ์ดชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



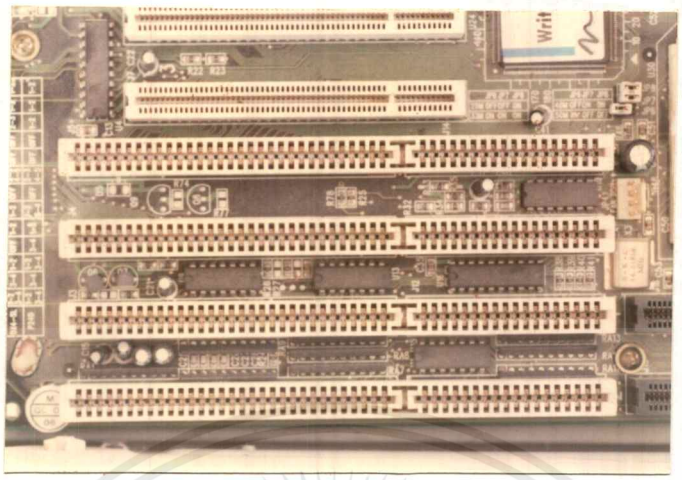
รูปที่ 2 การ์ดของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3 การ์ดของชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนที่อยู่กับหัวต่อ

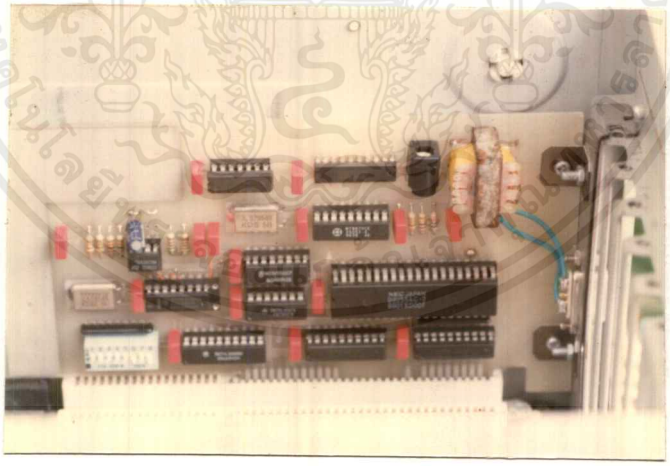
2. สำรวจหาที่ว่างสำหรับเสียบการ์ดชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิล โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 สล็อตคอมพิวเตอร์ที่จะเสียบการ์ด

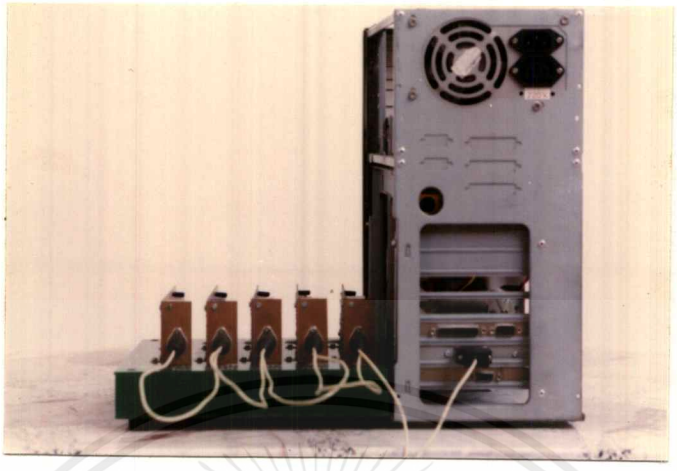
3. นำการ์ดชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่จัดเตรียมไว้เสียบลงบนสล็อตคอมพิวเตอร์



รูปที่ 5 เสียบการ์ดของชุดตรวจสอบส่วนที่อยู่กับคอมพิวเตอร์ ลงบนสล็อตคอมพิวเตอร์

4. หลังจากเสียบการ์ดชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ลงบนสล็อตคอมพิวเตอร์แล้ว ต่อสายจากชุดตรวจสอบที่อยู่ในไมโครคอมพิวเตอร์ ไปยังชุดตรวจสอบ ที่ทำการติดตั้งไว้ที่หัวต่อสายเคเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 การต่อสายระหว่างการ์ดของชุดตรวจสอบที่อยู่กับคอมพิวเตอร์กับการ์ดที่อยู่ที่หัวต่อ

การใช้งานซอฟต์แวร์

1. เข้าสู่โปรแกรมโดยอยู่ที่ C:> จากนั้นพิมพ์ PCB แล้วกด ENTER

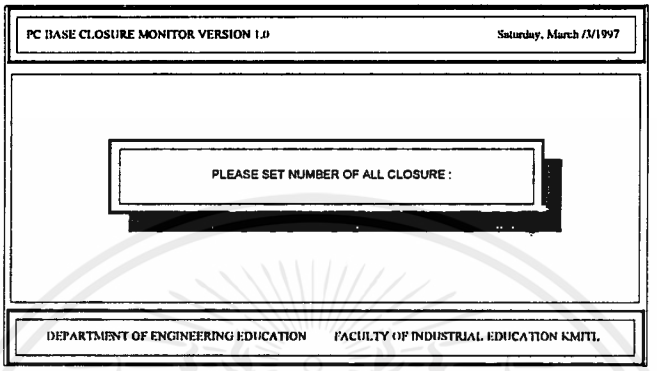
2. เมื่อเข้าสู่โปรแกรมแล้ว หน้าจอจะปรากฏหน้าต่างเพื่อถามว่า ต้องการตั้งค่าวันเวลาของระบบหรือไม่ ดังรูป

```
Current date is Sun 03-30-1997
Enter new date (mm-dd-yy):
Current time is  3:32:11.94a
Enter new time :
```

รูปที่ 7 การใส่ค่าวันที่และเวลาของการตรวจสอบ

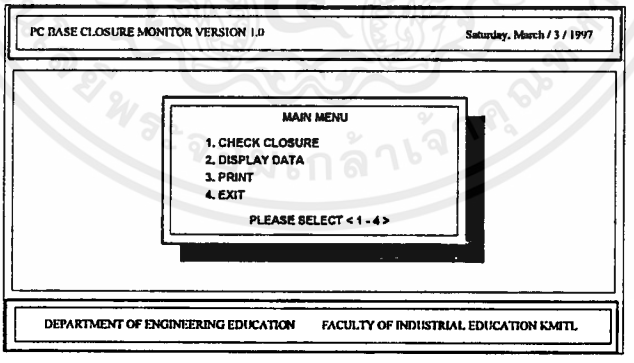
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้น หน้าจอจะปรากฏหน้าต่าง เพื่อให้ตั้งค่าจำนวนของหัวต่อทั้งหมดที่มีอยู่ ดังรูป



รูปที่ 8 หน้าต่างสำหรับตั้งจำนวนของหัวต่อทั้งหมดของระบบ

4. เมื่อตั้งค่าจำนวน ของหัวต่อทั้งหมดแล้ว หน้าจอจะแสดงรายการหลัก ดังรูป

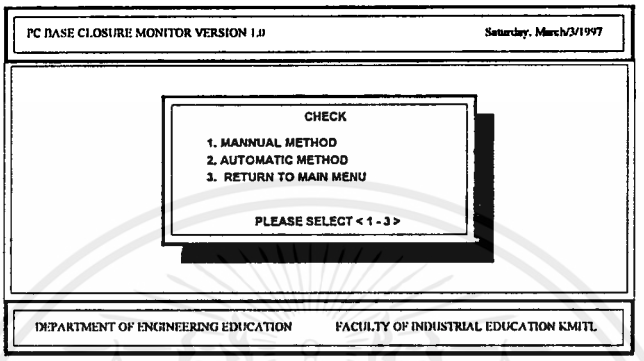


รูปที่ 9 รายการหลัก

เลือกรายการในเมนูโดยกดหมายเลขที่ต้องการซึ่งรายละเอียดของแต่ละรายการมีดังนี้

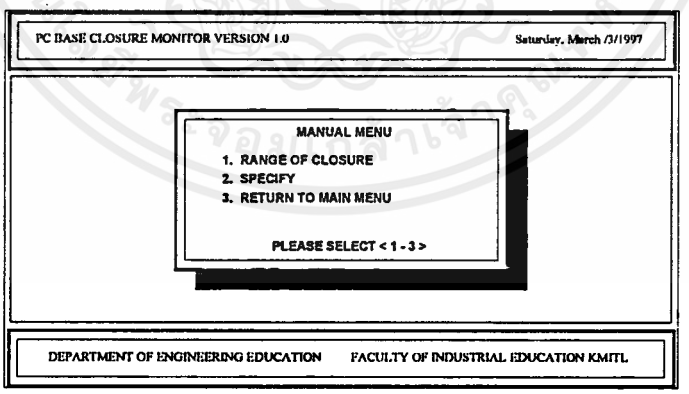
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **รายการที่ 1** เป็นการตรวจสอบสภาวะของหัวต่อสายเคเบิลโทศัพท์ ซึ่งเมื่อกดหมายเลข 1 เลือกรายการนี้แล้ว จะปรากฏเมนูรายการการตรวจสอบดังนี้



รูปที่ 10 การตรวจสอบสภาวะหัวของต่อ

รายการการตรวจสอบที่ 1 จะแบ่งเป็น

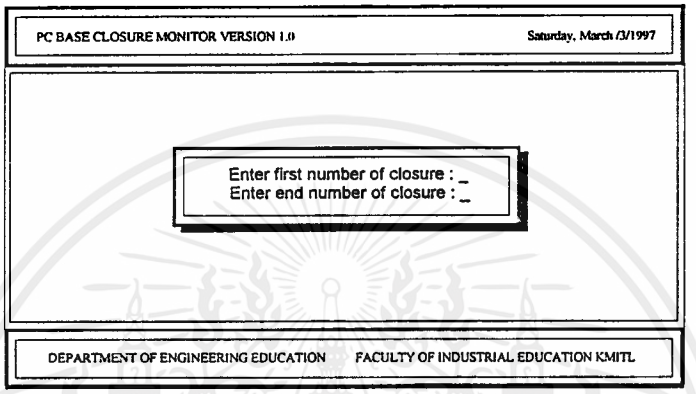


รูปที่ 11 รายการการตรวจสอบแบบเจาะจงหัวต่อ

1. การตรวจสอบสภาวะหัวต่อสายเคเบิลแบบเลือกตรวจสอบเป็นช่วง

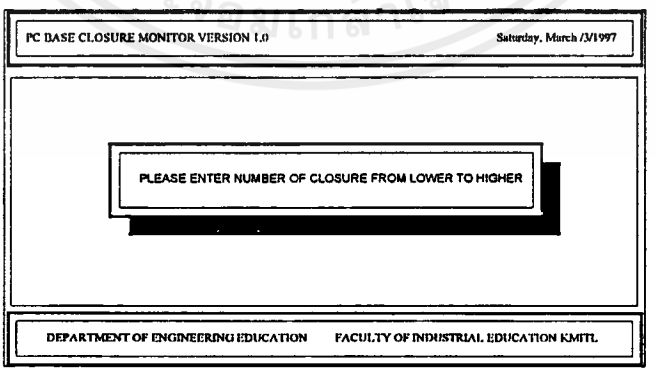
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ สามารถระบุหมายเลขของหัวต่อ ที่จะทำการตรวจสอบ ตั้งแต่หัวต่อสายเคเบิล หมายเลขใดถึงหมายเลขใด เรียงลำดับจากน้อยไปหามากทีละหัวต่อ โดยต้องใส่หมายเลขของหัวต่อสายเคเบิลเริ่มต้น และสุดท้าย ที่ต้องการตรวจสอบในช่วงนั้นๆ ดังรูป



รูปที่ 12 การกำหนดหมายเลขของหัวต่อเป็นช่วง

หากการใส่ค่าหมายเลขหัวต่อสายเคเบิลไม่ถูกต้อง ชุดตรวจสอบน้ำเข้าหัวต่อสายเคเบิลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ จะไม่สามารถทำงานได้ และจะแสดงผลที่หน้าจอดังรูป

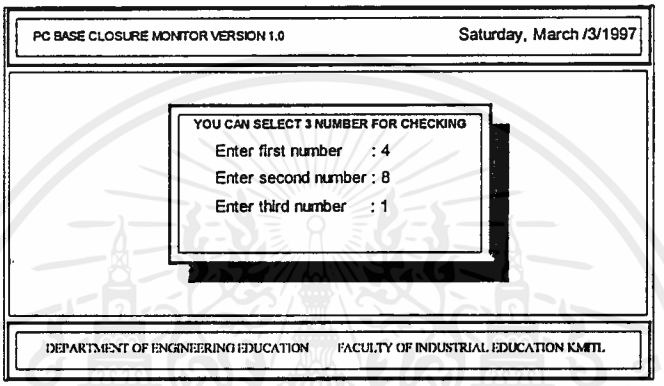


รูปที่ 13 เมื่อใส่หมายเลขหัวต่อผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจสอบสภาวะหัวต่อสายเคเบิล แบบเลือกตรวจสอบเฉพาะหัวต่อที่ต้องการได้

คือสามารถระบุหมายเลขหัวต่อสายเคเบิลที่จะตรวจสอบได้ 3 หัวต่อ โดยไม่จำเป็นต้องเรียงตามลำดับ การใส่ค่าหมายเลขหัวต่อสายเคเบิลแสดงดังรูป



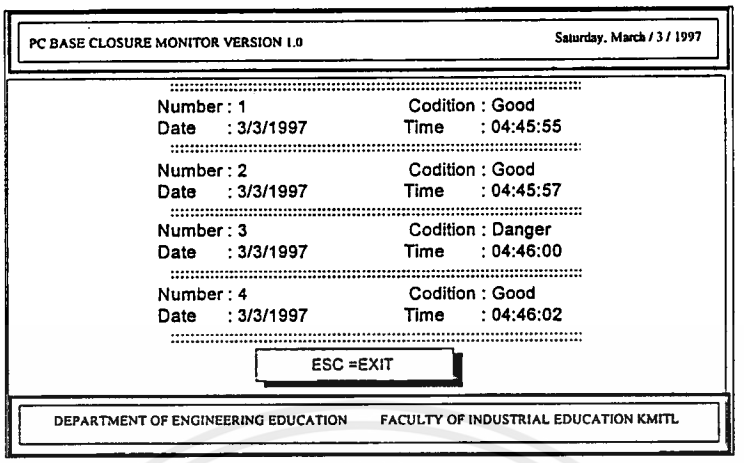
รูปที่ 14 การตรวจสอบแบบเฉพาะหัวต่อที่ต้องการจำนวน 3 หัวต่อ

หากต้องการยกเลิกการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ ก็สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม ESC โปรแกรมจะกลับไปสู่เมนูรายการการตรวจสอบ

3. การกลับสู่เมนูรายการการตรวจสอบ

รายการการตรวจสอบที่ 2 เป็นการตรวจสอบสภาวะของหัวต่อสายเคเบิลแบบ อัตโนมัติ เริ่มตั้งแต่หัวต่อสายเคเบิลหมายเลข 000 ถึงหมายเลขที่ได้ตั้งเอาไว้ตอนเข้าสู่โปรแกรม จะแสดงผล 4 หัวต่อ ต่อ 1 หน้าจอดังรูป

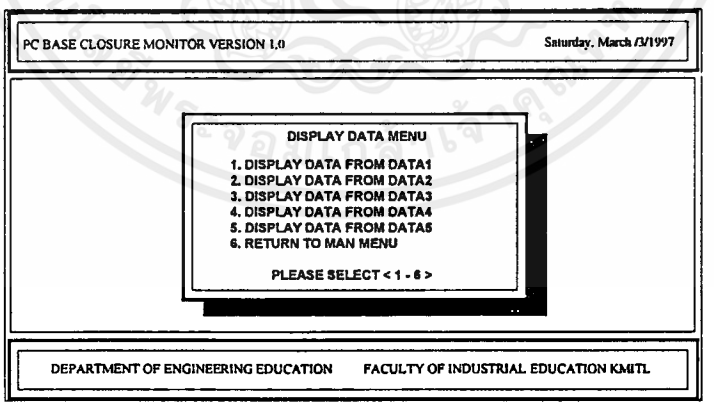
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15 การแสดงผลที่หน้าจอกรณีของการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ

รายการการตรวจสอบที่ 3 เป็นการกลับสู่เมนูหลัก

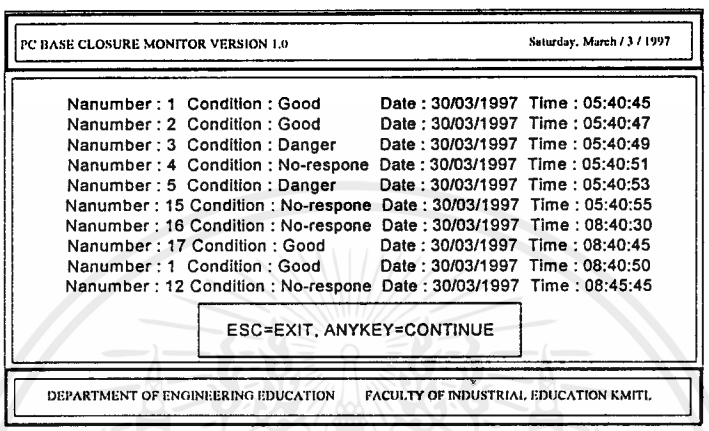
- รายการที่ 2 เป็นการแสดงผลการตรวจสอบหัวต่อสายเคเบิลที่ได้บันทึกไว้ ซึ่งสามารถเลือกการดูผลการตรวจสอบตามเมนูรายการดังแสดงในรูป



รูปที่ 16 รายการแสดงผลข้อมูลที่บันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

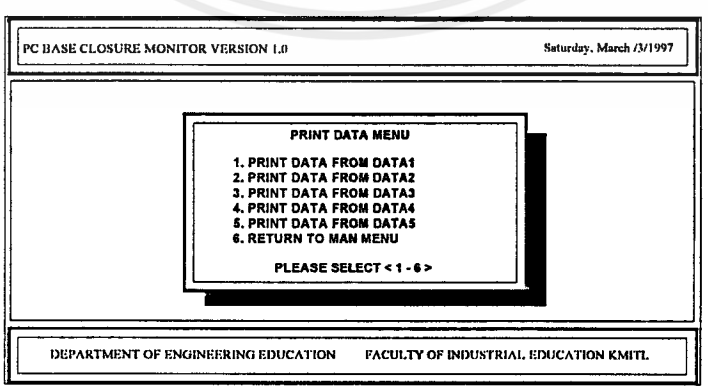
รายการแสดงผลการตรวจสอบที่ 1-5 เป็นการขอดูผลการตรวจสอบแฟ้มข้อมูลที่ 1-5 หน้าจอจะแสดงผลดังรูป



รูปที่ 17 การแสดงผลเมื่อเลือกแสดงแฟ้มข้อมูลที่ต้องการ

รายการแสดงผลการตรวจสอบที่ 6 เป็นการกลับไปสู่เมนูหลัก

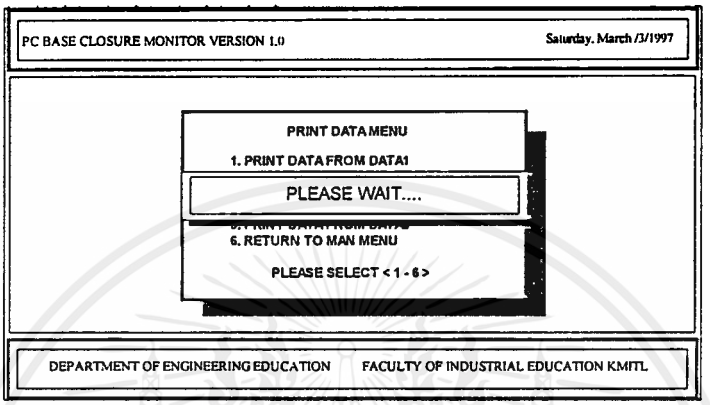
- รายการที่ 3 เป็นการพิมพ์ข้อมูล ซึ่งเป็นผลการตรวจสอบสภาวะของหัวต่อสายเคเบิลที่บันทึกไว้ ออกทางเครื่องพิมพ์ ซึ่งหน้าจอจะปรากฏเมนูรายการการพิมพ์ข้อมูล ดังรูป



รูปที่ 18 รายการการสั่งพิมพ์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการการพิมพ์ข้อมูลที่ 1-5 เป็นการพิมพ์ผลการตรวจสอบที่บันทึกไว้ จากแฟ้มข้อมูลที่ต้องการ ออกทางเครื่องพิมพ์ เมื่อสั่งให้ทำการพิมพ์ หน้าจอจะแสดงดังรูป



รูปที่ 19 หน้าจอเมื่อสั่งพิมพ์แฟ้มข้อมูลที่ต้องการ

เมื่อต้องการยกเลิกการพิมพ์ให้กดปุ่ม ESC โปรแกรมจะกลับไปที่เมนูรายการการพิมพ์ข้อมูล

รายการที่ 6 เป็นการออกจากโปรแกรมการทำงาน เมื่อสิ้นสุดการตรวจสอบ, การดูข้อมูลการตรวจสอบที่บันทึกไว้ หรือการพิมพ์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายการข้อมูลและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

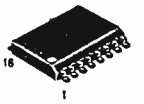
MC142100
MC145100

4 × 4 Crosspoint Switch with Control Memory

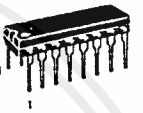
The MC142100 and MC145100 consist of 16 crosspoint switches (analog transmission gates) organized in 4 rows and 4 columns. Both devices have 16 latches, each of which controls the state of a particular switch. Any of the 16 switches can be selected by applying its address to the device and a pulse to the strobe input. The selected crosspoint will turn on if during strobe, D_{in} was a 1 and will turn off if during strobe, D_{in} was a 0. In addition the MC145100 will reset all non-selected switches in the same row as the selected switch. Other switches are unaffected. In the MC145100, an internal power-on reset turns off all switches as power is applied.

- Internal Latches Control State of Switches
- Power-On Reset (MC145100 Only)
- Low On Resistance — Typically on 110 Ω @ 10 Vdc
- Large Analog Range (V_{DD}–V_{SS})
- All Pins are Diode Protected
- Matched Switch Characteristics
- High CMOS Noise Immunity
- MC142100 Pin-for-Pin Replacement for CD22100

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN



DW SUFFIX
SOG
CASE 751G

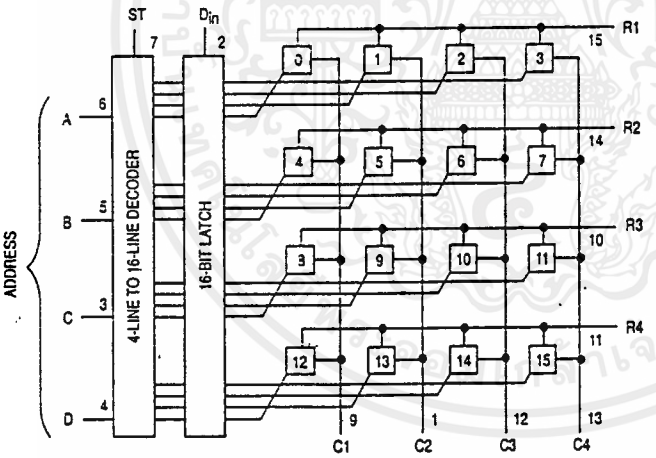


P SUFFIX
PLASTIC
CASE 648

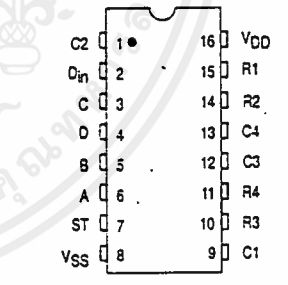
ORDERING INFORMATION

MC14XXXX	SUFFIX	DENOTES
	DW	SOG Package MC142100 ONLY
	P	Plastic DIP
	C	Limited Operating Temperature Range
	A	Extended Operating Temperature Range

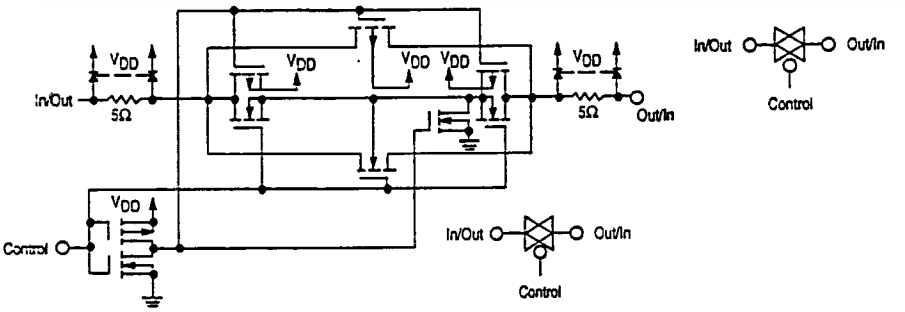
BLOCK DIAGRAM



PIN ASSIGNMENTS



ANALOG TRANSMISSION GATE (CROSSPOINT) SCHEMATIC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 3 May 1995

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
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
MT8870DT/DT-1	20 Pin TSSOP

-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.

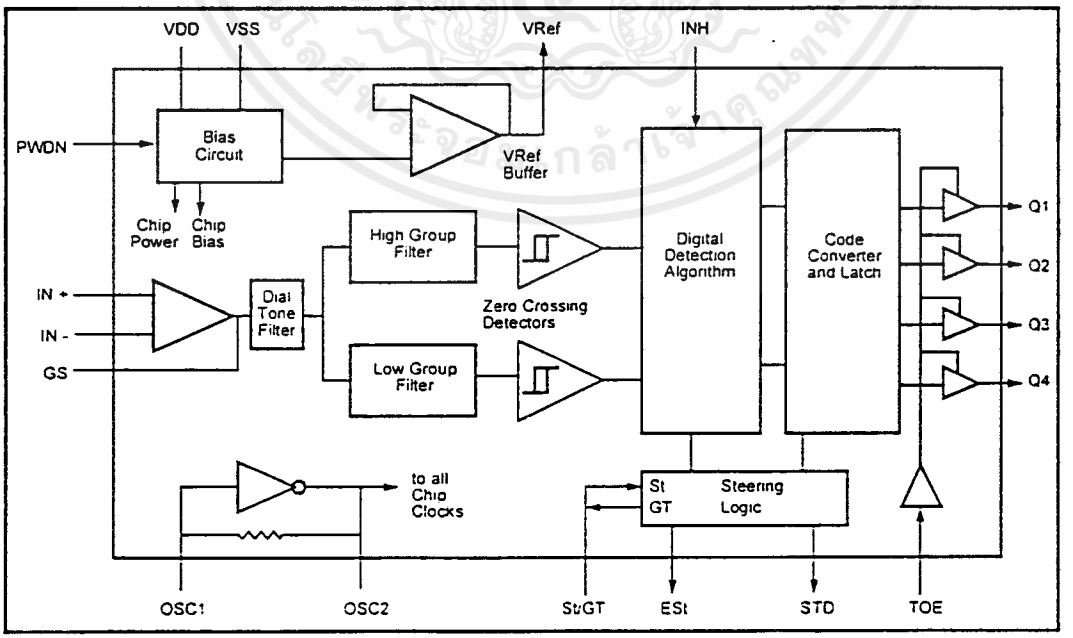
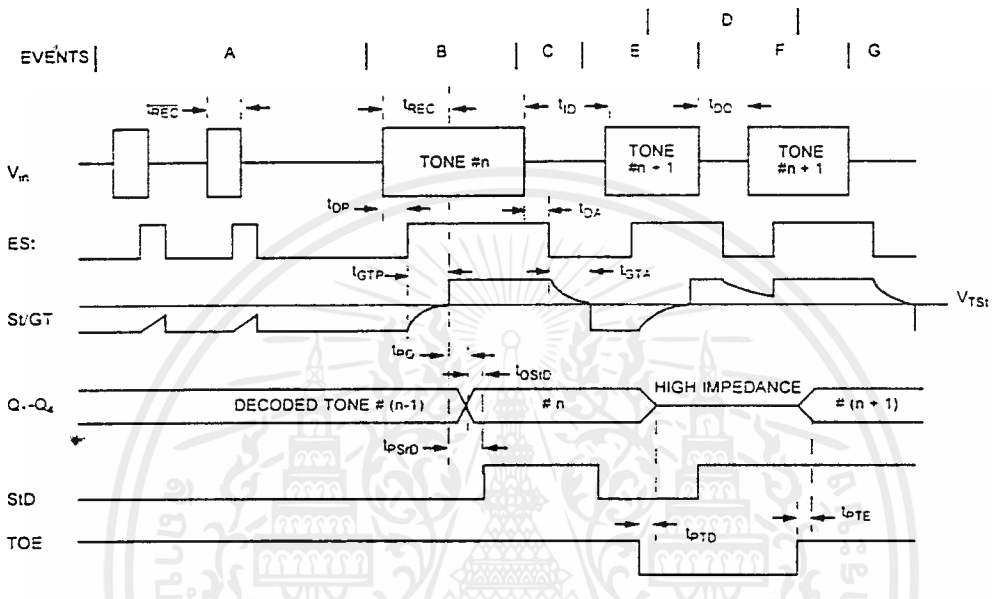


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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-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

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.

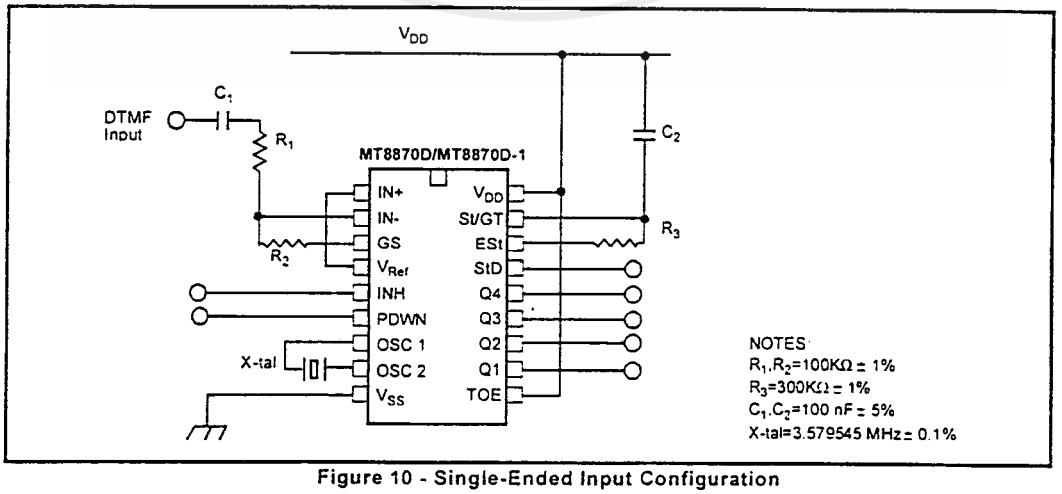


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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.

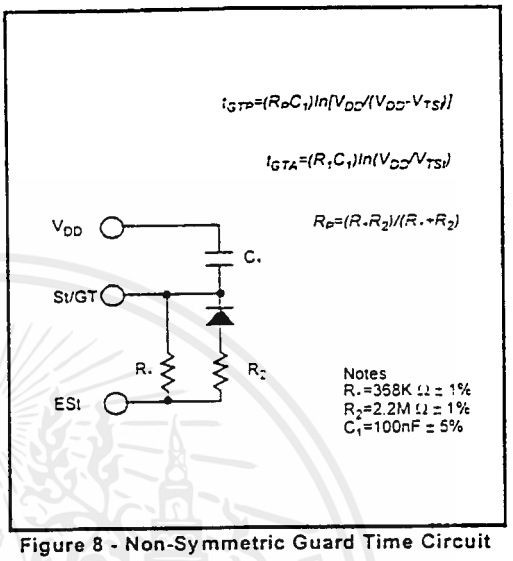


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

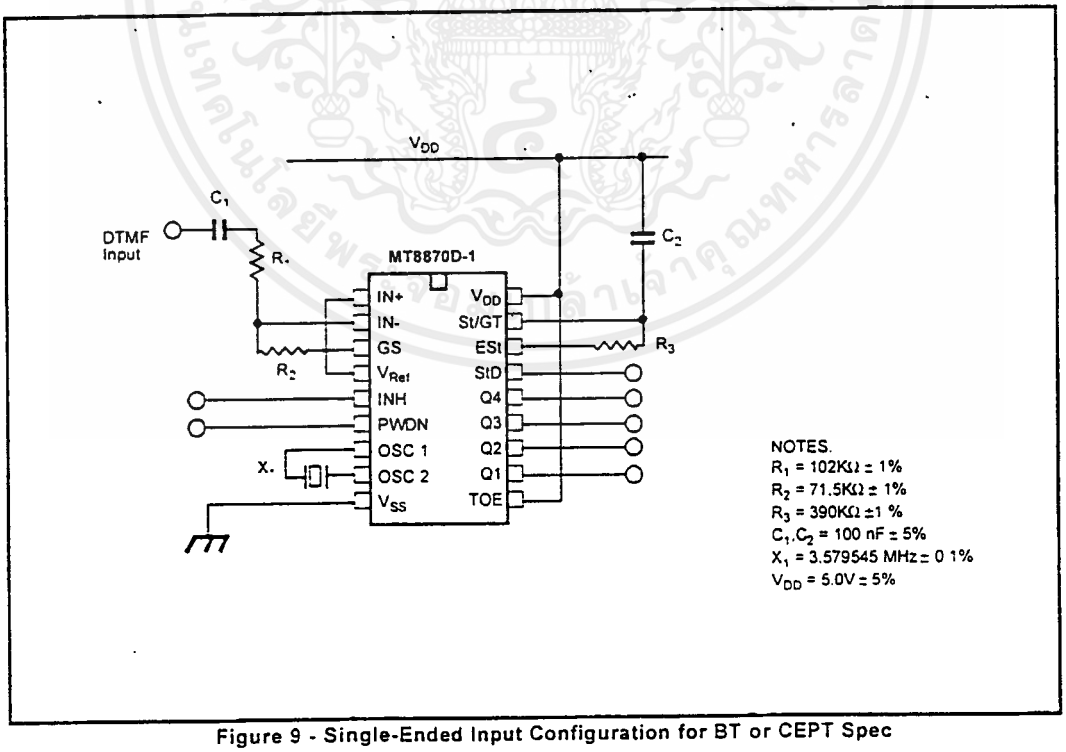


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

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.

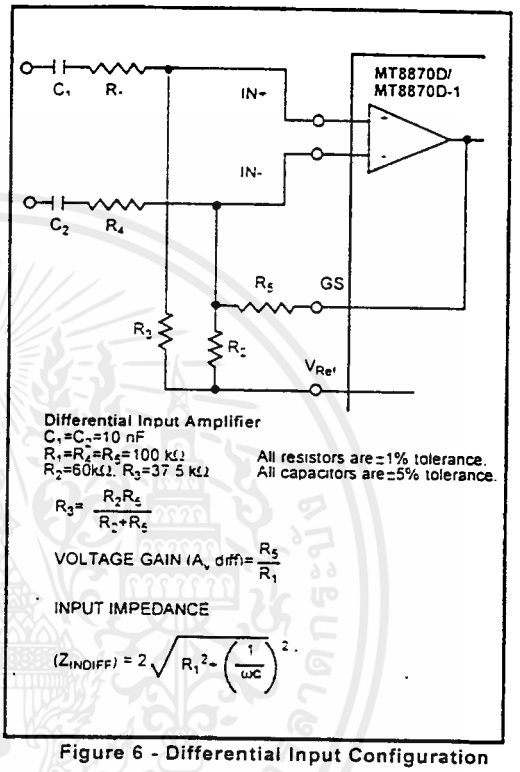


Figure 6 - Differential Input Configuration

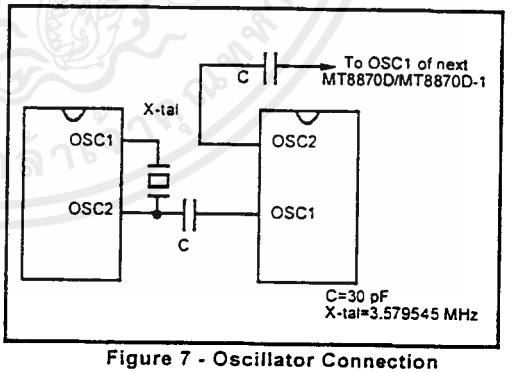


Figure 7 - Oscillator Connection

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

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

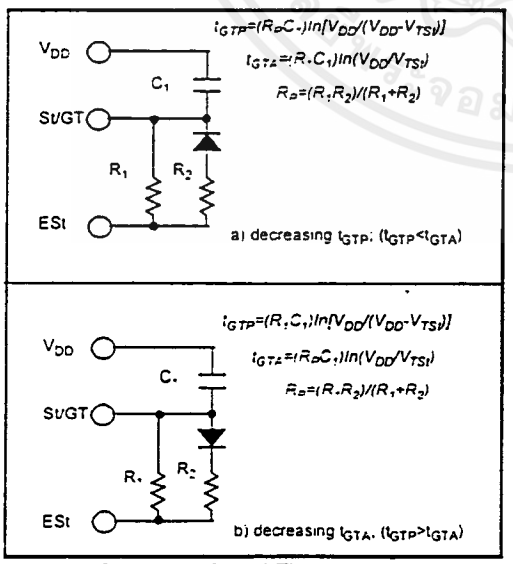


Figure 5 - Guard Time Adjustment

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.

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

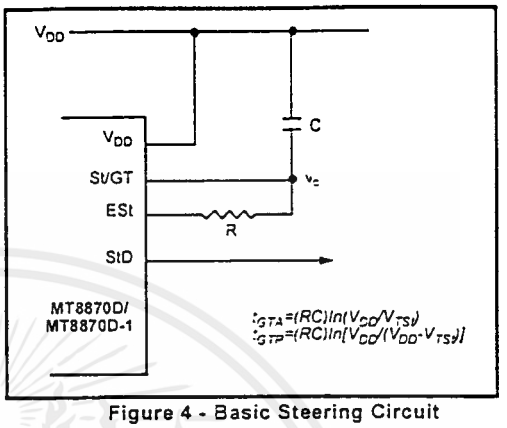


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

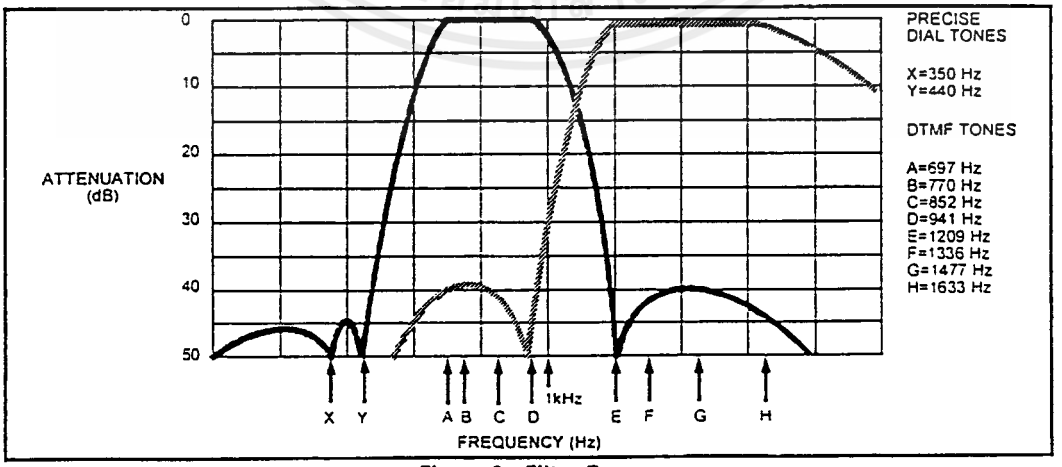


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

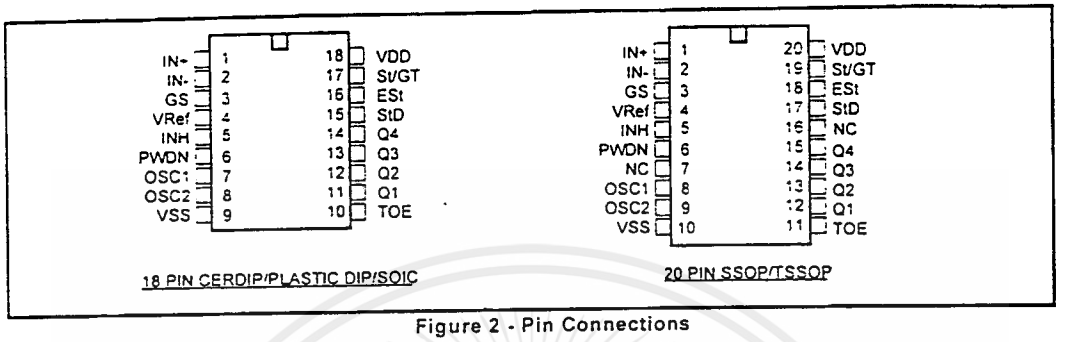


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin # 18	Pin # 20	Name	Description
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

ประวัติ

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายทวีศักดิ์ หลงแก้ว
วันเดือนปีเกิด	14 มกราคม 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดสงขลา
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดสงขลา
ที่อยู่ปัจจุบัน	64/8 หมู่ที่5 ถนนกาญจนวนิช ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
โทรศัพท์	074-429009

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนบ้านโคกค่าย
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนควนเนียงวิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติ

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายรุจน์ ธรรมโรจน์
วันเดือนปีเกิด	12 มกราคม 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดขอนแก่น
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดขอนแก่น
ที่อยู่ปัจจุบัน	122/9 หมู่ที่6 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000
โทรศัพท์	043-223054

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนสนามบิน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนกัลยาณวัตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	คนเราจะดีได้ก็ด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติ

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวสุภาภรณ์ สุบรรณภาพ
วันเดือนปีเกิด	18 กันยายน 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดราชบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	18 หมู่ที่4 ตำบลจอมบึง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี 70150

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวันครู 2503
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนคุรุราษฎร์รังสฤษฎ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	จงเป็นคนดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติ

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายอาณัติ ทองมั่น
วันเดือนปีเกิด	16 ตุลาคม 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดราชบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	11 หมู่ที่4 ตำบลบางป่า อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี 70000
โทรศัพท์	01-2902568

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดอัมพวัน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเบญจมราชูทิศราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	เป็นคนดีไม่ได้ทั้งตัวก็ให้ชั่วน้อยๆ ก็พอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. เข็มทอง นิ่มศิริ. "วิศวกรรมวางสายโทรศัพท์ตอนนอก" ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. เฉลิมพง ทัพซ้าย. "การเขียนโปรแกรมภาษาซี", บริษัท 3495 บุ๊คเซ็นเตอร์ จำกัด,2537
3. ชูชัย ธนสารตั้งเจริญและคณะ. "การใช้งาน Z80", ห้างหุ้นส่วนจำกัดสำนักพิมพ์ฟิสิกเซ็นเตอร์
4. ณรงค์ ตันจินซุย, ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์, ฟ้ารุ่ง ขาวดี, เอกสิน นิลกาญจน์,."ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์" ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2538, สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
5. ธันวา ศรีประโมง. "การเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับวิศวกรรม", โครงการตำราวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2539
6. นิทัศน์ ศรีเทียมศักดิ์, สมรัฐ นิ่มเย็น, สุรินทร์ อ่อนน้อม. "ระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยวิทยุแบบมือถือหรือโทรศัพท์", ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2538, สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
7. บุญเลิศ เอี่ยมทัศนะและคณะ. "โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซี", บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2521
8. มนตรี พจนารถลาวัณย์. "การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทอร์โบซี", บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น, 2521
9. ร.ศ.มัณฑนา ปราการสมุทร. "การเขียนชุดคำสั่งภาษาซี", คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2534
10. เศกสิทธิ์ คำชมพู. "ไอซีน่าสน : MT8870", วารสารเซมิคอนดัคเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับที่ 81, 2530, หน้า 226 - 237
11. Telecommunication Device Data, Motorola Inc., 1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้