ระบบป้องกันภัย

ALARM SYSTEM

พนม เพชรจตุพร

PANOM PETCHJATUPORN

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ สิทธิชัย โภไคยอุดม

ADVISOR

ASSOCIATE PROFESSOR SITTHICHAI POOKAIYAUDOM Ph.D.

วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา ๒๕๒๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ ๑	บทนำ	๑
บทที่ ๒	การพัฒนาและโครงสร้างของระบบป้องกันภัย	๔
	โครงสร้างของระบบพื้นฐานหรือระบบขนาดเล็ก	๔
	โครงสร้างของระบบขนาดกลาง	๕
	โครงสร้างของระบบขนาดใหญ่	๘
	การแจ้งเหตุทางคู่สายโทรศัพท์	๑๐
	การแจ้งเหตุโดยใช้เครื่องรับส่งวิทยุ	๑๑
บทที่ ๓	ตัวตรวจจับสัญญาณ	๑๓
	ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็ก	๑๓
	ตัวตรวจจับสัญญาณแบบอลูมิเนียมฟอยล์	๑๘
	ตัวตรวจจับสัญญาณแบบซ่อนในวงกบ	๒๐
	ตัวตรวจจับสัญญาณแบบซ่อนใต้พรม	๒๑
	ตัวตรวจจับความสั่นสะเทือน	๒๒
	ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสง	๒๔
	ตัวตรวจจับความร้อน	๒๕
	ตัวตรวจจับควัน	๒๖
	ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้คลื่นความถี่	๓๒
บทที่ ๔	การออกแบบส่วนตรวจสอบสายส่งสัญญาณและตัวตรวจจับสัญญาณ	๔๔
	การใช้ระดับศักดาไฟตรงส่งไปตามสายส่งสัญญาณ	๔๔
	การใช้สัญญาณความถี่ค่าหนึ่งส่งไปตามสายส่งสัญญาณ	๔๖
	การใช้ทั้งสัญญาณความถี่และระดับศักดาไฟตรงส่งไปตามสายส่งสัญญาณ	๔๗
	- เมื่อใช้กับตัวตรวจจับสัญญาณสภาวะปกติปิด	๔๙
	- เมื่อใช้กับตัวตรวจจับสัญญาณแบบสภาวะปกติเปิด	๕๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		หน้า
	โครงสร้างของส่วนเวลาและการเชื่อมต่อเข้าส่วนควบคุมรอง	๑๓๔
	ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์พร้อมโฟล์วชาร์ทการทำงาน	๑๔๒
บทที่ ๘	การเชื่อมต่อระบบขนาดกลางเป็นขนาดใหญ่	๑๕๐
	โครงสร้างของระบบขนาดใหญ่	๑๕๑
	การรับส่งข้อมูลของระบบทั้งหมด	๑๕๓
	โครงสร้างของส่วนควบคุมหลัก	๑๕๔
บทที่ ๙	การแจ้งเหตุผ่านทางเครื่องรับส่งวิทยุ เอ.เอ็ม.	๑๕๕
	โครงสร้างของเครื่องส่งรหัส	๑๕๖
	วงจรเครื่องส่งวิทยุระบบ เอ.เอ็ม.	๑๕๗
	โครงสร้างของเครื่องรับรหัส	๑๕๙
	วงจรเครื่องรับวิทยุระบบ เอ.เอ็ม.	๑๖๐
บทที่ ๑๐	การแจ้งเหตุผ่านทางคู่สายโทรศัพท์	๑๖๑
	การหมุนหมายเลขโดยอัตโนมัติ	๑๖๑
	การตรวจสอบสัญญาณต่าง ๆ ของคู่สายโทรศัพท์	๑๖๒
	การใช้เทปบันทึกเสียงช่วยแจ้งเหตุ	๑๖๗
	การใช้รหัสช่วยแจ้งเหตุ	๑๗๒
	โครงสร้างของเครื่องส่งรหัสและรับรหัส	๑๗๓
	โฟล์วชาร์ทของเครื่องส่งรหัสและรับรหัส	๑๗๖
บทที่ ๑๑	วงจรที่ใช้งานพร้อมรายละเอียด	๑๘๑
	วงจรที่ใช้ในระบบป้องกันภัยขนาดเล็ก	๑๘๒
	วงจรของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์	๑๙๕
	วงจรที่ใช้ในส่วนควบคุมของระบบขนาดกลางและขนาดใหญ่	๑๙๘
	วงจรที่ใช้แจ้งเหตุโดยอาศัยเครื่องรับส่งวิทยุระบบ เอ.เอ็ม.	๒๐๖
	วงจรที่ใช้แจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์	๒๑๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ ๕	ส่วนควบคุมย่อยในระบบขนาดเล็ก	๕๕
	ส่วนเชื่อมต่อกับตัวตรวจจับสัญญาณและสายส่งสัญญาณ	๕๕
	ส่วนรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก	๖๔
	ส่วนตั้งรหัสประจำเครื่อง	๖๔
	ส่วนแสดงผล	๖๖
	ส่วนคีย์บอร์ด	๗๔
	ส่วนขอเข้าระบบ	๗๙
	- ตัวลูกกุญแจ	๗๙
	- ตัวแม่กุญแจ	๘๓
	ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์พร้อมโฟล์วชาร์ทการทำงาน	๘๘
บทที่ ๖	การรับส่งข้อมูลระหว่างระบบ	๙๙
	โครงสร้างการติดต่อระหว่างระบบ	๘๙
	ส่วนเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรมเป็นสัญญาณความถี่สูง	๑๐๓
	ส่วนเปลี่ยนสัญญาณความถี่สูงให้เป็นสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม	๑๐๔
บทที่ ๗	การเชื่อมต่อระบบขนาดเล็กเป็นระบบขนาดกลาง	๑๐๖
	โครงสร้างของระบบขนาดกลาง	๑๐๖
	การเพิ่มส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก	๑๐๗
	- การส่งข้อมูลแบบอนุกรม	๑๐๘
	- การรับข้อมูลแบบอนุกรม	๑๑๒
	การเชื่อมต่อระบบเข้ากับส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์	๑๑๕
	ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์	๑๒๑
	โครงสร้างของไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล MCS-48	๑๒๓
	โครงสร้างของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์	๑๒๙
	โครงสร้างส่วนควบคุมรอง	๑๓๒

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ ๑๒ บทสรุป ๒๒๕

กิตติกรรมประกาศ ๒๒๖

เอกสารอ้างอิง ๒๒๗

ภาคผนวก ๒๒๘

- ภาคผนวกที่ ๑ แสดงโปรแกรมที่ใช้งานทั้งหมด ๒๒๘
- ภาคผนวกที่ ๒ แสดงที่มาของวิทยานิพนธ์ ๒๖๘
- ภาคผนวกที่ ๓ แสดงบทความที่ตีพิมพ์ในหนังสือประชุมทางวิชาการ วิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ๒๘๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้ได้เสนอแนวทางการออกแบบระบบป้องกันภัยที่สามารถนำมาใช้ได้ตั้งแต่ระบบขนาดเล็กที่ประกอบด้วยตัวตรวจจับสัญญาณ ๘ ตัว สามารถขยายเป็นระบบขนาดกลางที่ประกอบด้วยระบบป้องกันภัยขนาดเล็ก ๙๙ หน่วย และยังสามารถขยายเป็นระบบขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยระบบขนาดกลางได้ ๙๙ หน่วยเช่นกัน การเชื่อมต่อระบบขนาดเล็กเข้าด้วยกันเพื่อประกอบเป็นระบบขนาดกลางหรือขนาดใหญ่ไม่ใช้สายส่งสัญญาณแต่ใช้การผสมสัญญาณความถี่ส่งป้อนผ่านไปตามสายไฟไลน์ จึงทำให้ตัดปัญหาเกี่ยวกับการเดินสายส่งสัญญาณไปได้ การแจ้งเหตุฉุกเฉินนอกจากใช้อุปกรณ์เตือนภัยแล้วยังได้ออกแบบการแจ้งเหตุโดยอาศัยเครื่องรับส่งวิทยุระบบ เอ.เอ็ม. และอาศัยคู่สายโทรศัพท์เข้าช่วย เพื่อทำให้สามารถแจ้งเหตุไปได้ไกล ๆ ตามที่ต้องการ อันจะส่งผลให้การช่วยเหลือกระทำได้อย่างรวดเร็วทันเหตุการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

The thesis introduces circuits designed by using advanced engineering technology for an alarm system which offers the user greatly enchanced capability,flexibility,and a fully remote controled system.

A small alarm system provides from 1 to 8 sensor units,which is capable of expansion to a medium alarm system (composed of 99 small systems) and to a large alarm system (which is also composed of 99 medium systems).

The interconnection between systems needs no signal cables but is achieved by a high frequency modulation signal transmitted through the ac. line.The inconvenience of signal wiring cables is thus eliminated.

In addition to a warning signal originated by the alarm device, this thesis also describes a circuit design which permits the warning signal to be communicated by A.M. Transceiver and/or Telephone line,So that assistance can be immediatly requested,locally,or from distance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

(Introduction)

ปัจจุบันนี้ประชาชนโดยทั่ว ๆ ไปต้องพบกับภัยหลาย ๆ รูปแบบ เช่น อัคคีภัย การโจรกรรม อุทกภัย เป็นต้น แต่ภัยที่เกิดบ่อยที่สุดและทำความเสียหายให้แก่ทรัพย์สิน ได้แก่ ภัยที่เกิดจากการโจรกรรมและอัคคีภัย ดังนั้น จึงมีการพัฒนาระบบป้องกันภัยขึ้นมาจำหน่ายตามท้องตลาด ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปเป็นแบบป้องกันอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น คือ ป้องกันการโจรกรรมหรือป้องกันก๊าซรั่ว ทำให้ผู้ใช้เลือกใช้ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ได้น้อยแบบ ขณะเดียวกันก็มักจะเป็นแบบที่ใช้ตัวตรวจจับสัญญาณเฉพาะแบบใดแบบหนึ่งในสองแบบ คือ แบบสภาวะปกติปิด (Normally closed) และแบบสภาวะปกติเปิด (Normally opened) มีน้อยระบบที่จะยอมให้ใช้ตัวตรวจจับสัญญาณทั้งสองสถานะ ประการสำคัญที่สุด คือระบบป้องกันภัยโดยทั่ว ๆ ไปไม่สามารถแจ้งภัยไปยังจุดต่าง ๆ ที่ไกลออกไปได้ จึงทำให้การร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกันถูกตัดออกไป

เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอหลักการสร้างระบบป้องกันภัยขึ้นมาใช้งาน ซึ่งพอสรุปข้อดีของระบบได้ดังนี้

1.1 การเลือกใช้ตัวตรวจจับสัญญาณสามารถเลือกใช้ได้ทั้งสองสภาวะคือ สภาวะปกติปิด และสภาวะปกติเปิด โดยไม่ต้องทำการดัดแปลงแก้ไขตัวตรวจจับสัญญาณใด ๆ ทั้งสิ้น

1.2 มีการตรวจสอบระบบสายส่งสัญญาณตลอดเวลา ทำให้มั่นใจได้ว่าเมื่อตัวตรวจจับสัญญาณส่งข้อมูลมายังส่วนควบคุม ส่วนควบคุมจะรับสัญญาณที่ส่งมาได้เสมอ และถ้ามีการตัดสายส่งสัญญาณหรือ ลัดวงจรสายส่งสัญญาณ ส่วนควบคุมจะส่งสัญญาณเตือนภัยดังขึ้น

1.3 เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณตรวจจับสภาวะความผิดปกติได้ ส่วนควบคุมจะแจ้งหมายเลขของตัวตรวจจับสัญญาณที่ผิดปกติพร้อมเวลาที่จับสิ่งผิดปกติออกมายังส่วนแสดงผล

1.4 มีการตั้งการหน่วงเวลาได้ตามต้องการ ในกรณีที่ต้องการหน่วงเวลาที่จะให้ระบบส่งสัญญาณเตือนภัยดังขึ้นหลังจากตัวตรวจจับสัญญาณตรวจพบสิ่งผิดปกติ ขณะเดียวกันก็สามารถหน่วงเวลาการเริ่มทำงานของระบบได้เช่นกัน

1.5 การติดต่อแจ้งเหตุทำได้หลายวิธีแล้วแต่จะเลือกใช้ คือ การแจ้งเหตุผ่านระบบเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับส่งวิทยุ หรือผ่านคู่สายโทรศัพท์ หรือผ่านทางสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ เพื่อติดต่อไปยังบ้านใกล้เคียง

1.6 สามารถเชื่อมต่อระบบขนาดเล็ก ซึ่งประกอบด้วยส่วนควบคุมและตัวตรวจจับสัญญาณเข้าด้วยกันเป็นระบบที่ใหญ่ขึ้นได้

และในวิทยานิพนธ์จะได้แยกหัวข้อที่ใช้อธิบายไว้เป็นบท ๆ ดังนี้

บทที่ ๑ บทนี้จะได้กล่าวถึงคุณสมบัติของระบบอย่างคร่าว ๆ

บทที่ ๒ เป็นการกล่าวถึงความเป็นมาและโครงสร้างของระบบทั้งหมดที่ได้ออกแบบไว้โดยย่อ แยกเป็นระบบป้องภัยขนาดเล็กที่นำมาใช้กันตามบ้านเรือนหลังเดียว การเชื่อมต่อระบบขนาดเล็กเข้าด้วยกันผ่านทางส่วนควบคุมรอง ระบบของการแจ้งสัญญาณเตือนภัย

บทที่ ๓ บทนี้จะกล่าวถึงตัวตรวจจับสัญญาณที่ใช้กันโดยทั่ว ๆ ไป โครงสร้างภายในตัวตรวจจับสัญญาณ การสร้างตัวตรวจจับสัญญาณบางชนิดขึ้นมาใช้งาน และลักษณะการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณ

บทที่ ๔ เป็นการกล่าวถึงข้อดี ข้อเสียของระบบที่ใช้ป้องกันการกระทำใด ๆ ที่ทำให้สายส่งสัญญาณไม่สามารถเชื่อมต่อตัวตรวจจับสัญญาณกับส่วนควบคุม พร้อมทั้งชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องของสายส่งสัญญาณแต่ละแบบที่ใช้กันอยู่โดยทั่ว ๆ ไป

บทที่ ๕ บทนี้จะกล่าวถึง การออกแบบระบบป้องกันภัยขนาดเล็กที่ประกอบด้วย ส่วนควบคุมและตัวตรวจจับสัญญาณ โครงสร้างของโปรแกรมที่ใช้ในส่วนควบคุมรวมถึงรายละเอียดของวงจรที่ใช้งานพร้อมทั้งการปรับตั้งเครื่องป้องกันภัยที่สร้างขึ้น

บทที่ ๖ เป็นการกล่าวถึงการเชื่อมต่อระบบขนาดเล็กเข้าด้วยกัน โดยอาศัยผสมสัญญาณรหัสที่ใช้ในการติดต่อ ป้อนผ่านไปตามสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ การออกแบบวงจรผสมสัญญาณรหัสป้อนเข้าไฟไลน์ และการออกแบบวงจรแยกสัญญาณออกจากไฟไลน์

บทที่ ๗ บทนี้กล่าวถึงการออกแบบส่วนควบคุมการส่งหรือรับข้อมูลจากระบบขนาดเล็กป้อนผ่านสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ การใช้รหัสทำการแบ่งระบบขนาดเล็กออกเป็นหมวดหมู่เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบพร้อมโครงสร้างของโปรแกรม

บทที่ ๘ เป็นการกล่าวถึง การออกแบบส่วนควบคุมรองเพื่อใช้ควบคุมระบบขนาดเล็กอีกทีหนึ่ง มีหน้าที่รับการแจ้งเหตุจากระบบขนาดเล็กแต่ละส่วน ตรวจสอบสภาวะการทำงานของระบบขนาดเล็กและโครงสร้างโปรแกรมของส่วนต่าง ๆ ของเครื่องนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ ๙ เป็นการกล่าวถึง การส่งสัญญาณเตือนภัยผ่านเครื่องรับส่งวิทยุระบบ เอ.เอ็ม. ดังนั้น เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบเครื่องรับส่งวิทยุ การใช้รหัสแบ่งหมวดหมู่ของเครื่องส่งและเครื่องรับ ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานถอดรหัสและเข้ารหัส พร้อมทั้งโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนต่าง ๆ

บทที่ ๑๐ บทนี้กล่าวถึง การแจ้งสัญญาณเตือนภัยผ่านทางคู่สายโทรศัพท์ไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่แจ้งเลขหมายไว้ให้เครื่องจำไว้ก่อนแล้ว ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการหมุนเบอร์โทรศัพท์โดยอัตโนมัติ พร้อมตรวจสอบสถานะของสัญญาณต่าง ๆ ของคู่สายโทรศัพท์ การป้อนข้อมูลจากเครื่องบันทึกเสียงผ่านเข้าไปในคู่สายโทรศัพท์ หรือใช้ข้อมูลในรูปของรหัสป้อนผ่านคู่สายโทรศัพท์แทนเครื่องบันทึกเสียง รวมทั้งโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

บทที่ ๑๑ รายละเอียดของการทดลองพร้อมวงจรที่ใช้งานจริงรวมทั้งการปรับแต่งเครื่องในแต่ละส่วน

บทที่ ๑๒ เป็นการสรุปผลที่ทดลองใช้งาน พร้อมข้อดีข้อเสียของแต่ละส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การพัฒนาและโครงสร้างของระบบป้องกันภัย

(Development and Structure of Alarm system)

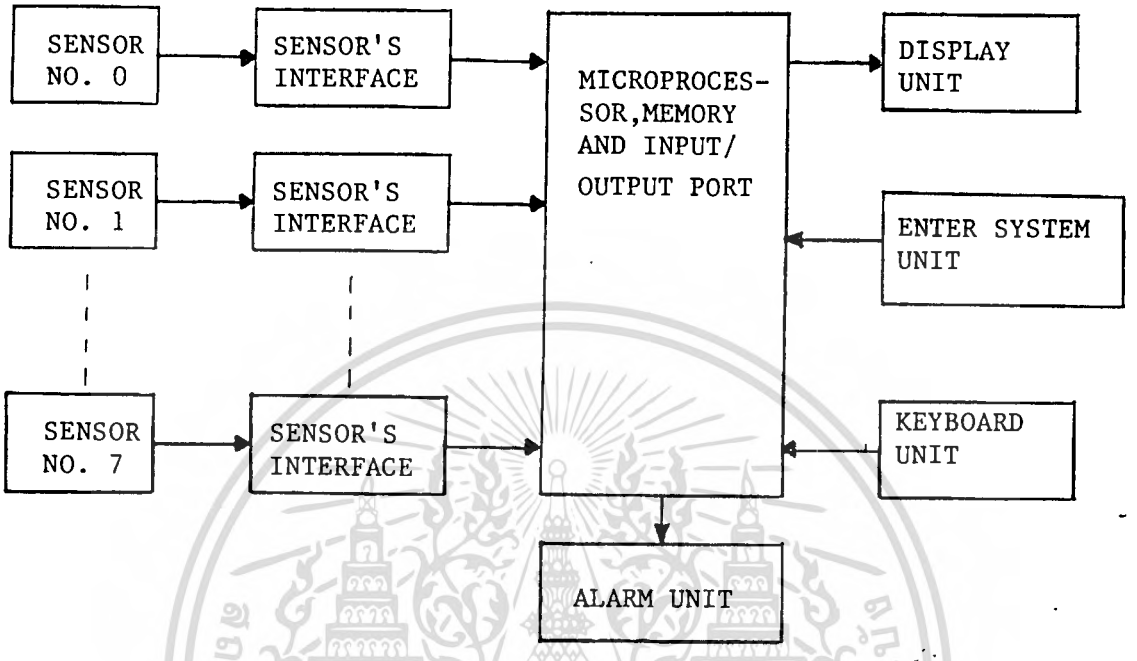
แนวความคิดเริ่มต้นในการพัฒนาระบบป้องกันภัยมาจากความต้องการที่จะแจ้งสัญญาณเตือนภัยไปยังบริเวณที่อยู่ห่างไกลออกไปจากเครื่องป้องกันภัยที่ได้ติดตั้งไว้ โดยไม่ใช้การเดินสายส่งสัญญาณเพราะการเดินสายส่งสัญญาณไกล ๆ โอกาสผิดพลาดมีได้หลายทาง เช่น การเกิดการสอดแทรกของคลื่นวิทยุ (Radio interferance) การสูญเสียกำลังไปในสาย (Loss) อันเนื่องมาจากผลของความต้านทานของสาย ประการสำคัญที่สุดก็คือ การตัดสายส่งสัญญาณ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้จึงใช้เครื่องรับเครื่องส่งวิทยุเป็นตัวส่งและรับสัญญาณเตือนภัยแทนสายส่งสัญญาณ จึงได้ทำการพัฒนาเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุแบบ เอ.เอ็ม. ขึ้นมาดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข.(๑) จากนั้นจึงเริ่มทำการพัฒนาระบบป้องกันการโจรกรรม โดยใช้เครื่องรับและเครื่องส่งแบบ เอ.เอ็ม. ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข.(๒) ผลที่ได้รับเป็นที่น่าพอใจ แต่ในส่วนของวงจรที่ใช้งานยังคงมีแต่เฉพาะการส่งรหัสเลขหมายแจ้งตำแหน่งของเครื่องออกไปเท่านั้น ยังมิได้มีการพัฒนาทางด้านการตรวจสอบเกี่ยวกับตัวตรวจจับสัญญาณใด ๆ เลย

จากแนวความคิดเดิมที่กล่าวมาแล้วนี้ ได้ถูกนำมาพัฒนาใหม่โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาควบคุมขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบป้องกันภัยเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อความเข้าใจจะแบ่งการอธิบายโครงสร้างของระบบป้องกันภัยเป็นส่วน ๆ คือ

2.1 ระบบพื้นฐานหรือระบบขนาดเล็ก (Unit system)

ระบบขนาดเล็กนี้จะเป็นระบบที่ใช้ตามบ้านเรือนทั่ว ๆ ไป ซึ่งประกอบด้วยส่วนหลักสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวตรวจจับสัญญาณและส่วนควบคุมตัวตรวจจับสัญญาณ ในที่นี้ส่วนควบคุมตัวตรวจจับสัญญาณสำหรับระบบขนาดเล็กต่อไปจะเรียกว่า ส่วนควบคุมย่อย ส่วนควบคุมย่อยจะทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะของตัวตรวจจับสัญญาณว่ามีการเปลี่ยนแปลงผิดปกติไปจากสภาวะปกติหรือไม่ ตรวจสอบสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างส่วนควบคุมย่อยกับตัวตรวจจับสัญญาณว่ามีการตัดสายหรือช็อตสายส่งสัญญาณหรือไม่ โครงสร้างของส่วนนี้เป็นดังรูปที่ ๒.๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๒.๑ แสดงโครงสร้างของระบบขนาดเล็ก (Unit system)

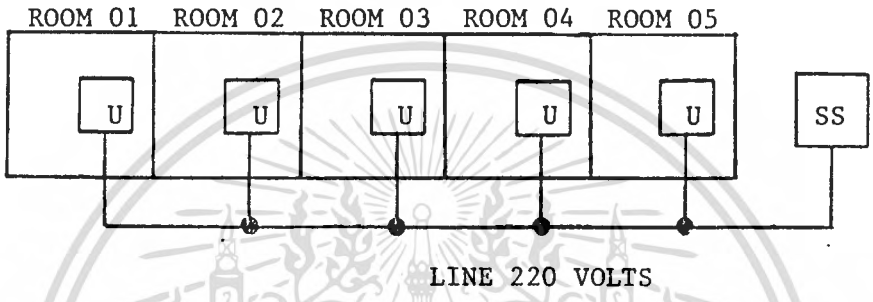
จากรูปที่ ๒.๑ ระบบขนาดเล็กจะใช้ต่อกับตัวตรวจจับสัญญาณได้สูงสุด ๘ ตัว ซึ่งทั้งแปดตัวนี้จะเป็นแบบสภาวะปิดหรือแบบสภาวะปกติเปิดก็ได้ ตัวตรวจจับสัญญาณแต่ละตัวจะต่อเข้ากับวงจรที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างตัวตรวจจับสัญญาณกับส่วนควบคุม (Sensor's interface) วงจรส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของตัวตรวจจับสัญญาณและตรวจสอบสายส่งไปด้วยพร้อมกัน สภาวะที่ได้จากการตรวจสอบจะถูกป้อนไปยังส่วนควบคุมย่อย ส่วนควบคุมย่อยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาทำงาน ระบบขนาดเล็กนี้เหมาะสำหรับใช้ตามบ้านหรือห้อง ๆ หนึ่งในอาคารก่อสร้างหลาย ๆ ชั้น แต่ละชั้นมีหลายห้อง

2.2 ระบบขนาดกลาง (Medium system)

ระบบขนาดกลาง ในที่นี้หมายถึง การนำเอาระบบขนาดเล็กมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ผ่านส่วนควบคุมในที่นี้เรียกว่า "ส่วนควบคุมรอง" การประกอบระบบดังนี้ จะใช้ในกรณีที่บ้านหลังหนึ่งมีหลายห้องและต้องการติดตั้งระบบป้องกันภัยทุกห้อง เพื่อป้องกันการสับสนต่อไปจะเรียกระบบขนาดเล็กสั้น ๆ ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ยูนิต (Unit) แต่ละยูนิตเมื่อตรวจพบสิ่งผิดปกติจะส่งสัญญาณแจ้งไปยังส่วนควบคุมรอง ส่วนควบคุมรองจะแจ้งตำแหน่งของยูนิตที่เกิดเหตุออกมา ขณะเดียวกันถ้าต้องการทดสอบระบบว่ายูนิตใดทำงานอยู่บ้างก็ทำได้โดยส่งผ่านทางส่วนควบคุมรองเช่นกัน โครงสร้างที่ใช้ออกแบบเป็นดังรูปที่ ๒.๒

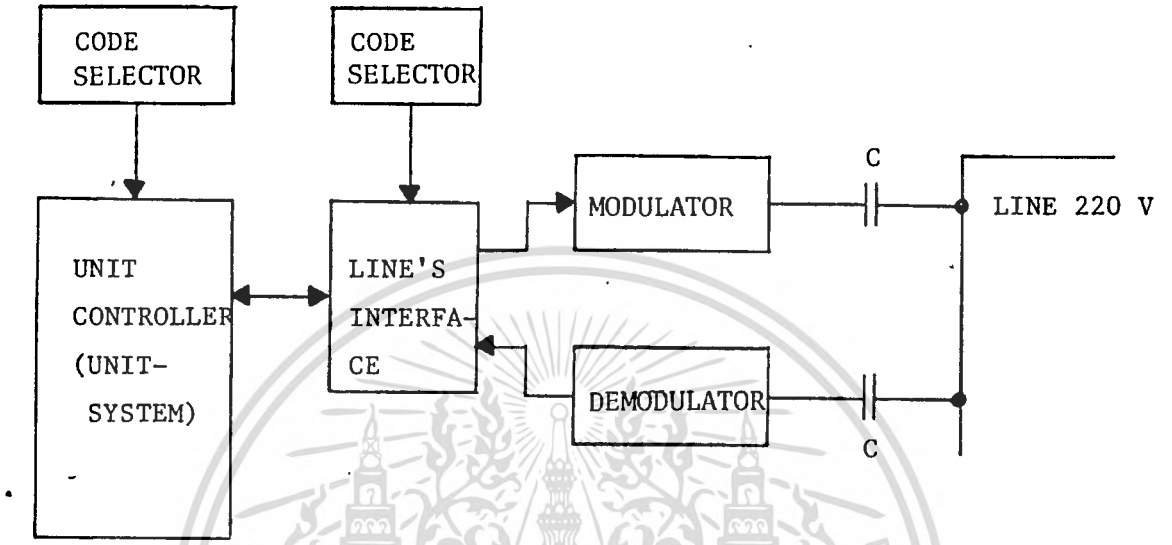


U MEANS UNIT SYSTEM,LINE'S INTERFACE.
SS MEANS SUB-SYSTEM CONTROLLER.

รูปที่ ๒.๒ แสดงโครงสร้างของระบบขนาดกลาง

จากรูปที่ ๒.๒ สมมติว่าห้องหมายเลข ๑ ถึงห้องหมายเลข ๕ ติดตั้งระบบป้องกันภัยแต่ละยูนิตเอาไว้ เมื่อห้องใดห้องหนึ่งเกิดเหตุผิดปกติขึ้นก็จะส่งหมายเลขรหัสของห้อง (คือ ๑, ๒, ๓, ๔ หรือ ๕) ไปยังส่วนควบคุมรอง (Sub-system controller) เพื่อตัดปัญหาในการเชื่อมต่อสายระหว่างแต่ละยูนิตมายังส่วนควบคุมรอง จึงใช้การส่งรหัสผ่านไปตามสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ ดังนั้นแต่ละยูนิตต้องมีการเพิ่มบางส่วนเข้าไป ดังรูปที่ ๒.๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

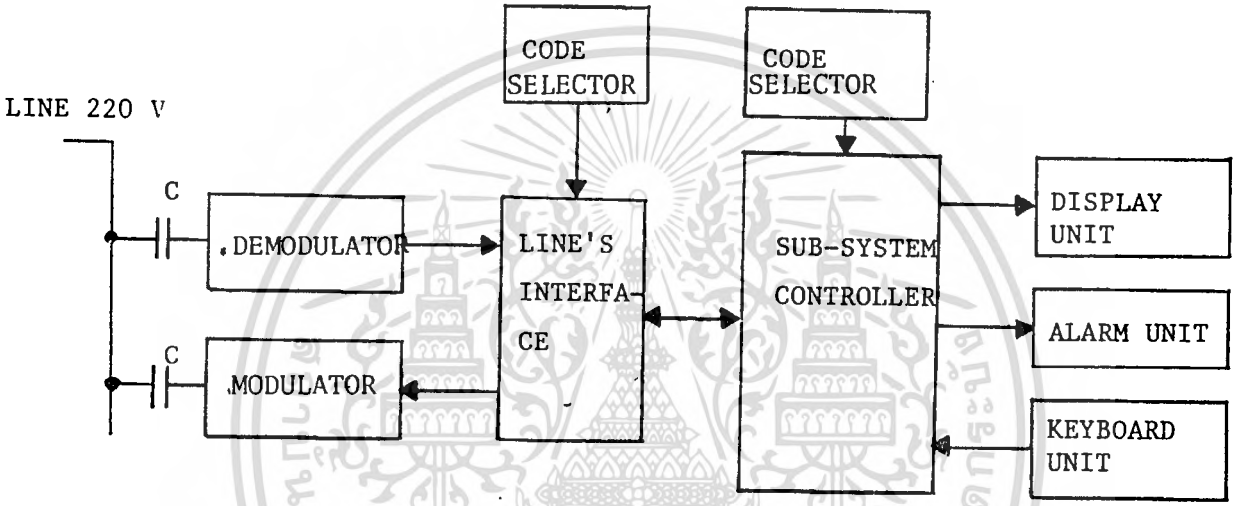


รูปที่ ๒.๓ แสดงโครงสร้างของแต่ละยูนิตเมื่อใช้กับระยะขนาดกลาง

จากรูปที่ ๒.๓ แต่ละยูนิตจะต้องมีรหัสประจำเครื่องเพื่อทางด้านส่วนควบคุมรองจะได้แสดงให้ผู้ใช้ทราบว่า ยูนิตใดที่เกิดสิ่งผิดปกติขึ้น ในที่นี้ให้เป็น ZZ ซึ่ง ZZ จะมีค่าตั้งแต่ 01 ถึง 99 นั่นคือระบบขนาดกลางสามารถต่อยูนิตได้ถึง 99 ยูนิต (ไม่รวมรหัส 00) และแต่ละยูนิตจะต้องมีพอท (Port) ที่ใช้เชื่อมต่อหรือรับส่งข้อมูลกับส่วนที่ต้องการติดต่อด้วย สมมติว่า ยูนิตตรวจสอบพบสิ่งผิดปกติ ยูนิตจะเอารหัสจากส่วนตั้งรหัส (Code selector) ส่งไปยังส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ (Line's interface) ซึ่งมีส่วนตั้งรหัสอยู่เช่นกัน ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ จะทำการตรวจสอบว่าขณะนี้มีการส่งรหัสไปตามสายไฟไลน์ โดยผ่านทางวงจรแยกสัญญาณ (Demodulator) หรือไม่ ถ้าไม่มีส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะเอารหัสประจำเครื่องจากส่วนตั้งรหัสส่งออกผ่านวงจรผสมสัญญาณก่อนแล้วส่งรหัสของยูนิตตามไป (YYZZ) รหัส YY จะเป็นตัวแจ้งให้ส่วนควบคุมรองที่มีรหัส YY เช่นกันทราบว่าข้อมูลที่ตามมาเป็นข้อมูลที่ต้องการแจ้งให้ทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านส่วนควบคุมรองจะมีลักษณะโครงสร้างเป็นดังรูปที่ ๒.๔



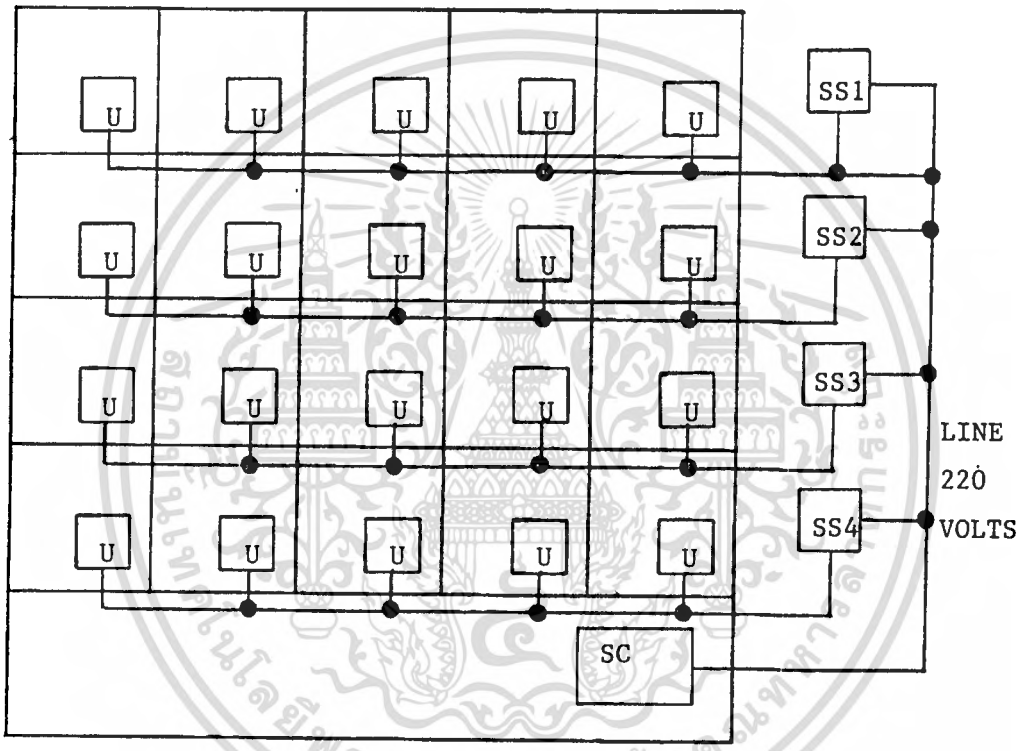
รูปที่ ๒.๔ แสดงโครงสร้างของส่วนควบคุมรอง (Sub-system controller)

ส่วนของการแยกสัญญาณรหัสออกจากไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ จะทำการดึงเอาสัญญาณรหัสจากไฟไลน์ป้อนให้ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ตลอดเวลา ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะทำการเปรียบเทียบรหัสสองตัวแรกที่รับได้กับรหัสของตัวมัน ถ้ามีค่าเท่ากัน จึงจะส่งข้อมูลตัวถัดมาคือ ZZ แล้วส่งมาให้ส่วนควบคุมรองตีความและปฏิบัติตามอีกทีหนึ่ง

2.3 ระบบขนาดใหญ่ (Large system)

จากระบบขนาดกลาง ถ้าคิดว่ามีค่าเป็น ๑ ยูนิต แล้วจะทำวิธีเดียวกับระบบขนาดกลางก็จะสามารถขยายระบบเพิ่มขึ้นได้อีกดังรูปที่ ๒.๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



U MEANS UNIT SYSTEM, LINE'S INTERFACE
SS MEANS SUB-SYSTEM CONTROLLER.
SC MEANS SYSTEM CONTROLLER.

รูปที่ ๒.๔ แสดงโครงสร้างของระบบกันขโมยที่ขยายให้เป็นระบบขนาดใหญ่

จากรูปที่ ๒.๔ เพื่อง่ายต่อการเข้าใจจะสมมตินำระบบป้องกันภัยไปติดในแฟลตที่ใช้อาศัย ขนาด ๓ ชั้น ชั้นละ ๖ ห้อง แต่ละห้องจะต้องตั้งรหัสให้แต่ละยูนิตเป็นไปตามหมายเลขห้องและตัวเชื่อมต่อกับไฟไลน์ ต้องตั้งให้รหัสถูกต้องตามชั้น เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

009375

ห้องที่ ๑ ชั้นที่ ๑ ตั้งรหัสของยูนิตเป็น 01 รหัสของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์เป็น 01

ห้องที่ ๕ ชั้นที่ ๒ ตั้งรหัสของยูนิตเป็น 05 รหัสของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์เป็น 02

ห้องที่ ๒ ชั้นที่ ๓ ตั้งรหัสของยูนิตเป็น 02 รหัสของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์เป็น 03

ทำนองเดียวกัน ส่วนเชื่อมต่อไลน์ ๒๒๐ โวลท์ ของแต่ละส่วนควบคุมรองแต่ละชั้นจะต้องตั้งรหัสประจำชั้นเอาไว้ คือ ชั้นที่ ๑ เป็น 01 ชั้นที่ ๒ เป็น 02 และชั้นที่ ๓ เป็น 03

สมมติว่าห้องหมายเลข ๕ ของชั้นที่ ๒ เกิดเหตุผิดปกติขึ้นก็จะส่งรหัส 02 และ 05 ผ่านไปตามสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ของแต่ละชั้นจะรับรหัสได้เหมือนกันหมด และจะทำการตรวจสอบเลขรหัสสองหลักแรกก่อนคือ 02 ว่าเท่ากับรหัสของตัวเองหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ก็จะทำการตรวจสอบรหัสที่ส่งเข้ามาครั้งต่อไปถ้าใช่ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะส่งรหัสสองตัวหลังคือ 05 ไปยังส่วนควบคุมรอง ส่วนควบคุมรองจะส่งสัญญาณเตือนภัยดังขึ้นพร้อมทั้งส่งรหัสแบบเดียวกับของยูนิตแจ้งไปยังส่วนควบคุมหลักที่อยู่ชั้นล่างสุด (Master system controller) อีกทีหนึ่ง

จากที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าส่วนควบคุมแต่ละส่วนจะมีพอทที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ ดังนั้น จึงสร้างพอทขึ้นมาอีกพอทหนึ่งเพื่อใช้เป็นส่วนติดต่อแจ้งเหตุไปยังตำแหน่งรับแจ้งเหตุที่ไกลออกไป โดยแบ่งเป็นการแจ้งเหตุผ่านทางเครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุ กับการแจ้งเหตุโดยผ่านทางคู่สายโทรศัพท์

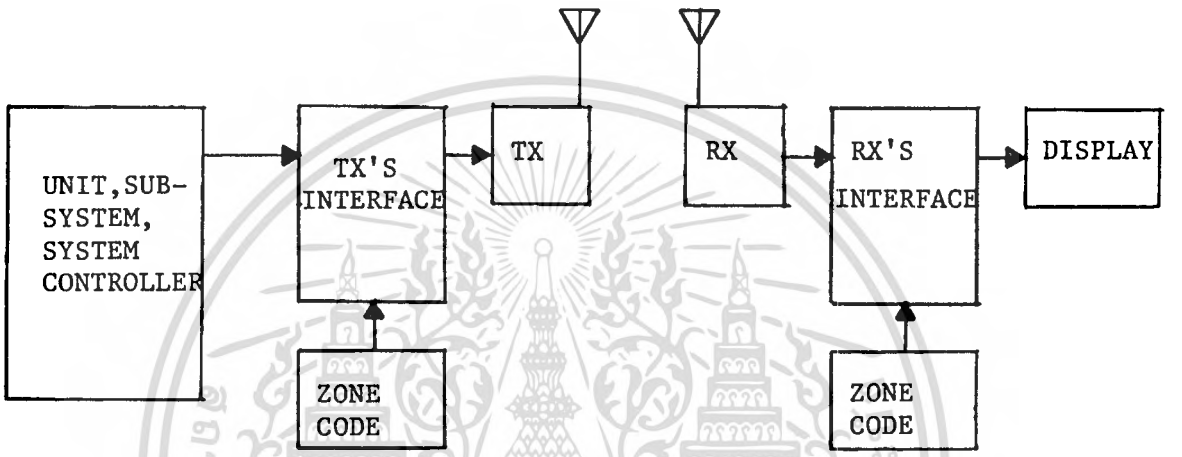
2.4 การแจ้งเหตุ

2.4.1 การแจ้งเหตุทางคู่สายโทรศัพท์ทำได้ ๒ วิธีคือ

ก. โดยใช้เทปบันทึกเสียง

ผู้ใช้จะต้องทำการบันทึกข้อความที่ต้องการแจ้งไว้ก่อนพร้อมทั้งระบุเลขหมายของเครื่องรับโทรศัพท์ที่ต้องการแจ้งไปให้เครื่องช่วยหมุนโทรศัพท์ทราบก่อนโดยผ่านทางคีย์บอร์ด (Keyboard) เมื่อส่วนควบคุมตรวจพบเหตุผิดปกติ ก็จะสั่งให้หมุนโทรศัพท์ตามหมายเลขที่ได้กำหนดไว้แล้ว เมื่อทางด้านปลายสายรับสาย เครื่องช่วยหมุนโทรศัพท์จะทำการเล่นเทปเพื่อป้อนข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ไปยังปลายทาง โครงสร้างเป็นดังรูปที่ ๒.๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๒.๗ แสดงการใช้เครื่องรับส่งวิทยุช่วยแจ้งสัญญาณเตือนภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

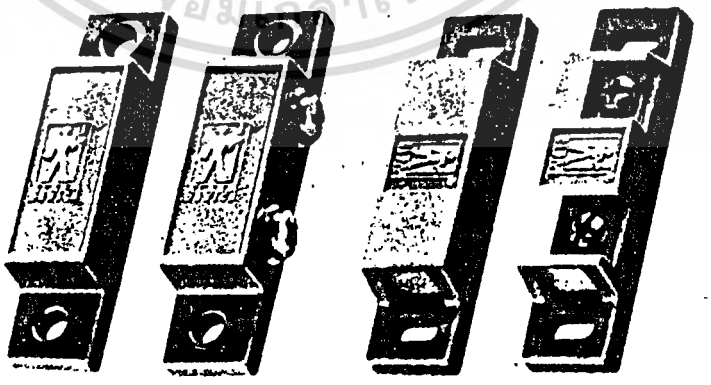
ตัวตรวจจับสัญญาณ

(Sensor)

ในระบบป้องกันภัย ตัวตรวจจับสัญญาณ (Sensor) จะมีความสำคัญไม่น้อยกว่าส่วนควบคุม (Control unit) เพราะถ้าตัวตรวจจับสัญญาณเกิดทำงานผิดพลาดหรือเรียกง่าย ๆ ว่า "บอด" แล้ว ส่วนควบคุมจะไม่สามารถตรวจจับสัญญาณต่าง ๆ ที่แปลกปลอมเข้ามาในระบบได้ ตัวตรวจจับสัญญาณมีหลายชนิด แต่ในที่นี้จะนำมากล่าวถึงส่วนที่มีราคาไม่สูงนักและมีความถูกต้องแม่นยำพอสมควร ตัวตรวจจับสัญญาณที่มีราคาแพงจะกล่าวให้ทราบอย่างคร่าว ๆ เท่านั้น ขณะเดียวกันก็จะยกตัวอย่างการติดตั้งให้ทราบด้วย เพื่อให้เกิดแนวความคิดในการทำการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณนั้น ๆ ไปด้วย

3.1 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็ก (Magnetic switch)

ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็กนี้ เป็นที่นิยมกันมาก เพราะมีราคาถูก แต่มีความแม่นยำถูกต้องมาก ทำการติดตั้งง่าย ที่มีขายกันโดยทั่ว ๆ ไปจะเป็นดังรูปที่ ๓.๑



รูปที่ ๓.๑ แสดงตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็กด้านซ้ายมือ เป็นแบบสภาวะเดียวคือ สภาวะปกติปิด (Normally closed or N.C.) หรือไม่ก็เป็นแบบสภาวะปกติเปิด (Normally opened or N.O.) อย่างใดอย่างหนึ่ง ส่วนทางด้านขวามือเป็นแบบคู่ คือมีขั้วต่อให้ทั้งแบบสภาวะปกติปิดและสภาวะปกติเปิด แล้วแต่จะเลือกใช้เป็นแบบใด

โครงสร้างโดยทั่ว ๆ ไปของตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็กนี้คล้าย ๆ กัน โดยมีส่วนหนึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรและอีกส่วนหนึ่งเป็นสวิททางกลสำหรับต่อสายส่งสัญญาณจากภายนอก ในกรณีของตัวตรวจจับสัญญาณแบบสภาวะเดียวมักจะเป็นดังรูปที่ ๓.๒

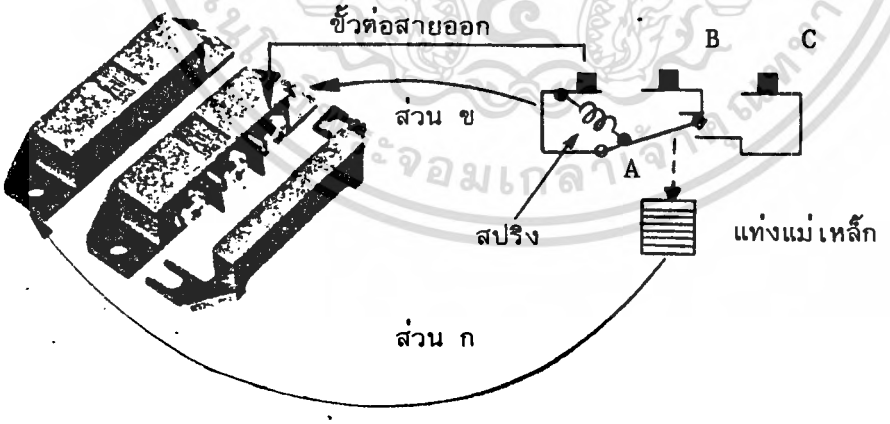
รูปที่ ๓.๒ โครงสร้างภายในของตัวตรวจจับสัญญาณ
แบบสวิทแม่เหล็กชนิดสภาวะเดียว

จากรูปที่ ๓.๒ ในสภาวะปกติ ส่วน ก. ซึ่งเป็นส่วนที่มีแท่งแม่เหล็กถาวรอยู่ภายในจะถูกวางไว้ใกล้หรือติดกับส่วน ข. ซึ่งเป็นส่วนที่มีสวิททางกลอยู่ภายใน (ส่วนมากมักจะเป็น หรีดรีเลย์ (Reed relay) จะเป็นแบบสภาวะปกติเปิดหรือสภาวะปกติปิด ก็ขึ้นอยู่กับชนิดที่ต้องการใช้) ส่วนมากมักจะวาง

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห่างกันไม่เกิน ๑ เซ็นติเมตร ในสภาวะปกติเมื่อวางส่วน ก. และส่วน ข. อยู่ใกล้กัน ส่วน ก. จะส่งอำนาจแม่เหล็กซึ่งมีกำลังแรงกว่าความแข็งของตัวโลหะที่ทำหน้าที่เป็นสวิทในส่วน ข. บังคับให้แผ่นโลหะทั้งสองสัมผัสกัน (สมมติว่าในสภาวะปกติเป็นแบบไม่สัมผัสกัน) เมื่อมีการเคลื่อนที่ ส่วน ก. ห่างออกจากส่วน ข. ทำให้อำนาจแม่เหล็กจากส่วน ก. น้อยลงจนกระทั่งไม่สามารถบังคับให้แผ่นโลหะทั้งสองสัมผัสกันได้อีกต่อหนึ่ง แผ่นโลหะส่วนที่อ่อนกว่าที่ทำหน้าที่เป็นส่วนเคลื่อนไหวจะดีดตัวออกจากแผ่นโลหะอีกส่วนหนึ่งกลับคืนเข้าสู่สภาวะปกติตามเดิม ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็กที่ใช้หรีดรีเลย์ในลักษณะนี้จะทนกระแสได้ต่ำ เช่น .๒ แอมป์ ที่ ๕๐ โวลท์ ดี.ซี. เป็นต้น จึงไม่ควรไปใช้กับระบบที่ใช้ไฟสูง ๆ เพราะจะทำให้หน้าสัมผัสเกิดการสึกหรอหรือหลอมละลายติดกันเนื่องจากผลของการอ๊าร์คเมื่อเกิดการปิดเปิดหน้าสัมผัสของแผ่นโลหะทั้งสอง

ส่วนตัวตรวจจับสัญญาณแบบสองสภาวะนั้น โครงสร้างภายในมักจะเป็นดังรูปที่ ๓.๓

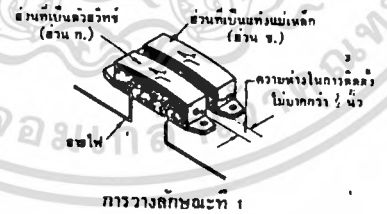


รูปที่ ๓.๓ แสดงโครงสร้างของตัวตรวจจับสัญญาณแบบสองสภาวะ

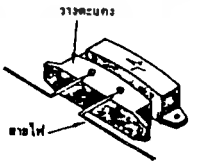
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ๓.๓ โลหะส่วน A จะเป็นส่วนที่สามารถเคลื่อนไหวได้ โดยมีปลายข้างหนึ่งยันอยู่กับแผ่นโลหะที่จะต่อสายสัญญาณเป็นสายกลาง (Common) และมีสปริงดึงให้ปลายอีกข้างหนึ่งของโลหะส่วน A ไปสัมผัสกับโลหะส่วน B ในสภาวะที่ส่วน ก. ถูกนำมาไว้ใกล้กับส่วน ข. อำนาจแม่เหล็กของส่วน ก. จะส่งไปดึงให้แผ่นโลหะส่วน A มาติดกับแผ่นโลหะส่วน C เมื่อมีการเคลื่อนที่เป็นผลให้ส่วน ก. ออกจากส่วน ข. ทำให้แรงแม่เหล็กที่ส่วน ข. ได้รับอ่อนกำลังลง จนในที่สุดสปริงจะดึงโลหะส่วน A ให้กลับไปสัมผัสกับโลหะส่วน B ตามเดิม ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็กชนิดนี้จะมีราคาแพงกว่าแบบที่เป็นหรีดรีเลย์ แต่น่าใช้กว่าเพราะทนกระแสได้มากกว่า เช่น .๕ แอมป์ ที่ ๒๕๐ โวลท์ ดี.ซี. เป็นต้น และอีกประการหนึ่ง คือสามารถเลือกใช้ได้เสมอไม่ว่าส่วนควบคุมจะต้องการตัวตรวจจับสัญญาณเป็นแบบสภาวะปกติเปิดหรือสภาวะปกติปิดก็ตาม

การติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็กมักจะมีลักษณะการวางอยู่ ๒ แบบดังรูปที่ ๓.๔ ซึ่งก็แล้วแต่ความเหมาะสม



การวางลักษณะที่ 1

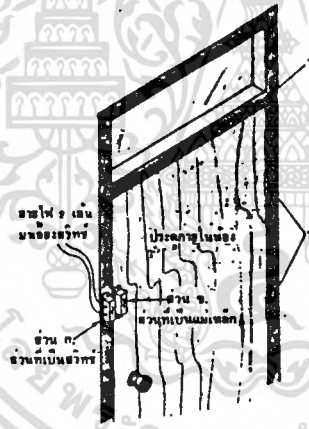


การวางลักษณะที่ 2

รูปที่ ๓.๔ เพื่อความสะดวกในการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็ก ลักษณะการวางสามารถกระทำได้ ๒ แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็กมักจะติดส่วน ก. ไว้ในส่วนที่เคลื่อนที่เช่นบานประตู ส่วนส่วน ข. จะไว้ที่วงกบ เพราะส่วน ข. จะเป็นส่วนที่ต้องต่อกับสายส่งสัญญาณ ถ้านำส่วน ข. ไปติดไว้กับบานประตูจะทำให้เกะกะสายส่งสัญญาณเมื่อเวลาปิดเปิดประตูหรือหน้าต่างจะทำให้สายส่งสัญญาณขาดได้ ทั้งตัวตรวจจับสัญญาณและสายส่งสัญญาณควรจะติดตั้งอยู่ภายในตัวอาคาร เพื่อป้องกันการแกะหรือตัดสาย การวางตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็กควรจะอยู่ขอบด้านบนของประตูหรือหน้าต่างและอยู่ด้านตรงข้ามหรือห่างจากด้านที่ติดบานพับที่ใช้ยึดติดตัวประตูหรือหน้าต่างกับวงกบ ดังตัวอย่างในรูปที่ ๓.๕



รูปที่ ๓.๕ แสดงตัวอย่างการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็กกับบานประตู

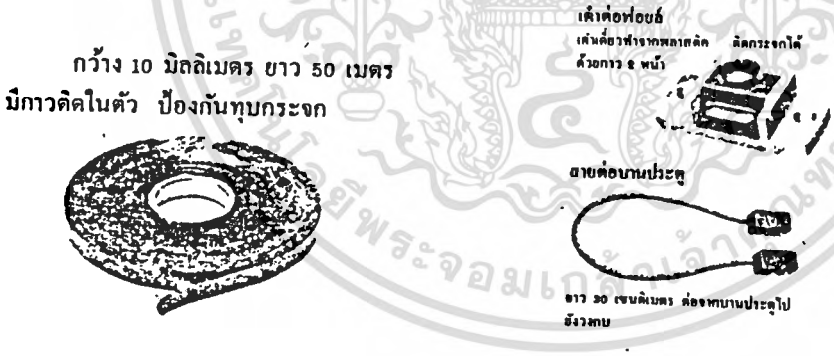
จากรูปที่ ๓.๕ ขณะเมื่อประตูอยู่ในสภาพปิดเรียบร้อย ตัวสวิททางกลในส่วน ข. จะถูกอำนาจแม่เหล็กกระทำอยู่ แต่เมื่อผู้บุกรุกงัดประตูและแง้มประตูเข้ามา อำนาจแม่เหล็กจากส่วน ก. จะอ่อนลง เนื่องจากส่วน ก. ห่างออกไป ทำให้ตัวสวิททางกลในส่วน ข. เปลี่ยนตำแหน่งทันที ผลการเปลี่ยนสภาวะของส่วน ข. นี้จะถูกจับได้โดยส่วนควบคุมอีกทีหนึ่ง โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว บานเปิดมาตรฐาน เช่น ประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าต่างแง้ม มักจะใช้ตัวตรวจจับแบบสวิทแม่เหล็กเป็นส่วนใหญ่

3.2 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบอลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium foil)

ตัวตรวจจับสัญญาณแบบนี้อาศัยหลักการติดแถบอลูมิเนียมฟอยล์บาง ๆ ไว้ตามกระจกหน้าต่าง หรือบานประตู โดยทำการตบแต่งให้สวยงาม จุดประสงค์หลักก็คือ การป้องกันการกรีดกระจกหรือทุบกระจก เพราะเมื่อมีการกรีดหรือทุบกระจกบริเวณที่ติดแถบอลูมิเนียมฟอยล์ไว้ จะทำให้แถบอลูมิเนียมฟอยล์ฉีกขาดออกจากกัน เปรียบเสมือนสวิททำการเปิดวงจร อุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งอลูมิเนียมฟอยล์ ดังรูปที่ ๓.๖ อันประกอบด้วยแถบอลูมิเนียมฟอยล์เข้ากับสายส่งสัญญาณ อลูมิเนียมฟอยล์บางชนิดจะทำการเคลือบกาวไว้ให้เรียบร้อยแล้วก็สามารถนำไปติดกับกระจกได้เลย

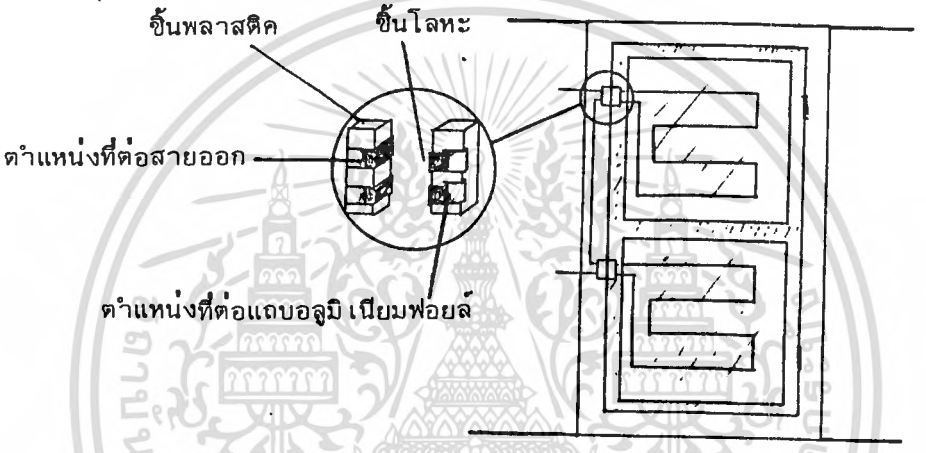


รูปที่ ๓.๖ แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณแบบอลูมิเนียมฟอยล์

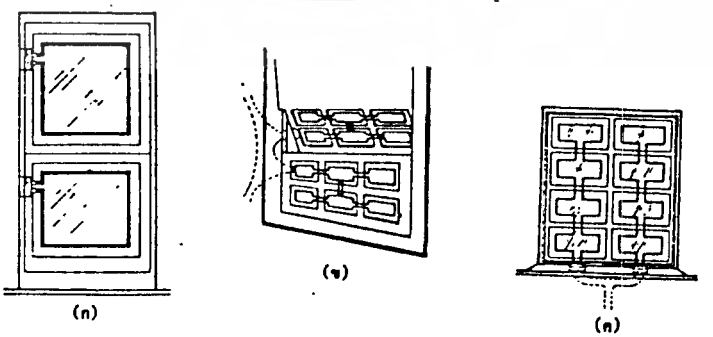
สำหรับการติดตั้งอลูมิเนียมฟอยล์เข้ากับบานประตูหรือบานหน้าต่างนั้น มักจะใช้กับตัวเชื่อมต่อระหว่างบานประตูหรือบานหน้าต่างที่เคลื่อนที่กับส่วนวงกบ นั่นคือ ทั้งสองส่วนของตัวเชื่อมต่อเมื่อวางติดกันจะมีโลหะสัมผัสกันอยู่ตลอดเวลาทำให้วงจรทางด้านอลูมิเนียมฟอยล์ ส่งผ่านมายังสายส่งสัญญาณทางด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ติดไว้กับวงกบได้ เมื่อทำการปิดประตูหรือหน้าต่างทำให้ไม่ต้องมีสายส่งสัญญาณเกะกะ ลักษณะการติดตั้งพอยกตัวอย่างได้ดังรูปที่ ๓.๗ และ ๓.๘



รูปที่ ๓.๗ แสดงการติดตั้งแถบอลูมิเนียมฟอยล์เข้ากับบานประตู

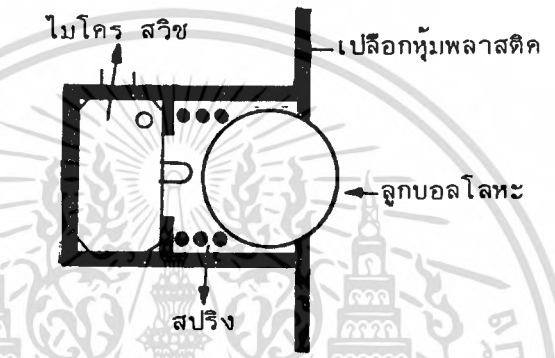


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

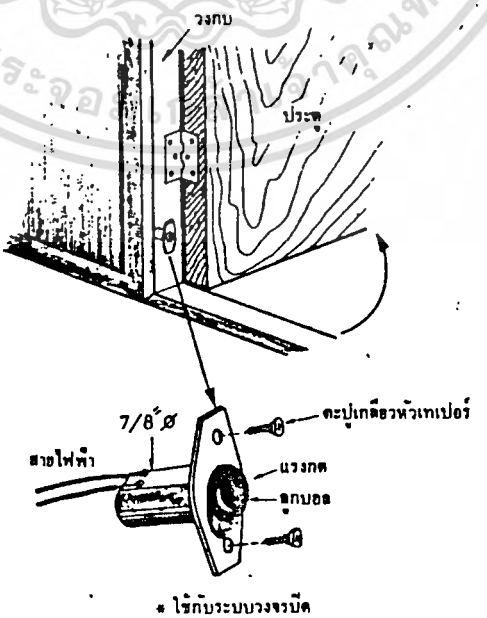
รูปที่ ๓.๘ แสดงการติดตั้งแถบอลูมิเนียมฟอยล์กับบานหน้าต่าง

3.3 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบซ่อนในวงกบ

ตัวตรวจจับสัญญาณแบบนี้ได้ถูกออกแบบมาให้ซ่อนไว้ในวงกบของบานประตูหรือบานหน้าต่าง มีลักษณะดังรูปที่ ๓.๙



รูปที่ ๓.๙ ตัวตรวจจับสัญญาณแบบซ่อนในวงกบ



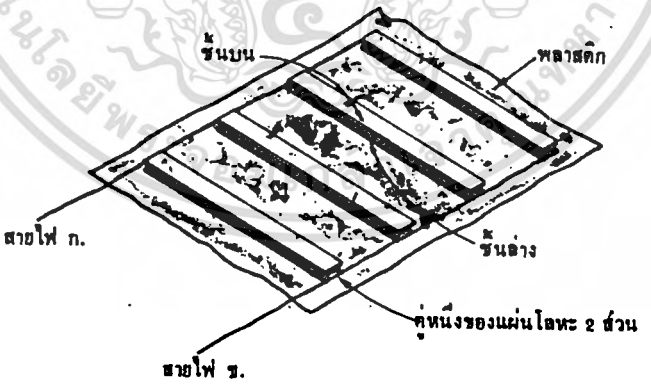
รูปที่ ๓.๑๐ การใช้ตัวตรวจจับสัญญาณแบบซ่อนในวงกบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ๓.๙ จะเห็นลักษณะโครงสร้างภายในของตัวตรวจจับสัญญาณชนิดนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย ไมโครสวิท สปริงที่ใช้ดันลูกบอลให้โผล่ออกมาและตัวลูกบอลซึ่งเป็นโลหะ ในรูปที่ ๓.๑๐ เมื่อบานประตูปิดสนิท ลูกบอลจะถูกกดให้จมลงไป ส่วนหลังของลูกบอลจะกดสวิทของไมโครสวิททำการปิดหน้าสัมผัส ถ้าบานประตูถูกแง้มออก สปริงภายในก็จะดันลูกบอลให้คืนตัวออกมา เป็นผลให้ส่วนหลังของลูกบอลไม่กดสวิทของไมโครสวิท หน้าสัมผัสของไมโครสวิทก็จะเปิดออกจากกันทันที การใช้ตัวตรวจจับสัญญาณแบบซ่อนในวงกบค่อนข้างจะติดตั้งลำบาก เพราะต้องมีการเจาะฝังลงไปในวงกบและต้องทำช่องให้สายส่งสัญญาณออกจากวงกบด้วย โดยสาเหตุนี้จึงไม่ค่อยนิยมใช้กันมากนัก

3.4 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบซ่อนใต้พรม (Mat sensor)

ตัวตรวจจับสัญญาณชนิดนี้เป็นแบบที่นิยมใช้กันแพร่หลายแบบหนึ่ง มีลักษณะดังรูปที่ ๓.๑๑



รูปที่ ๓.๑๑ แสดงลักษณะของตัวตรวจจับสัญญาณแบบซ่อนอยู่ใต้พรม

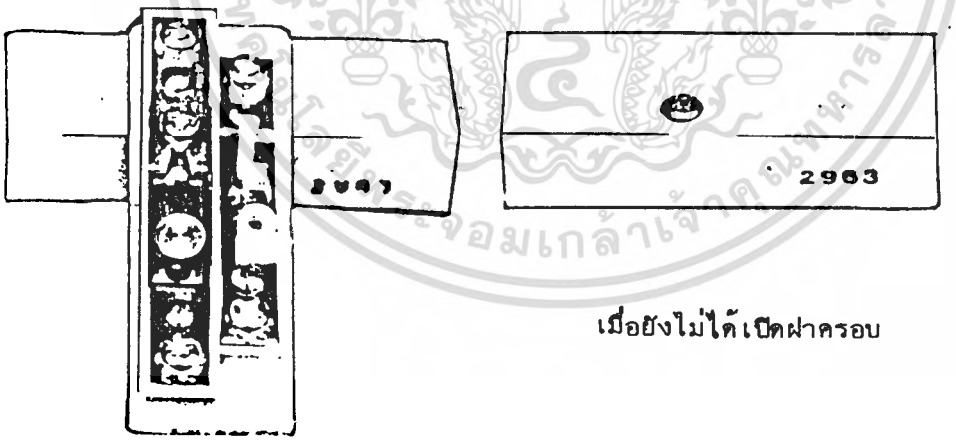
จากรูปที่ ๓.๑๑ ตัวตรวจจับสัญญาณจะทำด้วยแผ่นโลหะสองส่วนประกอบกันเป็นคู่ โดยที่แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะทั้งสองจะไม่สัมผัสถึงกัน แผ่นโลหะคู่นี้จะถูกนำมาวางขนานกันไปแล้วอาบเคลือบไว้ด้วยพลาสติกเป็นฝืน แผ่นโลหะด้านบนแต่ละแผ่นจะถูกต่อถึงกันด้วยลวดตัวนำ ก. ส่วนแผ่นโลหะด้านล่างจะถูกเชื่อมถึงกันด้วยลวดตัวนำ ข. เมื่อมีน้ำหนักของวัตถุอาจเป็นคนหรือสิ่งของใด ๆ ก็ตาม มากดลงบนฝืนพลาสติกจะทำให้โลหะด้านบน ข. สถานที่ติดตั้งตัวตักจับสัญญาณชนิดนี้มักจะซ่อนไว้ใต้พรมเช็ดเท้าบริเวณบันไดขึ้นลงเป็นส่วนมาก

3.5 ตัวตรวจจับความสั่นสะเทือน (Vibration sensor)

ตัวตรวจจับสัญญาณแบบตรวจจับความสั่นสะเทือนมีหลายแบบด้วย แต่ส่วนมากจะอาศัยหลักการเดียวกัน ดังนั้นจะอธิบายเพียงสัก ๒ แบบเท่านั้น ลักษณะของตัวตรวจจับความสั่นสะเทือนจะเป็นดังรูปที่ ๓.๑๒ และมีโครงสร้างภายในดังรูปที่ ๓.๑๓

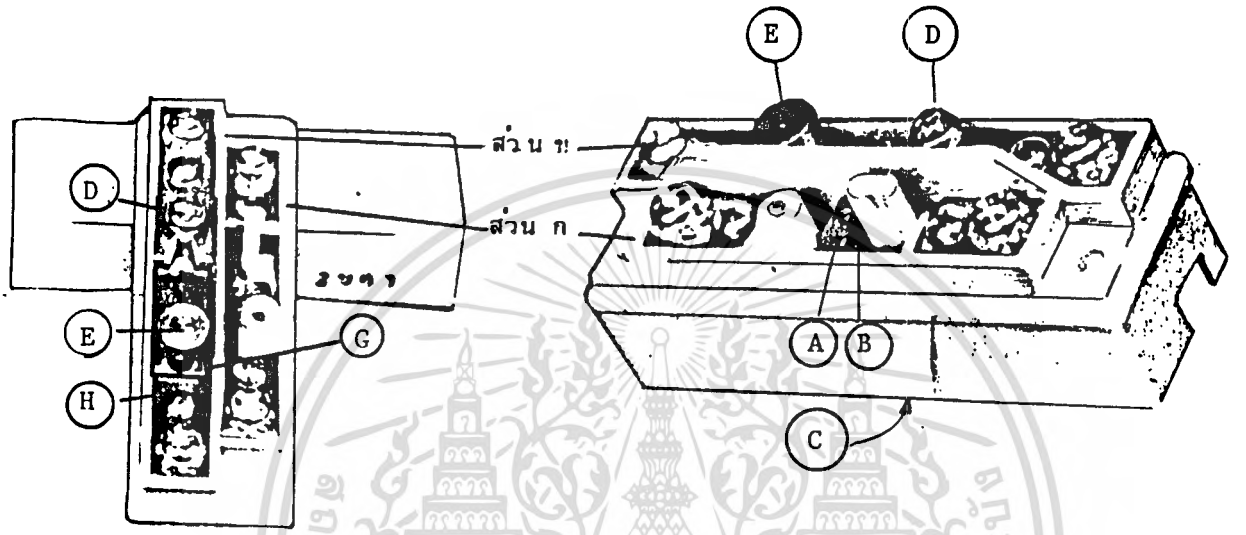


เมื่อยังไม่ได้เปิดฝาครอบ

เมื่อเปิดฝาครอบออก

รูปที่ ๓.๑๒ แสดงลักษณะของตัวตรวจจับความสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



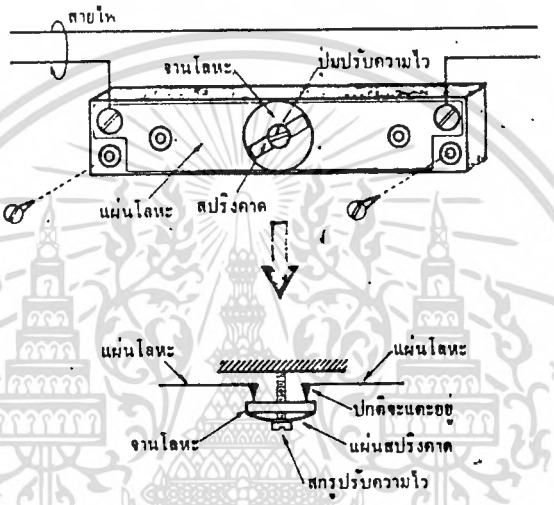
รูปที่ ๓.๑๓ แสดงโครงสร้างภายในของตัวตรวจจับความสั่นสะเทือน

ตัวตรวจจับความสั่นสะเทือนภายในจะถูกแบ่งออกเป็น ๒ ส่วน คือ ส่วน ก. และส่วน ข. ส่วน ก. จะทำหน้าที่ป้องกันการเปิดฝาครอบของตัวตรวจจับสัญญาณ ในสภาวะปกติที่ฝาปิดครอบอยู่แกนพลาสติก C จะกดหน้าสัมผัสของโลหะ A และ B ไว้ตลอดเวลา เมื่อทำการเปิดฝาโดยไขสกรูออกจากฝาครอบจะทำให้แกนพลาสติก C เคลื่อนออกเป็นผลให้โลหะชิ้น A ดีดตัวออกจากโลหะชิ้น B นั่นคือวงจรระหว่าง A กับ B ขาดจากกัน ส่วน ข. จะเป็นส่วนที่ใช้ตรวจจับความสั่นสะเทือน โดยอาศัยแผ่นโลหะชิ้น G กับลูกถ่วง E ที่ติดกันอยู่เกิดการสั่นไหวเมื่อมีแรงกระเทือนทำให้หน้าสัมผัสของโลหะชิ้น G กระทบกับแผ่นโลหะชิ้น H สกรู D จะทำหน้าที่ปรับความไวของตัวตรวจจับสัญญาณ โดยปรับให้แผ่นโลหะชิ้น G ห่างจากแผ่นโลหะชิ้น H มากน้อยตามต้องการ

ตัวตรวจจับความสั่นสะเทือนอีกแบบหนึ่งที่มีลักษณะภายนอกเหมือนกับรูปที่ ๓.๑๒ แต่มีโครงสร้างภายในเป็นดังรูปที่ ๓.๑๔ ลักษณะการทำงานก็คล้าย ๆ กันกับแบบแรก ตัวตรวจจับสัญญาณแบบนี้ค่อนข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีราคาแพงและติดตั้งลำบากพอสมควร เนื่องจากต้องมีการปรับความไวให้เหมาะสม สถานที่ติดตั้งมักจะติดตามกระจกหรือผนังที่คิดว่าผู้บุกรุกจะทำลายหรือพังเข้ามา

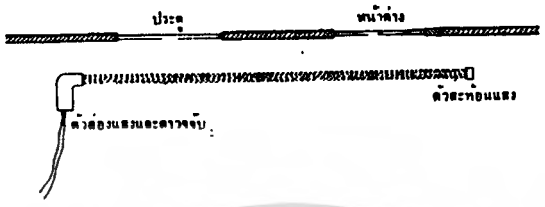


รูปที่ ๓.๑๔ แสดงโครงสร้างภายในอีกแบบหนึ่งของตัวตรวจจับความสั่นสะเทือน

3.6 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสง (Photo electric sensor)

ตัวตรวจจับสัญญาณชนิดนี้มักจะใช้ประกอบกับแบบอื่นเพื่อให้ระบบสมบูรณ์ขึ้นมากกว่าจะใช้อยู่อย่างโดดเดี่ยว มีหลายชนิดด้วยกันทั้งแบบที่สามารถมองเห็นลำแสงได้และชนิดอินฟราเรดที่ไม่สามารถมองเห็นลำแสง ส่วนมากมักจะใช้แบบอินฟราเรดซึ่งมีราคาแพง เพราะผู้บุกรุกไม่สามารถเห็นตำแหน่งที่ติดตั้งได้ ลักษณะการติดตั้งมักใช้ยิงขนานไปกับผนังที่มีประตูหรือบานหน้าต่างหลาย ๆ บาน ดังรูปที่ ๓.๑๕

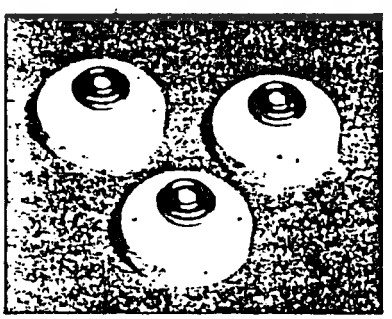
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.๑๕ แสดงการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้แสง

3.7 ตัวตรวจจับความร้อน (Heat sensor)

ปัจจุบันตัวตรวจจับความร้อนที่มีขายกันในท้องตลาดมีอยู่ ๒ หลักการด้วยกันคือ แบบแรกจะเป็นตัวตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่ (Fixed temperature heat sensor) ดังรูปที่ ๓.๑๖ ตัวตรวจจับความร้อนแบบนี้ในสภาวะปกติแล้วสวิทที่อาศัยผลของความร้อน (Thermal switch) จะอยู่ในสภาพเปิดวงจร เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึงจุด ๆ หนึ่ง สวิทจะปิดหน้าสัมผัสเข้าหากันทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้น ตัวอย่างที่นำมาแสดงในรูปที่ ๓.๑๖ สวิทจะลัดวงจรเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง ๖๐ องศาเซ็นติเกรด โดยมีความผิดพลาด ±5 องศาเซ็นติเกรด การติดตั้งควรจะติดตั้งไว้ตามฝ้าเพดานในตำแหน่งที่คิดว่าจะตรวจจับการเกิดไฟไหม้ได้ดีที่สุด พื้นที่ในการตรวจจับต่อตัวโดยทั่ว ๆ ไป ประมาณไม่เกิน ๔๐๐ ตารางฟุต (ตามที่ระบุใน UL listed no. 746H)



รูปที่ ๓.๑๖ แสดงตัวตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

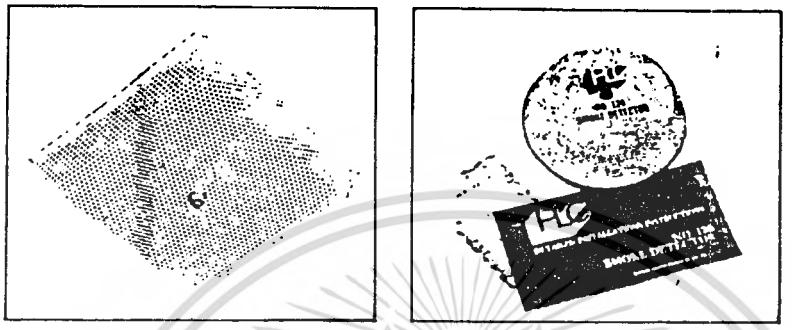
แบบที่สองของตัวตรวจจับความร้อนนี้ เป็นแบบตรวจจับทั้งอุณหภูมิคงที่ เหมือนแบบแรกร่วมกับการตรวจจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ กล่าวคือ ถ้าอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิรวดเร็วถึงขนาด ๕ องศาฟาเรนไฮ ต่อ ๒๐ วินาที แล้วตัวตรวจจับจะทำงานทันที การติดตั้งก็เช่นเดียวกับแบบแรกคือ ติดใต้ฝ้าเพดานโดยหันหัวจุกลง ตัวตรวจจับมาตรฐานแบบนี้จะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ ๒,๕๐๐ ตารางฟุตได้ (ตามที่ระบุใน UL listed no. 759G) ลักษณะเป็นดังรูปที่ ๓.๑๗

รูปที่ ๓.๑๗ แสดงตัวตรวจจับความร้อนแบบตรวจจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ (Rate to rise heat sensor)

3.8 ตัวตรวจจับควัน (Smoke detector)

ตัวตรวจจับควันโดยทั่วไปมีขายกันอยู่ ๒ ชนิด คือ แบบไอออไนเซชั่น (ใช้สารกัมมันตภาพรังสี) และแบบใช้หลักการโฟโต้อิเลคทริค ตัวตรวจจับควันแบบแรกมีราคาแพงมีรูปร่างลักษณะเป็นดังรูปที่ ๓.๑๘ ด้านซ้ายมือ ส่วนแบบที่สองจะมีรูปร่างลักษณะดังเช่นรูปที่ ๓.๑๘ ทางด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



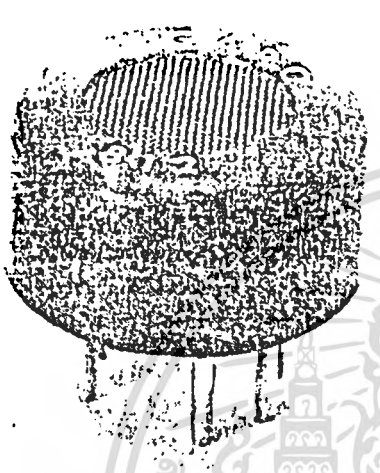
ตัวตรวจจับควันแบบโฟโต้อิเลคทริค ตัวตรวจจับแบบไอออไนเซชั่นใช้สารกัมมันตภาพรังสี

รูปที่ ๓.๑๘ แสดงตัวตรวจจับควันแบบไอออไนเซชั่นและแบบโฟโต้อิเลคทริค

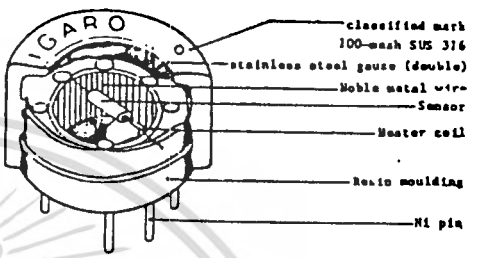
ตัวตรวจจับควันทั้งสองแบบมีราคาแพงพอสมควร ดังนั้นควรจะสร้างขึ้นมาใช้งานเองได้ โดยอาศัยผลการทำงานของตัวตรวจจับก๊าซ (Gas sensor) ที่ให้ความต้านทานของตัวตรวจจับลดลงเมื่อผิวหน้าของมันสัมผัสกับก๊าซ โครงสร้างของมันทำมาจากสารกึ่งตัวนำประเภทดีบุกออกไซน์ (SnO_2) และมีไส้ความร้อนที่จะอุ่นให้ตัวตรวจจับทำงานได้ดี ที่มีขายกันในท้องตลาดภายในประเทศก็มีของบริษัท Figaro ซึ่งมีอยู่สองเบอร์คือ TGS 812 และ TGS 813 ข้อแตกต่างของทั้งสองเบอร์นี้คือ TGS 812 จะมีความไวต่อก๊าซพวก คาร์บอนมอนนอกไซด์ (Carbonmonocide) อันเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ ถ้าได้รับก๊าซนี้เพียงเศษส่วนของล้านชั่วขณะเวลาหนึ่งจะทำให้ปวดหัวมึนงงและถ้าได้รับมาก ๆ จะทำให้มีอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ TGS 812 ยังมีความไวเป็นพิเศษต่อพวกแอลกอฮอล์ (Alchohol) จึงสามารถนำมาใช้ตรวจสอบปริมาณแอลกอฮอล์ที่ปนมากับลมหายใจของผู้ที่ดื่มแอลกอฮอล์ได้ มีบางบริษัทได้นำตัวตรวจจับชนิดนี้ไปติดตั้งไว้ในรถยนต์ ถ้าผู้ขับขี่อยู่ในสภาพมึนเมา (ตรวจสอบได้สารปริมาณแอลกอฮอล์ที่ปนมากับลมหายใจ) วงจรตรวจจับจะทำงานมีผลให้ไม่สามารถจะติดเครื่องยนต์ขับขี่ออกไปได้จนกว่าปริมาณแอลกอฮอล์ลดลงไปถึงระดับหนึ่งแล้วจึงจะสามารถติดเครื่องยนต์ขับขี่ออกไปได้

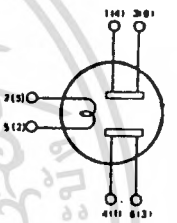
ส่วน TGS 813 จะมีความไวต่อก๊าซมีเธน (Methane) ซึ่งใช้เป็นก๊าซหุงต้ม ดังนั้นจึงเลือกใช้เบอร์นี้มาทำเป็นตัวตรวจจับก๊าซที่ใช้ในบ้านเรือน มีรูปและโครงสร้างภายในเป็นดังรูปที่ ๓.๑๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

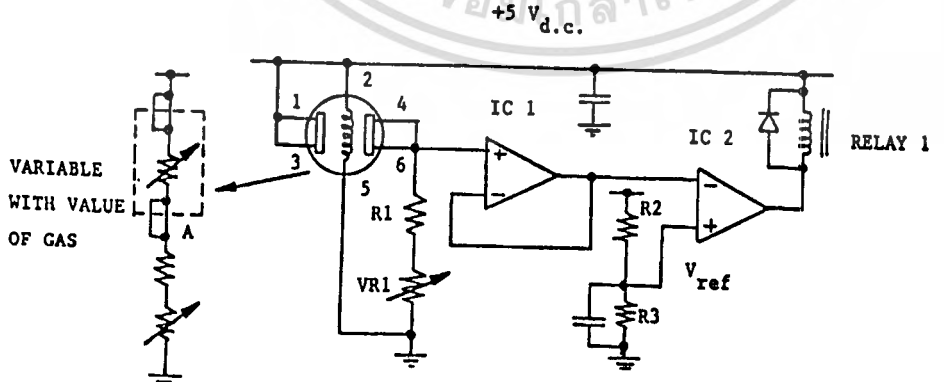


TGS 812 แก๊สเซ็นเซ่อร์





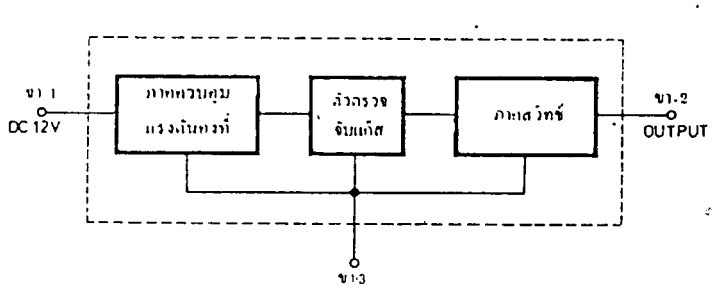
รูปที่ ๓.๑๙ แสดงรูปร่างและโครงสร้างภายในของตัวตรวจจับ

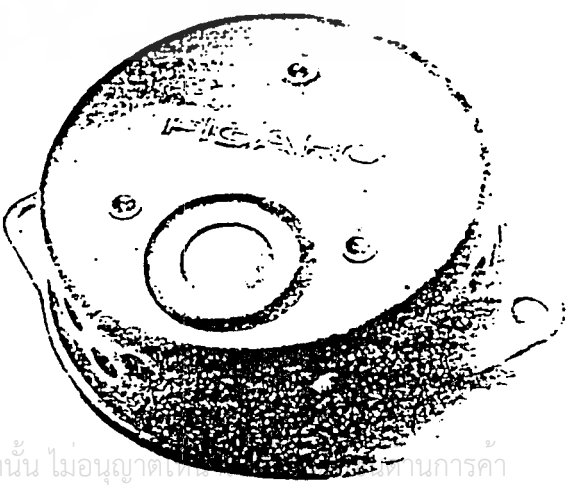


รูปที่ ๓.๒๐ แสดงวงจรที่ใช้ตรวจจับก๊าซแบบง่าย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

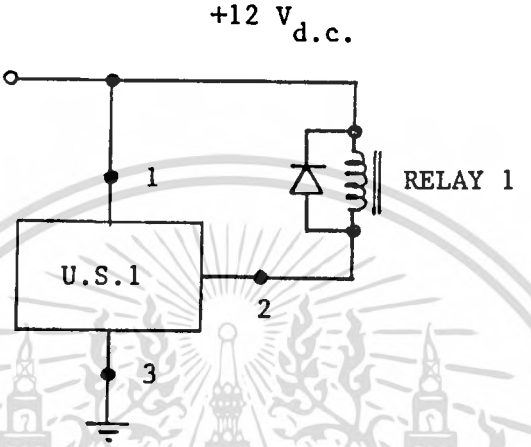
วงจรเสมือนของตัวตรวจจับก๊าซจะช่วยทำให้เข้าใจง่ายขึ้น กล่าวคือ ค่าความต้านทานภายในของตัวตรวจจับก๊าซจะมีค่าลดลง เมื่อปริมาณก๊าซมากระทบผิวหน้าของตัวมันมากขึ้น ดังนั้นระดับศักดาที่จุด A จะมีค่ามากขึ้น เมื่อปริมาณก๊าซที่มากระทบตัวตรวจจับก๊าซมากขึ้น ความต้านทาน VR_1 ถูกใช้เป็นตัวปรับความไวของวงจร ระดับศักดาที่ได้จากตัวตรวจจับก๊าซจะถูกบัฟเฟอร์ไว้ด้วยวงจรอีมิตเตอร์ฟลอโลเวอร์ (Emitter follower) ผลที่ได้จาก ไอ.ซี. ๑ จะถูกป้อนไปยังขาลบของ ไอ.ซี. ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรเปรียบเทียบระดับศักดาโดยมีระดับศักดาอ้างอิงป้อนเข้าที่ขาบวก ในสภาวะปกติแล้วระดับศักดาที่ขาลบจะสูงกว่าระดับศักดาที่ขาบวกทำให้รีเลย์ไม่ทำงาน เมื่อมีก๊าซเข้ามากระทบปริมาณมากพอตามที่ปรับตั้งไว้ ระดับศักดาที่ขาลบจะสูงกว่าระดับศักดาอ้างอิงของขาบวกทำให้รีเลย์ทำงานทันที ข้อเสียของวงจรง่าย ๆ เช่นนี้ก็คือ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไประดับศักดาที่ได้จากตัวตรวจจับก๊าซจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ถ้าติดตั้งไว้ในห้องที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมาก เช่น ห้องครัว อาจทำให้วงจรทำงานผิดพลาดได้ อาการนี้แก้ได้โดยต้องรักษาให้ความร้อนของตัวตรวจจับก๊าซร้อนคงที่อยู่เสมอ หมายความว่าจะต้องรักษาให้ระดับศักดาที่บ้านให้ตัวตรวจจับก๊าซมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก ทางบริษัท Figaro ได้ออกแบบตัวตรวจจับก๊าซรุ่น US 1 มาเป็นโมดูลสำเร็จรูปที่มีโครงสร้างภายในดังรูปที่ ๓.๒๑ ซึ่งประกอบด้วยตัวตรวจจับก๊าซ วงจรควบคุมแรงดันคงที่ (Voltage regulator) และวงจรสวิท ซึ่งสามารถดึงกระแสไหลผ่านตัวมันได้ไม่เกิน ๖๐ มิลลิแอมป์ ในสภาวะปกติเมื่อยังไม่มีก๊าซรั่ว จุดสัญญาณออกของโมดูลจะให้สถานะทางลอจิกเป็น ๑ แต่ถ้ามีก๊าซรั่วออกมากระทบโมดูล จุดสัญญาณออกของโมดูลจะเปลี่ยนสถานะทางลอจิกเป็น ๐ ทันที ดังนั้นจึงสามารถต่อเข้ากับรีเลย์ได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ ๓.๒๒ โดยที่รีเลย์จะต้องไม่กินกระแสเกิน ๖๐ มิลลิแอมป์





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

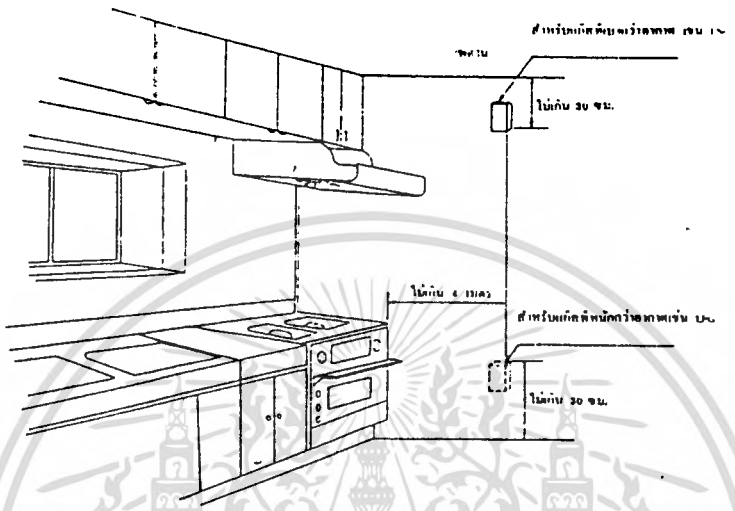
รูปที่ ๓.๒๑ แสดงตัวตรวจจับก๊าซที่สร้างมาเป็นโมดูลพร้อมโครงสร้างภายใน



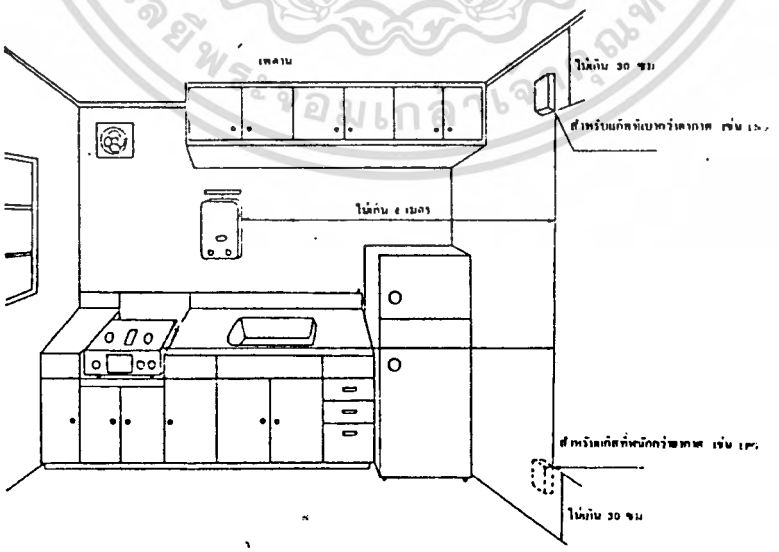
รูปที่ ๓.๒๒ แสดงการต่อใช้งานของโมดูลที่ใช้ตรวจจับก๊าซ

รูปที่ ๓.๒๓ และรูปที่ ๓.๒๔ เป็นตัวอย่างของการติดตั้งเครื่องตรวจจับก๊าซภายในครัว สังเกตุจะเห็นว่าระยะห่างระหว่างเตาแก๊ซกับตัวตรวจจับไม่ควรเกิน ๔ เมตรสูงสุด และในกรณีที่เป็นแก๊ซประเภทที่หนักกว่าอากศ เช่น LPG (แก๊ซที่ใช้หุงต้ม) ก็ควรติดตัวตรวจจับสูงจากพื้นไม่เกิน ๓๐ เซ็นติเมตร ถ้าใช้กับแก๊ซที่เบากว่าอากาศ เช่น LNG ก็ควรติดตัวตรวจจับต่ำจากเพดานไม่เกิน ๓๐ เซ็นติเมตรเช่นกัน ข้อควรระวังอีกประการหนึ่งคือ ถ้าต่อเครื่องตรวจจับก๊าซแบบที่มีเสียงเตือนในเครื่องแล้ว อย่าใช้ตัวส่งเสียงเตือนที่อาจมีประกายไฟเมื่อมันทำงาน เช่น กระดิ่งไฟฟ้าหรือออดไฟฟ้าแบบที่ใช้ไฟกระแสตรง เพราะประกายไฟที่หน้าสัมผัสภายในกระดิ่งหรือออด อาจเป็นสาเหตุให้ก๊าซติดไฟระเบิดขึ้นมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.๒๓ แสดงการติดตั้งตัวตรวจจับก๊าซแบบที่หนึ่ง



รูปที่ ๓.๒๔ แสดงการติดตั้งตัวตรวจจับก๊าซแบบที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้คลื่นความถี่

ตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้คลื่นความถี่นี้มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เป็นแบบ มินิเรดาร์ (Mini-radar) โดยให้คลื่นไมโครเวฟยิงออกมาแล้วรับการสะท้อนกลับของมันมาทำการตรวจจับ ดูสิ่งเคลื่อนไหว แบบนี้มีราคาค่อนข้างแพงทีเดียว อีกแบบหนึ่งเป็นแบบ อุลตราโซนิค แบบนี้ราคาถูกสามารถทำเองได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้ตัวตรวจจับแบบนี้ มีลักษณะโครงสร้างเป็นดังรูปที่ ๓.๒๕

รูปที่ ๓.๒๕ แสดงรูปร่างของทรานสดิวเซอร์แบบความถี่เหนือเสียง

ตัวดักจับสัญญาณแบบใช้ความถี่เหนือเสียง (Ultrasonic sensor) ส่วนสำคัญของตัวดักจับสัญญาณแบบนี้คือ ทรานสดิวเซอร์แบบความถี่เหนือเสียง ในปัจจุบันนี้มีหลายแบบด้วยกันขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมากได้แก่ แบบเปียโซอิเลคตริก (Peizo-electric transducer) ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงพลังงานระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกลกลับไปกลับมาได้ โดยที่ความถี่กำธรอยู่ค่าหนึ่ง แบบแมกนีโตสตริคทีฟ (Magnetostrictive transducer) ซึ่งเปลี่ยนแปรไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่ และแบบอิเลคโตรสตริคทีฟ (Electrostrictive transducer) ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานทางกลได้ ตามท้องตลาดส่วนมากจะมีขายแต่แบบเปียโซอิเลคตริก จึงจะขอกล่าวถึงเฉพาะชนิดนี้เท่านั้น

ภายในตัวทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคตริก จะประกอบด้วยชิ้นสารเซรามิคสี่เหลี่ยมซึ่งมีผิวโลหะเงินฉาบอยู่ทั้งสองหน้า เพื่อให้ต่อสายไฟออกมาเป็นขา ๒ ขา ชิ้นสารเซรามิคนี้ประกอบขึ้นจากสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซรามิค ๒ ชิ้นประกบกันอยู่ โดยทางขั้วไดโพลทางไฟฟ้าภายในอะตอมของมันมีทิศทางตรงข้ามกันดังแสดงเป็นลูกศร ดังรูปที่ ๓.๒๖

รูปที่ ๓.๒๖ (ก) โครงสร้างภายในตัวทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคตริก
(ข) เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าให้แก่ตัวมัน จะทำให้ชิ้นสารเซรามิคโก่งงอไปมาทำให้เกิดคลื่นความถี่เหนือเสียงกระจายไปในอากาศ

จากรูปที่ ๓.๒๖ (ข) เมื่อมีสัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตกคล่อมขั้วทั้งสองของชิ้นสารเซรามิค จะทำให้ชิ้นสารโก่งงอมากหรือน้อยหรือในทิศทางใดตามขนาดและทิศทางการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณนั้น ๆ ทำให้เกิดการกดอัดอากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่เดียวกับสัญญาณนั้นออกไป โดยทั่ว ๆ ไปกำลังทางออกที่ออกมาจะประมาณ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป แต่กำลังทางออกจะสูงสุดที่ค่าประมาณนี้ก็ต่อเมื่อความถี่ของสัญญาณที่ป้อนเข้าไปตรงกับความถี่กำธร ซึ่งเป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิคนั้น ๆ ส่วนความถี่อื่น ๆ กำลังทางออกจะลดลงกว่านี้มาก และในทำนองกลับกันเมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่กำธรของชิ้นสารเซรามิคเข้ามาจะทำให้ชิ้นสารโก่งงอไปมาและเกิดสัญญาณแรงดันซึ่งมีขนาดเล็กขึ้นมาตกคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมันเอง คุณสมบัติโดยทั่วไปของมันคือ มีค่าความต้านทานไฟตรงสูงมากอาจถึง ๑๐ เมกกาโอห์ม แต่ในขณะที่มันทำงานความต้านทานทางด้านไฟสลับจะลดลง ทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเลคตริคจะมีอยู่ ๒ อย่างคือ ตัวส่ง (Transmitter) และตัวรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Receiver) โดยที่ตัวส่งก็คือ ทรานสดิวเซอร์แบบความถี่เหนือเสียงที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่ตัวมัน ให้ออกมาเป็นคลื่นในย่านความถี่เหนือเสียง หน้าที่ของตัวส่งจึงคล้าย ๆ กับลำโพง ส่วนตัวรับก็คือ ทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านความถี่เหนือเสียงที่มาตกกระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าที่ตัวรับจึงคล้าย ๆ กับเป็นไมโครโฟน

เนื่องจากรายละเอียดต่าง ๆ ของการใช้งานทรานสดิวเซอร์ประเภทนี้หาได้ยาก แต่ก็พอจะสรุปแนวทางการใช้งานได้ดังนี้

๑. ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูง เพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เสียหาย

๒. ทรานสดิวเซอร์ที่มีขายกันอยู่โดยทั่วไป จะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันเองได้สูงสุดไม่เกินกว่า 20 V_{rms} ดังนั้นขนาดของสัญญาณที่ป้อนให้ก็ไม่ควรเกินค่านี้

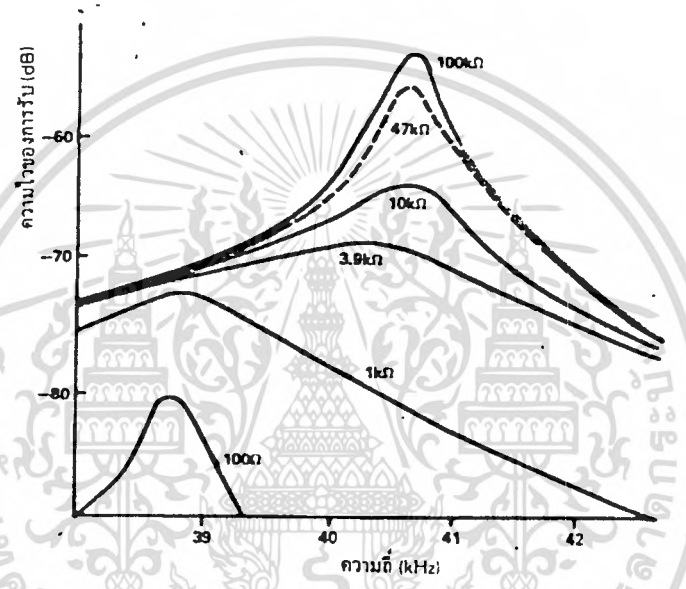
๓. ความถี่กำธร (ความถี่ที่ตัวมันเองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด) ของทรานสดิวเซอร์ ๔๐ กิโลเฮิทซ์ ที่มีขายกันโดยทั่วไปจะผิดพลาดไม่เกิน $\pm$๑ กิโลเฮิทซ์ และมีช่วงความถี่ประมาณ ๔.๕ กิโลเฮิทซ์สำหรับตัวส่ง ส่วนตัวรับจะมีช่วงความถี่ประมาณ ๕ กิโลเฮิทซ์ จะเห็นได้ว่าช่วงความถี่ของตัวรับจะกว้างกว่าของตัวส่งอยู่เล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกมาจากตัวส่งได้

๔. อุณหภูมิใช้งานของตัวทรานสดิวเซอร์ควรอยู่ภายในช่วง -๒๐ องศาเซนติเกรด ถึง +๖๐ องศาเซนติเกรด

๕. ทั้งตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมาก, กล่าวคือ ที่ตำแหน่งเบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ ๓๐ องศา ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ ๑๐ ดี.บี. (dB) ในทำนองเดียวกัน ถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวเบี่ยงเบนไปจากแนวแกนของตัวรับไปประมาณ ๓๐ องศา ความไวหรือขนาดแรงดันที่ออกมาก็จะลดลงไปประมาณ ๑๐ ดี.บี. (dB) ด้วยเช่นกัน ดังนั้น ในการใช้งานที่เป็นการควบคุมระยะไกลในที่โล่งแจ้ง จึงควรพยายามให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่อยู่ในห้องอาจจะเบี่ยงเบนจากกันได้มากหน่อย เพราะคลื่นเสียงที่มีความถี่เหนือเสียงนี้สามารถจะสะท้อนกับกำแพง พื้น และวัตถุที่อยู่ภายในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๖. ในกรณีที่ใช้งานตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขนานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลด (Load) ตามปกติแล้วตัวต้านทานตัวนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วงจาก ๑๐ กิโลโอห์มถึง ๑๐๐ กิโลโอห์ม จากการทดลองพบว่า ถ้าเปลี่ยนโหลดจาก ๑๐๐ กิโลโอห์มมาเป็น ๑๐ กิโลโอห์ม ความไวจะลดลงประมาณ ๑๐ ถึง ๑๒ ดี.บี. แต่ช่วงความถี่จะกว้างขึ้น ตัวอย่างการทดสอบแสดงดังรูปที่ ๓.๒๗



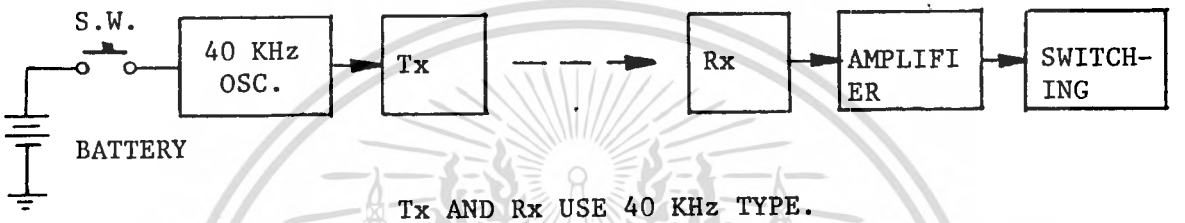
รูปที่ ๓.๒๗ แสดงผลการทดสอบตัวรับตัวหนึ่งโดยเปลี่ยนโหลดเป็นค่าต่าง ๆ กัน แล้วป้อนคลื่นความถี่เหนือเสียงความถี่ต่าง ๆ กันเข้าไป

๗. ตามปกติแล้วสามารถนำเอาตัวส่งและตัวรับมาใช้งานแทนกันได้ ในการใช้งานส่วนใหญ่ และตัวส่งหรือตัวรับของยี่ห้อใด รุ่นใดก็สามารถใช้แทนกันได้ในงานส่วนใหญ่ ขอเพียงแต่ให้มีความถี่กำธรเดียวกันเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจต้องเปลี่ยนแปลงค่าตัวต้านทานสมมูลย์ทางไฟสลับ เพื่อให้ลักษณะผลการตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำไปใช้งานสามารถแบ่งออกได้เป็น ๒ แบบ คือ

3.9.1 วงจรภาคส่งและภาครับอยู่ห่างจากกัน วงจรภาครับจะทำงานให้สัญญาณออกมาเมื่อมีความถี่ ๔๐ กิโลเฮิทซ์เข้ามากระทบตัวรับหรือตัวรับไม่สามารถรับความถี่นี้ได้อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งแล้วแต่การทำไปใช้งาน



Tx AND Rx USE 40 KHz TYPE.

รูปที่ ๓.๒๘ แสดงการใช้งานแบบหนึ่งของตัวส่งและตัวรับความถี่เหนือเสียง

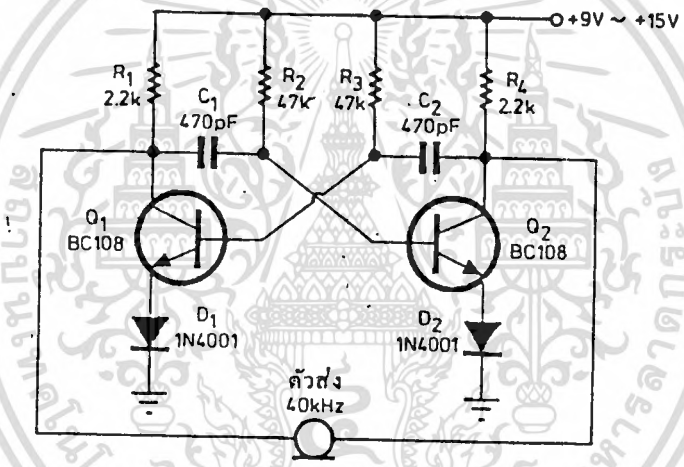
เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจขอแบ่งการอธิบายการทำงานของวงจรที่ออกแบบไว้เป็น ๒ ส่วน คือ

3.9.1 ก) วงจรภาคส่ง วงจรภาคส่งไม่มีอะไรซับซ้อนเพียงแต่ใช้วงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมหรือรูปซายน์ หรือเป็นรูปพัลส์ก็ได้ ที่สามารถสร้างความถี่ตรงกับความถี่กำธรของทรานสดิวเซอร์ที่ใช้เป็นตัวส่ง แล้วต่อตัวส่งเป็นโหลดเท่านั้นเอง ในที่นี้จะเสนอวงจรอย่างง่าย ๆ ไว้หลาย ๆ วงจรดังรูปที่ ๓.๒๙, ๓.๓๐, ๓.๓๑,

วงจรในรูปที่ ๓.๒๙ เป็นวงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ซึ่งมีทรานสดิวเซอร์ต่ออยู่ระหว่างขาคอลเลคเตอร์ทั้งสอง ทั้งนี้เพราะตัวทรานสดิวเซอร์มีค่าความต้านทานไฟตรงสูงมาก ถ้านำไปต่อทำนองเดียวกับ R_1 หรือ R_4 วงจรจะไม่ทำงาน นอกจากนี้การต่อแบบนี้ทำให้ขนาดของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่เกิดขึ้นคร่อมตัวทรานสดิวเซอร์สูงขึ้นเป็นสองเท่าของแรงดันไฟเลี้ยง เพื่อให้ขนาดของสัญญาณความถี่เหนือเสียงออกมาได้แรงมากขึ้นกว่าปกติ วงจรนี้ได้ออกแบบมาให้ใช้กับตัวส่ง ๔๐ กิโลเฮิทซ์ โดยค่าความถี่ของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

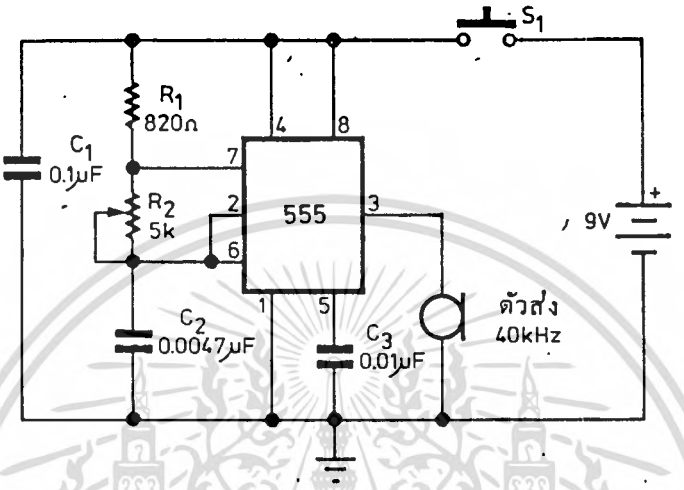
ถูกกำหนดค่าของ C_1, C_2, R_2 และ R_3 ซึ่งตามค่าเหล่านี้จะสร้างความถี่ต่ำกว่าที่ต้องการเล็กน้อย เมื่อตัวส่งเริ่มต้นทำงานโดยสั่นขึ้นมาแล้ว จะเกิดแรงดันขึ้นมากระตุ้นให้ทรานซิสเตอร์ตัวที่หยุดนำกระแสในขณะนั้นให้นำและแสก่อนกำหนด เป็นเหตุให้ความถี่ของวงจรถูกบังคับให้มีค่าสูงขึ้น เป็นการซิงโครไนซ์ (synchronize) ให้ความถี่ของวงจรเท่ากับความถี่กำธรของตัวส่งโดยอัตโนมัติ โดยที่ไม่ต้องมีการปรับแต่งแต่อย่างใด ส่วนไดโอด D_1 และ D_2 ที่ขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่ช่วยจำกัดขนาดของแรงดันย้อนกลับที่เกิดขึ้นระหว่างขาเบสและขาอิมิตเตอร์ ในบางขณะไม่ให้สูงเกินกว่าอัตราทนแรงดันย้อนกลับ $V_{EB(max)}$ ของทรานซิสเตอร์ที่ใช้



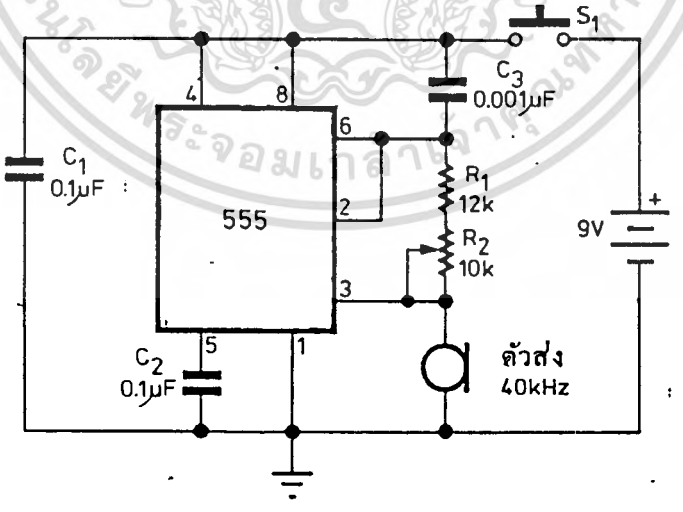
รูปที่ ๓.๒๙ แสดงวงจรภาคส่ง 40 kHz ที่ใช้วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์ ๒ ตัว

ส่วนรูปที่ ๓.๓๐ และ ๓.๓๑ เป็นการนำเอาไอ.ซี. เบอร์ 555 มาต่อเป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ซึ่งให้สัญญาณสี่เหลี่ยมออกมาป้อนแก่ทรานสดิวเซอร์ตัวส่งความถี่ ๔๐ กิโลเฮิทซ์ ที่ต่อเป็นโหลดที่ขาสัญญาณออกของไอ.ซี. วงจรจะส่งสัญญาณความถี่เหนือเสียงออกมาเมื่อกดสวิท S_1 เท่านั้น ความต้านทาน R_2 มีไว้เพื่อใช้ปรับแต่งความถี่ของการออสซิลเลทของวงจรให้เท่ากับความถี่กำธรของตัวส่งที่ใช้ เพื่อให้ได้กำลังส่งออกสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.๓๐ วงจรภาคส่ง 40 kHz ที่ใช้ 555 มาทำหน้าที่เป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบร่เตอร์



รูปที่ ๓.๓๑ วงจรส่งที่ใช้ ไอ.ซี. LM 555 อีกแบบหนึ่ง

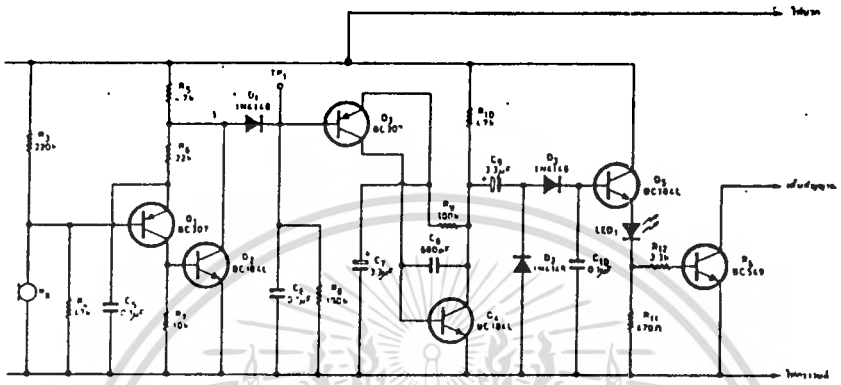
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทำงานของวงจรภาคส่งทั้งหมดที่ยกตัวอย่างมานี้ใกล้เคียงกันมากและก็ให้ผลตรง ๆ คือ ส่งคลื่นความถี่เหนือเสียงแพร่ออกมาในอากาศได้ สำหรับวงจรภาคส่งที่ยุ่งยากขึ้นอาจจะมีวงจรสร้างคลื่นความถี่ต่ำ เช่น ๓๐๐ เฮิทซ์ ผสมเข้าไปกับความถี่ ๔๐ กิโลเฮิทซ์ เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนความถี่สูงที่ออกเข้าไปรบกวนภาครับ โดยให้ภาครับรู้คำสั่งที่เป็นคลื่นความถี่เหนือเสียงที่มีความถี่ต่ำ เช่น ๓๐๐ เฮิทซ์ ขี่มาด้วยเท่านั้น

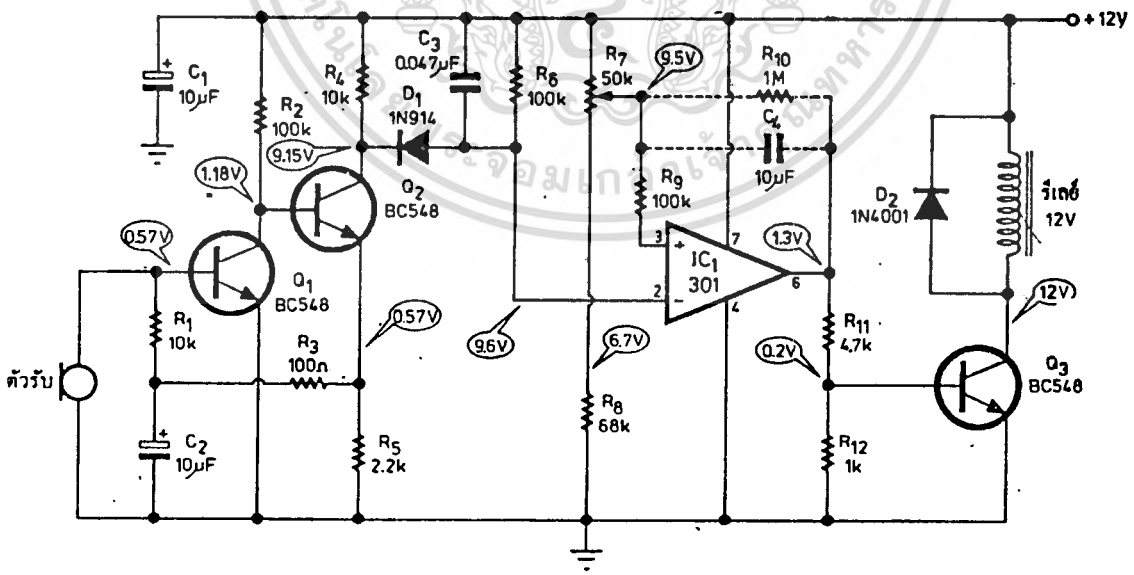
3.9.1 ข) วงจรภาครับ

ตามที่ได้อธิบายมาแล้วว่า เมื่อมีคลื่นความถี่เหนือเสียงมาตกกระทบทรานสดิวเซอร์ที่เป็นตัวรับสัญญาณ จะเกิดแรงดันขนาดเล็กขึ้นมาคร่อมตัวมัน โดยแรงดันนี้จะมีคลื่นออกมาเป็นซายน์ที่มีความถี่เดียวกับคลื่น ที่มาตกกระทบตัวมัน และจะมีขนาดสูงสุดเมื่อความถี่ของคลื่นเสียงที่เข้ามาตรงกับความถี่กำธรของตัวรับ ที่เป็นเช่นนี้เพราะคลื่นรูปสี่เหลี่ยมประกอบไปด้วยคลื่นรูปซายน์หลาย ๆ ความถี่มาผสมกัน คลื่นรูปซายน์ที่มีขนาดสูงสุดก็คือ คลื่นที่มีความถี่ ๔๐ กิโลเฮิทซ์ ส่วนคลื่นซายน์ความถี่อื่น ๆ จะมีความถี่สูงกว่า ๔๐ กิโลเฮิทซ์ เช่น อาจจะเป็น ๘๐ กิโลเฮิทซ์ ๑๒๐ กิโลเฮิทซ์ เป็นต้น ส่วนตัวรับคลื่นจะยอมให้ผ่านไปเพียงความถี่เดียวคือ ๔๐ กิโลเฮิทซ์ ความถี่อื่น ๆ จะโดนตัดทิ้งไป ดังนั้นสัญญาณที่ออกมาจากตัวรับจึงเป็นคลื่นรูปซายน์ความถี่ ๔๐ กิโลเฮิทซ์ เมื่อเอาตัวรับและตัวส่งมาวางหันหน้าชนกัน ขนาดแรงดันคร่อมตัวรับโดยทั่วไปจะน้อยกว่า ๑ โวลท์ ยิ่งระยะระหว่างตัวรับและตัวส่งห่างกันมากขึ้น ขนาดแรงดันก็จะยิ่งลดลง อย่างเช่น ที่ระยะห่างประมาณ ๓๐ เมตร แรงดันที่เกิดขึ้นคร่อมตัวรับจะตกอยู่ในราวไม่กี่สิบไมโครโวลท์เท่านั้น ดังนั้นในวงจรภาครับจึงต้องมีภาคขยาย เพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่ออกจากตัวรับให้มีขนาดสูงพอ สิ่งที่ควรตระหนักเกี่ยวกับวงจรภาครับก็คือ วงจรขยายสัญญาณในภาครับมักจะมีอัตราการขยายสูงมาก ไฟเลี้ยงที่จ่ายเข้ามาจึงควรใช้วงจรเรกูเลเตอร์ มาช่วยทำให้แรงดันไฟเลี้ยงเรียบและคงที่พอสมควร เพื่อให้เสถียรภาพในการทำงานของวงจรดี ไม่ออสซิลเลท และไม่ทำงานผิดพลาดเมื่อแรงดันไฟเลี้ยงเปลี่ยนไปบ้างเล็กน้อย ในที่นี้จะยกตัวอย่างวงจรมาให้พิจารณาพอเป็นสังเขปดังรูปที่ ๓.๓๒ และ ๓.๓๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.๓๒ วงจรภาครับที่ลอจิกที่ทางออกจะเป็นลอจิก ๐ เมื่อมีสัญญาณเข้ามา



รูปที่ ๓.๓๓ แสดงวงจรภาครับอีกแบบหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ๓.๓๒ จะเห็นว่าตัวรับจะถูกต่อเข้าขาเบสโดยตรงเพราะตัวรับมีความต้านทานทางไฟตรงสูงมาก จึงไม่ไปรบกวนการไบอัสที่ขาเบสของ Q_1 แต่อย่างใด อัตราการขยายของวงจรภาคขยายภาคแรก ถูกกำหนดโดยอัตราส่วนระหว่าง R_6 และ R_5 ในทำนองเดียวกันอัตราการขยายของภาคที่สองก็ถูกกำหนดโดยอัตราส่วนระหว่าง R_{14} และ R_{13} ซึ่งจะพบว่าอัตราการขยายของแต่ละส่วนสูงมาก ถ้าการจัดวางอุปกรณ์และการเดินสายไม่ดีพอวงจรก็อาจออสซิลเลทหรือเสถียรภาพในการทำงานไม่ดีพอ คือ อยู่ ๆ ก็อาจทำงานขึ้นมาเองได้ ดังนั้นถ้าไม่ต้องการความไวสูงมาก ๆ ก็ควรลดอัตราการขยายโดยการลดค่า R_6 หรือ R_{14} ตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งสองตัวเลยก็ได้ วงจรขยายภาคแรกประกอบด้วย Q_1 และ Q_2 ส่วนภาคที่สองประกอบด้วย Q_3 และ Q_4 หลังจากที่สัญญาณได้ถูกขยายมาตามลำดับแล้วจะถูกนำมาผ่านภาคไดโอดปั๊ม (Diode pump circuit) ซึ่งทำหน้าที่แปลงรูปคลื่นความถี่เหนือเสียงให้ออกมาเป็นแรงดันไฟตรงที่ราบเรียบคร่อม C_{10} และ C_{10} จะคายประจุผ่านความต้านทานที่ขาเบสของ Q_5 ทำให้ Q_5 ทำงาน ระดับแรงดันที่ขาคอลเลคเตอร์จะเปลี่ยนสถานะจากลอจิก ๑ เป็นลอจิก ๐

วงจรภาครับอีกแบบหนึ่งเป็นดังรูปที่ ๓.๓๓ ในวงจรนี้ใช้ทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 เป็นวงจรขยายสัญญาณความถี่ ๔๐ กิโลเฮิทซ์ ที่ผ่านตัวรับออกมาให้มีขนาดใหญ่ขึ้นประมาณ ๓,๐๐๐ เท่า (70 dB) R_1 และ R_3 ทำหน้าที่ให้ไบอัสแก่ขาเบสของ Q_1 โดยมี C_2 ลัดวงจรไบอัสส่วนนั้นในขณะที่มีสัญญาณความถี่เหนือเสียงเข้ามา เพื่อช่วยเพิ่มอัตราขยายให้สูงขึ้น ถ้าสัญญาณความถี่เหนือเสียงที่เข้ามาแรงมากวงจรขยายก็จะขลิบสัญญาณที่จุดสัญญาณออกให้ออกมาเป็นสี่เหลี่ยมแกว่งไปมาระหว่างไฟเลี้ยงและกราวด์ จุดสัญญาณออกของ Q_2 จะถูกเรคติฟายโดย D_1 และมี C_3 กรองให้เป็นไฟตรงที่เรียบขึ้นแล้วมาป้อนให้แก่ขาสัญญาณเข้าขา ๒ ของไอ.ซี.๑ ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรเปรียบเทียบซึ่งจะคอยเปรียบเทียบระดับแรงดันที่ขา ๒ กับขา ๓ ซึ่งมีขนาดคงที่อยู่ค่าหนึ่งซึ่งกำหนดโดยการตั้งขากลางของ R_7 ให้เหมาะสม ถ้าแรงดันที่ขา ๒ ต่ำกว่าขา ๓ เนื่องจากมีคลื่นเสียงที่มีความถี่เหนือเสียงเข้ามากระทบตัวรับ จุดสัญญาณออกของไอ.ซี.๑ จะเปลี่ยนจากแรงดันต่ำ (ลอจิก ๐) เป็นแรงดันสูง (ลอจิก ๑) ซึ่งจะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_3 นำกระแสทันที ความต้านทาน R_{10} ที่เพิ่มเข้าไปช่วยให้เกิดการป้อนกลับแบบบวก คือ ถ้าแรงดันที่จุดสัญญาณออกสูงขึ้นกว่าเดิมเนื่องจากมีสัญญาณความถี่เหนือเสียงเข้ามา การเปลี่ยนแปลงแรงดันนี้จะผ่าน R_{10} ไปทำให้แรงดันที่ขา ๓ สูงเพิ่มขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อย นั่นก็คือยิ่งทำให้แรงดันที่ขา ๒ มีค่าต่ำกว่าแรงดันที่ขา ๓ ไอ.ซี.๑ ก็จะเปลี่ยนขนาดแรงดันจุดสัญญาณออกไปเป็นลอจิก ๑ ได้เร็วขึ้น

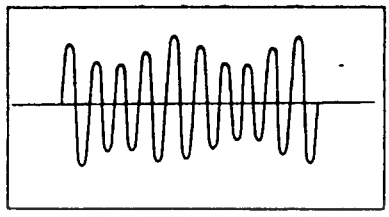
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำไปใช้งานวิธีที่ง่ายที่สุดคือ สร้างเครื่องรับและเครื่องส่งขึ้นมาเอาทั้งสองเครื่องนี้วางอยู่คนละฟากของทางเดินที่คิดว่าผู้บุกรุกจะต้องผ่านเข้ามา เช่น ใกล้ประตู หรือบริเวณทางขึ้นบันได เป็นต้น ให้ตัวรับและตัวส่งอยู่ตรงกันและหันหน้าเข้าหากัน เมื่อมีผู้บุกรุกเดินเข้ามาตัดลำแสง วงจรทางด้านภาครับจะเปลี่ยนสถานะทางลอจิกทันที จะเห็นว่าวิธีนี้ดีกว่าเครื่องเตือนภัยที่ใช้ลำแสงไฟกับ LDR เพราะไม่มีแสงให้เห็นและเสียงที่ส่งออกมาก็ไม่สามารถได้ยินได้ ข้อสำคัญคือ ควรเลือกวงจรภายในขยายเครื่องรับที่มีความไวไม่มากนักเพื่อจำกัดรัศมีทำการให้อยู่ในระยะและทิศทางที่ต้องการเท่านั้น

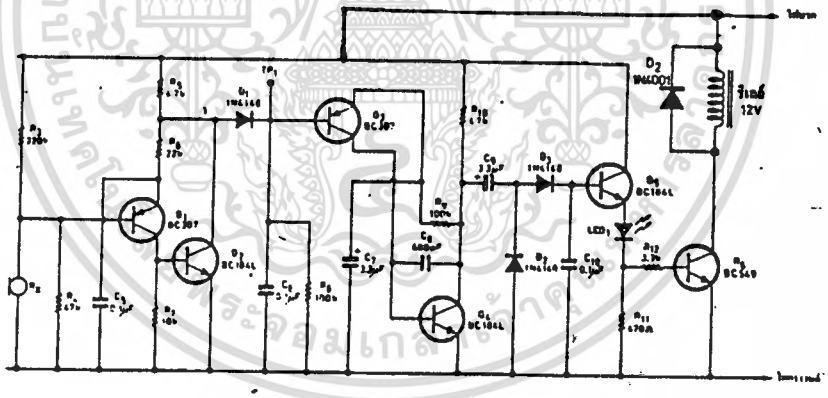
3.9.2 ใช้เครื่องรับและเครื่องส่งตั้งอยู่ในตำแหน่งเดียวกันโดยอาศัยหลักการของดอปเปลอร์เอฟเฟค

ในหัวข้อแรกจะพบว่า ขีดจำกัดของการใช้งานถูกจำกัดไว้ด้วยตำแหน่งของการติดตั้ง เพราะต้องคาดเอาว่าผู้บุกรุกจะมาทางทิศใด ซึ่งอาจจะเดาผิดก็ได้ จากผลอันนี้เองทำให้มีการพัฒนาเครื่องเตือนภัยที่ใช้หลักการของดอปเปลอร์เอฟเฟคขึ้นมา โดยสร้างเครื่องรับและเครื่องส่งไว้ในเครื่องเดียวกัน ใช้ไฟเลี้ยงจากเรกูเลเตอร์ชุดเดียวกันโดยให้ตัวรับและตัวส่งหันหน้าออกไปทางเดียวกันด้วย คลื่นความถี่เหนือเสียงจากตัวส่งจะสะท้อนไปสะท้อนมาจนเต็มห้องที่ต้องการจะป้องกัน เครื่องรับจะรับคลื่นความถี่เหนือเสียงที่สะท้อนกลับเข้ามานี้ แต่ว่าเครื่องรับจะออกแบบมาให้ภาคสุดท้ายไม่ทำงาน ถ้าได้รับคลื่นความถี่เหนือเสียง แต่ถ้ามีวัตถุเคลื่อนไหวในห้อง เช่น มีผู้บุกรุกเข้ามา ความถี่ที่กระจายทั่วไปในห้องจะมีบางส่วนที่เคลื่อน (อาจสูงขึ้นหรือต่ำลงก็ได้) ไปจากความถี่เดิม ทำให้สัญญาณที่ตัวรับเข้ามามีสัญญาณบีท (beat) ขึ้น ซึ่งจะเกิดมีความถี่ต่ำผ่านวงจรขยายไปสั่งงานให้ภาคที่นำสัญญาณออกไปใช้งานเริ่มทำงาน วงจรที่ใช้เป็นดังรูปที่ ๓.๓๕ ซึ่งก็เป็นวงจรเครื่องส่งที่แสดงไว้ในหัวข้อที่แล้วจึงไม่ขอกล่าวอีก ส่วนทางด้านเครื่องรับจะต้องทำการดัดแปลงวงจรเล็กน้อย ขอให้พิจารณาจากรูปที่ ๓.๓๕ เมื่อภาคส่งส่งคลื่นความถี่เหนือเสียงออกไปครอบคลุมบริเวณที่ต้องการควบคุมอยู่ ถ้าไม่มีความเคลื่อนไหวในห้องตัวรับคลื่นความถี่เหนือเสียงก็จะรับคลื่นสะท้อนกลับซึ่งจะมีความถี่ ๔๐ กิโลเฮิทซ์เท่าเดิมที่ส่งออกไป แต่ถ้าหากว่ามีความเคลื่อนไหวเกิดขึ้น คลื่นที่สะท้อนจากวัตถุที่เคลื่อนที่จะมีความถี่เลื่อนไปจาก ๔๐ กิโลเฮิทซ์ อาจมากกว่าหรือน้อยกว่า ๔๐ กิโลเฮิทซ์ แต่จะไม่ต่างจาก ๔๐ กิโลเฮิทซ์มากนัก ดังนั้นตัวรับเสียงจะได้รับคลื่นความถี่คือ ๔๐ กิโลเฮิทซ์ และความถี่ที่เลื่อนไปจาก ๔๐ กิโลเฮิทซ์ ซึ่งตามทฤษฎีของการสอดแทรกของคลื่น ถ้ามีคลื่นความถี่ที่ใกล้เคียงกันมาผสมกัน คลื่นผสมที่ได้จะมีลักษณะเป็นคลื่นซ้อนคลื่น (Beatnote) คือ ความสูงของคลื่น (Amplitude) ของมันจะมีลักษณะสูงต่ำสลับกันไปดังรูปที่ ๓.๓๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.๓๔ ลักษณะของคลื่นซ้อนคลื่น



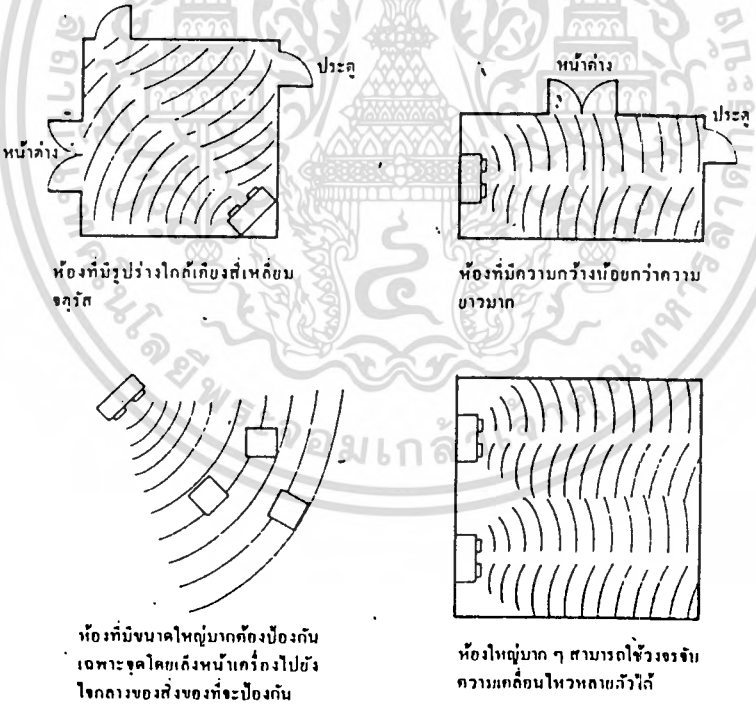
รูปที่ ๓.๓๕ แสดงวงจรเครื่องตรวจจับแบบความถี่เหนือเสียง
โดยใช้เครื่องรับและเครื่องส่งวางไว้ใกล้กัน

จากรูปที่ ๓.๓๕ คลื่นความถี่ที่ตัวรับรับเข้ามาจะถูกขยายโดยวงจรขยายสัญญาณ Q_1, Q_2 มี R_6 เป็นตัวป้อนกลับเพื่อให้วงจรมีเสถียรภาพดีขึ้นโดย C_5 กันสัญญาณความถี่สูงไม่ให้ถูกขยายไปด้วย เมื่อสัญญาณผ่านภาคนี้จะถูกขยายขึ้นไปประมาณ ๕๐ เท่า และ D_1 จะยอมให้เฉพาะสัญญาณครึ่งช่วงบวกผ่านไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้โดยมี C_6 กับ R_8 ลัดสัญญาณ ๔๐ กิโลเฮิทซ์ลงกราวก์ไป จากนั้นสัญญาณที่เหลือซึ่งเป็นสัญญาณความเคลื่อนไหวจะถูกขยายโดยวงจรขยายสัญญาณ Q_3 และ Q_4 โดยมี C_8 เป็นตัวลดอัตราการขยายทางความถี่สูงเพื่อจำกัดความถี่เหนือเสียงที่อาจหลงเหลืออกมาจากภาคแรก โดยมันจะป้อนกลับทางลบให้แก่ Q_4 สัญญาณออกจาก Q_4 จะผ่าน C_9 ไปชาร์ท C_{10} จนเมื่อแรงดันคร่อม C_{10} ขึ้นถึง ๒.๖ โวลท์ Q_5 ก็จะทำงานทำให้ แอล.อี.ดี.ติดสว่างพร้อมทั้ง Q_6 จะทำงานทำให้รีเลย์เปลี่ยนสถานะไปจากเดิม

ลักษณะการติดตั้งมักจะเล็งไปยังบริเวณที่มีประตูหรือหน้าต่าง หรือสิ่งของที่ต้องการจะป้องกัน ดังรูปที่ ๓.๓๖



รูปที่ ๓.๓๖ แสดงการติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณแบบใช้คลื่นความถี่เหนือเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

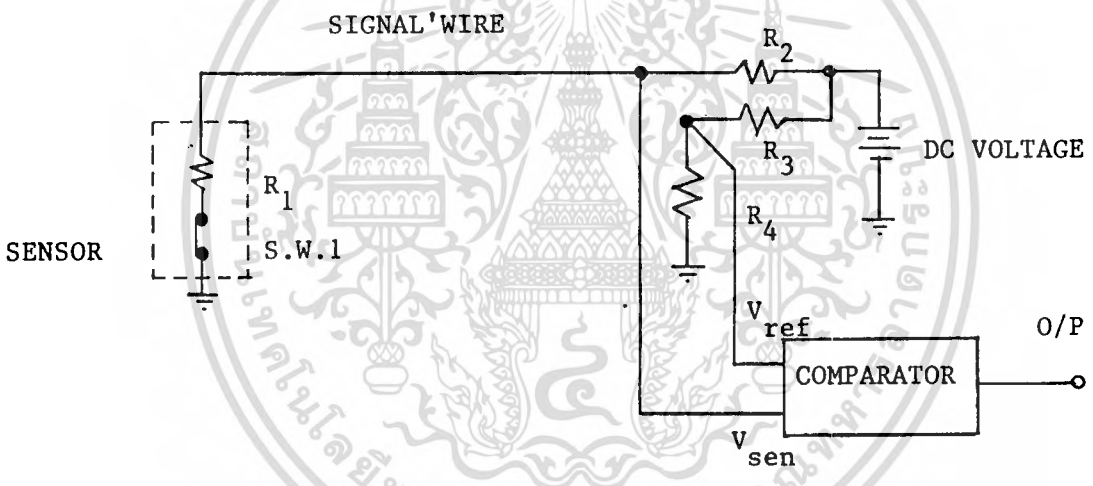
การออกแบบส่วนตรวจสอบสายส่งสัญญาณและตัวตรวจจับสัญญาณ

(Circuit designed for investigation signal's wire and sensors)

ตัวตรวจจับสัญญาณจะส่งสัญญาณมาแจ้งยังส่วนควบคุมโดยผ่านทางสายส่งสัญญาณ ดังนั้นถ้าสายส่งสัญญาณถูกตัดให้ขาดออกจากกันระบบการส่งสัญญาณจะถูกตัดขาดทันที ด้วยเหตุนี้จึงต้องออกแบบให้ส่วนควบคุมตัวตรวจจับสัญญาณสามารถตรวจสอบหรือทราบได้ทันทีที่มีการตัดสายส่งสัญญาณ จะได้อธิบายถึงข้อดีและข้อเสียให้ทราบพอเป็นสังเขปดังนี้

4.1 การใช้ระดับศักดาไฟตรงส่งไปตามสาย (D.C.voltage injection)

หลักการนี้จะใช้ระดับศักดาค่าหนึ่งส่งผ่านไปตามสายส่งสัญญาณดังรูปที่ ๔.๑

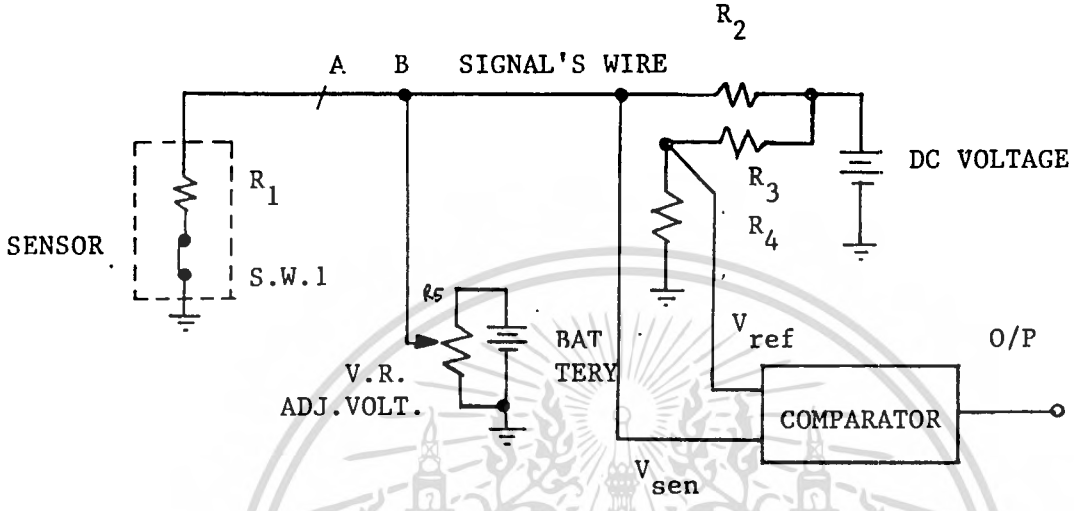


รูปที่ ๔.๑ แสดงการใช้ระดับศักดาไฟตรงส่งผ่านไปตามสายส่งสัญญาณ

จากรูปที่ ๔.๑ สภาวะปกติระดับศักดา V_{sen} จะต่ำกว่าค่าของระดับศักดา V_{ref} เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณทำงาน สวิช S_1 จะเปิดทำให้ระดับศักดา V_{sen} จะมีค่าสูงกว่า V_{ref} ทันที เนื่องจากไม่มีลูปลงกราวด์ ทำให้วงจรเปรียบเทียบระดับศักดา (Comparator) ทำงาน สัญญาณที่จุดสัญญาณออกจะเปลี่ยนสถานะทางลอจิกไปจากเดิม ส่วนควบคุมจะตรวจสอบพบความผิดปกติที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ทำการตัดสายเกิดขึ้นระดับศักดา V_{sen} จะมีค่าสูงกว่า V_{ref} เช่นกัน ทำให้วงจรเปรียบเทียบระดับศักดาทำงานเหมือนกับกรณีของตัวตรวจจับสัญญาณทำงาน ตามที่ได้อธิบายมานี้จะเห็นว่าถ้าทำการตัดสายสัญญาณทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วส่วนควบคุมจะตรวจพบเสมอแต่ขอให้พิจารณารูปที่ ๔.๒



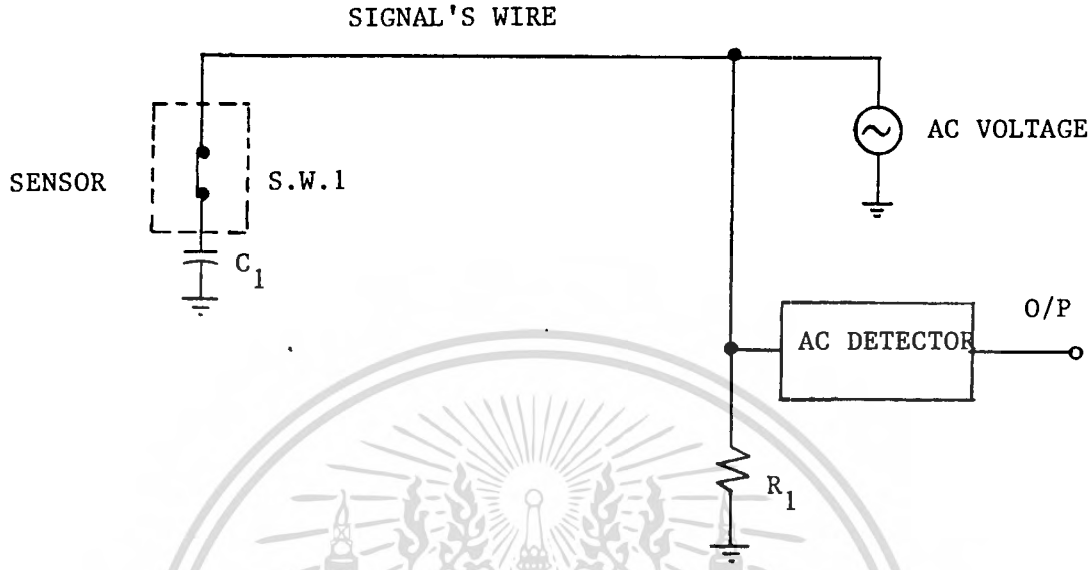
รูปที่ ๔.๒ แสดงการใช้แบตเตอรี่ต่อเข้ากับสายส่งสัญญาณก่อนที่จะทำการตัดสาย

จากรูปที่ ๔.๒ ที่จุด A จะเป็นจุดที่สายส่งสัญญาณถูกตัด ก่อนจะตัดนำแบตเตอรีมาต่อเข้าที่จุด B ดังรูป โดยก่อนต่อให้วัดระดับศักดา V_{sen} ก่อนแล้วทำการปรับความต้านทาน R_5 ให้ระดับศักดา V_B มีค่าเท่ากับ V_{sen} ก่อน จากนั้นจึงต่อเข้าไปที่จุด B และทำการตัดสายที่จุด A การกระทำเช่นนี้แม้ว่าตัวตักจับสัญญาณจะทำงานก็ไม่มีผลต่อวงจรเปรียบเทียบระดับศักดาใด ๆ ทั้งสิ้น เพราะว่า V_B จะมีค่าเท่ากับ V_{sen} ตลอดเวลาจะไม่มีโอกาสสูงกว่า V_{ref} ได้เลย ระบบนี้จึงไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

4.2 การใช้สัญญาณความถี่ค่าหนึ่งส่งไปตามสายส่งสัญญาณ (A.C. voltage injection)

หลักการนี้จะใช้สัญญาณที่มีความถี่ค่าหนึ่งส่งไปตามสายส่งสัญญาณแล้วทำการบายพาส (bypass) ทางด้านตัวตรวจจับสัญญาณด้วยตัวเก็บประจุดังรูปที่ ๔.๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๔.๓ แสดงการใช้สัญญาณความถี่ส่งไปตามสายส่งสัญญาณ

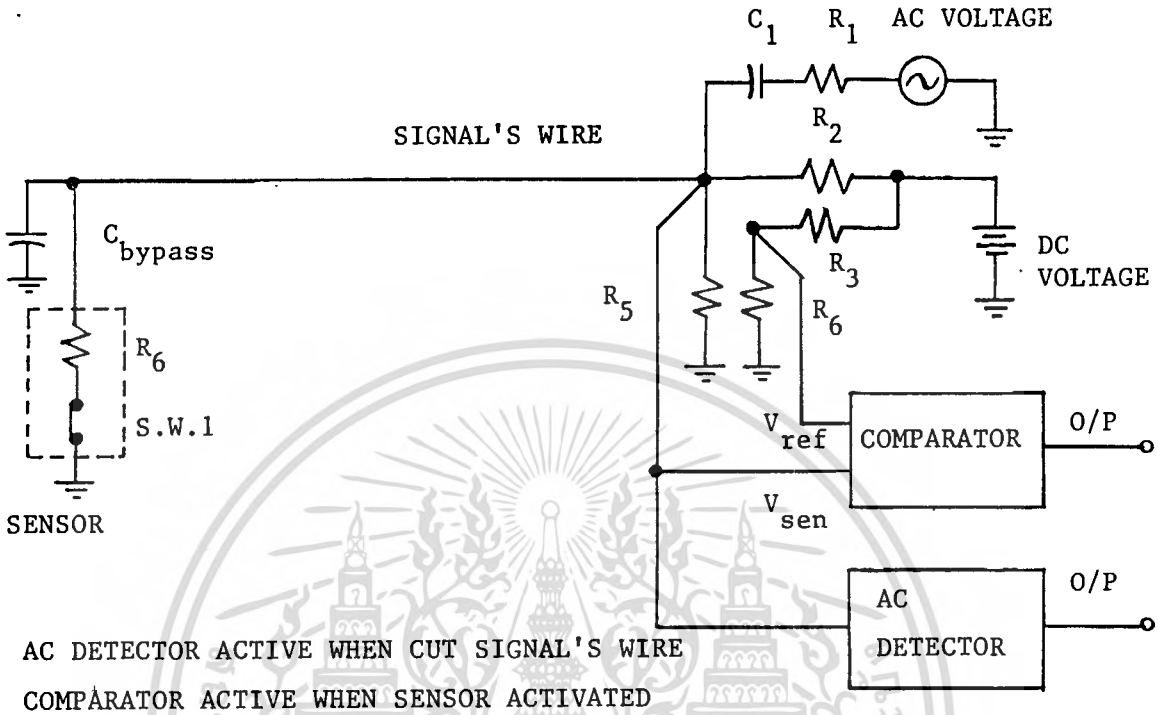
จากรูปที่ ๔.๓ ในสภาวะปกติ สัญญาณความถี่จะถูกบายพาสลงกราวด์อยู่ตลอดเวลา เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณทำงาน สวิช ๑ จะเปิดตัวเก็บประจุจะไม่บายพาสสัญญาณต่อไปอีก ทำให้มีสัญญาณความถี่ปรากฏขึ้นในสายส่งสัญญาณ วงจรตรวจจับสัญญาณความถี่จะทำงานทันที ส่วนควบคุมจะตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงนี้พบ กรณีของมีการตัดสายสัญญาณขึ้นจะมีสัญญาณความถี่ปรากฏขึ้นในสายส่งสัญญาณเช่นกัน วงจรตรวจจับสัญญาณความถี่จะทำงานเช่นกัน

แต่ถ้าก่อนตัดสายส่งสัญญาณทำการต่อตัวเก็บประจุบายพาสสัญญาณเสียก่อน เช่นเดียวกับการต่อแบตเตอรี่ในกรณีของ ๔.๑ แล้วตัดสาย ระบบนี้จะไม่ทำงานทันที

4.3 การใช้ทั้งสัญญาณความถี่และระดับศักดาไฟตรงส่งไปตามสายส่งสัญญาณ (A.C. and D.C. injection)

การทำลักษณะเช่นนี้เป็นการนำเอาข้อ ๔.๑ และ ๔.๓ มารวมเข้าด้วยนั่นเอง เป็นดังรูปที่ ๔.๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๔.๔ แสดงการใช้ทั้งสัญญาณความถี่และระดับศักดาไฟตรงส่งไปตามสายสัญญาณ

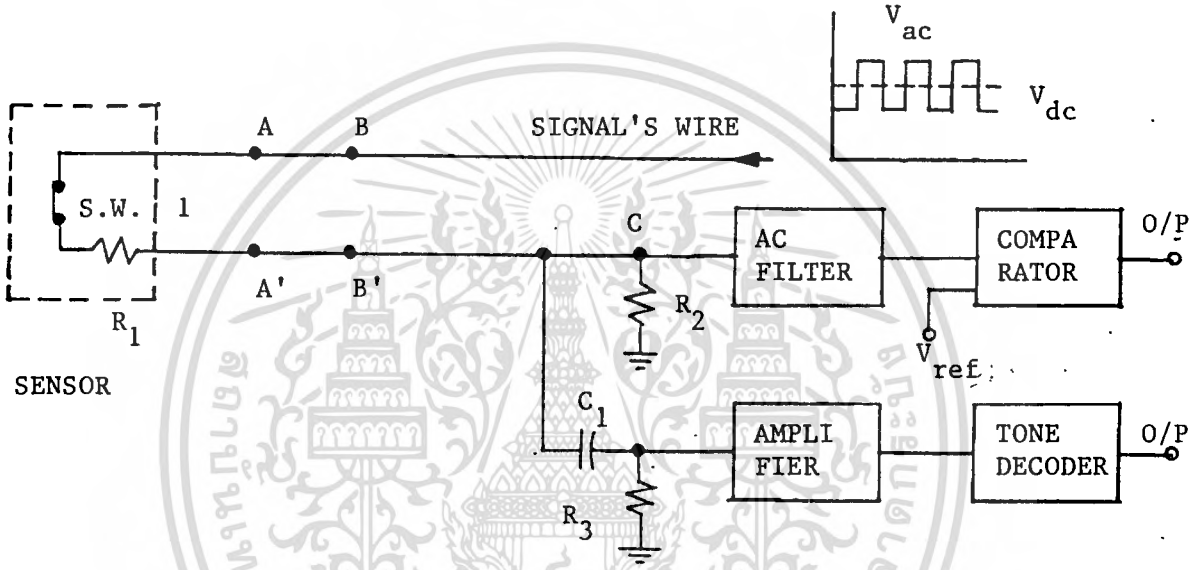
จากรูปที่ ๔.๔ แม้ว่าจะใช้ทั้งสัญญาณความถี่และระดับศักดาไฟตรงส่งไปตามสายสัญญาณพร้อมกันแล้วก็ตาม ถ้าก่อนตัดใช้วิธีเดียวกับข้อ ๔.๑ แล้วระบบนี้ก็จะไม่ทำงานทันที ทั้งนี้เนื่องจากว่าโดยปกติแล้วแบตเตอรี่จะเป็นตัวทำหน้าที่เสมือนตัวเก็บประจุด้วย ดังนั้นสัญญาณความถี่ในสายส่งสัญญาณจะไม่ปรากฏขึ้นเลย

ตามที่ได้ยกตัวอย่างมาทั้งสามกรณีนี้จะพบว่าการตัดสายส่งสัญญาณทำได้ง่ายจนเกินไปเพียงแต่ใช้มิเตอร์และแบตเตอรี่ หรือตัวเก็บประจุเข้าช่วยก็สามารถทำให้ระบบป้องกันภัยที่ติดตั้งไว้ไร้ประสิทธิภาพไปทันที การออกแบบในส่วนนี้จึงถือหลักที่ว่าจะต้องให้ผู้ตัดสายส่งสัญญาณมีความยุ่งยากพอสมควรและต้องใช้เครื่องมือเข้าช่วยหลายชนิดจนลำบากมากที่จะหอบหิ้วเอาเครื่องมือเหล่านี้ติดตัวไปด้วย อีกประการหนึ่งก็คือ ตัวตรวจจับสัญญาณควรจะใช้กับสายส่งสัญญาณได้ทั้งสองแบบคือ ทั้งแบบปกติเปิด (normally opened) และแบบปกติปิด (normally closed) ฉะนั้นการออกแบบจะได้แยกอธิบายเป็นสองส่วนคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบปกติปิด (Normally closed sensor)

ตัวตรวจจับสัญญาณประเภทนี้โดยปกติแล้วจะอยู่ในสภาวะปิด เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณทำงานหรือมีการผิดปกติขึ้นจะเปลี่ยนสภาวะของสวิชภายในตัวให้อยู่ในสภาวะเปิดทันที การออกแบบวงจรจะเป็นดังรูปที่ ๔.๕



รูปที่ ๔.๕ แสดงแผนผังการออกแบบส่วนติดต่อระหว่างตัวตรวจจับสัญญาณกับส่วนควบคุมโดยที่ตัวตรวจจับสัญญาณเป็นแบบที่มีสภาวะปกติปิด

จากรูปที่ ๔.๕ สายส่งสัญญาณจะถูกป้อนด้วยสัญญาณที่มีลักษณะดังรูปคือ มีสัญญาณความถี่ค่าหนึ่งขี่ไปบนระดับศักดาไฟตรงค่าหนึ่ง เมื่อสัญญาณนี้ผ่านความต้านทาน R_1 ก็จะมีขนาดลดลงเนื่องจากผลของผลของการต่อแบบแบ่งศักดาของความต้านทาน R_1 และ R_2 (ที่จุด C) สัญญาณส่วนหนึ่งจะถูกกรองเอาสัญญาณความถี่ทิ้งไปให้เหลือแต่ระดับศักดาไฟตรงเท่านั้น และระดับศักดาไฟตรงค่านี้จะถูกปรับให้มีค่าต่ำกว่าระดับศักดา V_{ref} เสมอ (โดยการปรับที่ R_1 และ R_2) สัญญาณอีกส่วนหนึ่งจะถูกแยกเอาเฉพาะสัญญาณความถี่มาเท่านั้น และทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้น ผลที่ได้ป้อนผ่านไปให้วงจรโทนดีโค้ดเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Tone decoder) วงจรโทนดีโค้ดเดอร์จะให้สัญญาณออกที่จุดสัญญาณออกเป็นลอจิก ๐ เสมอ ถ้าสัญญาณที่จุดสัญญาณเข้ามีความถี่เท่ากับความถี่อิสระ (Free running frequency) ที่ได้ปรับได้ไว้ในวงจรขณะเดียวกัน สมมติว่าในสภาวะปกติที่จัดสัญญาณออกของวงจรเปรียบเทียบระดับศักดามีสถานะทางลอจิกเป็น ๑ ด้วยเช่นกัน ดังนั้น

- เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณทำงาน สวิช S_1 เปิด ทำให้สัญญาณที่ป้อนผ่านสายส่งสัญญาณที่จุด C หายไป ที่จุดสัญญาณออกของวงจรเปรียบเทียบระดับศักดาสัญญาณสภาวะทางลอจิกยังคงมีค่าคงเดิม เพราะระดับศักดา V_{ref} ยังคงสูงกว่า ส่วนที่จุดสัญญาณออกของโทนดีโค้ดเดอร์จะเปลี่ยนสถานะทางลอจิกไปเป็น ๑ ทันที เนื่องจากไม่มีสัญญาณที่มีความถี่ที่ถูกต้องป้อนเข้าที่จุดสัญญาณเข้า

- เมื่อมีการตัดสายเกิดขึ้น สภาวะการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จะเป็นดังกรณีของตัวตรวจจับสัญญาณทำงาน

- เมื่อมีการลัดวงจรที่จุด B และ B' ก่อนแล้วตัดสายที่จุด A และ A' ส่วนของโทนดีโค้ดเดอร์ยังคงทำงานตามปกติ เนื่องจากยังคงมีสัญญาณความถี่ป้อนอยู่ที่จุดสัญญาณเข้าอยู่ตลอดเวลา แต่ส่วนของวงจรเปรียบเทียบระดับศักดาจะทำงานทันที เนื่องจากระดับศักดาที่ป้อนเข้าที่จุดสัญญาณเข้าสูงกว่าระดับศักดา V_{ref} สถานะทางลอจิกที่จุดสัญญาณออกจะเปลี่ยนจากลอจิก ๑ มาเป็นลอจิก ๐

- ในกรณีที่มีการต่อแบตเตอรี่เข้าที่จุด B' ดังกรณีที่ ๔.๑ ที่ได้อธิบายผ่านมาแล้ว และทำการตัดสายที่จุด AA' ส่วนของวงจรเปรียบเทียบระดับศักดาจะยังคงทำงานตามปกติ แต่วงจรโทนดีโค้ดเดอร์จะทำงานโดยให้ลอจิกที่จุดสัญญาณออกเป็นลอจิก ๑ ทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณที่จุด C จะมีแต่เฉพาะระดับศักดาไฟตรงเท่านั้น ส่วนสัญญาณความถี่จะถูกแบตเตอรี่กรองทิ้งหมด

จากที่ได้กล่าวมาแล้วทั้ง ๔ กรณีนี้สามารถเขียนได้เป็นตารางดังรูปที่ ๔.๖ เพื่อแสดงให้เห็นข้อแตกต่างได้ง่ายขึ้น

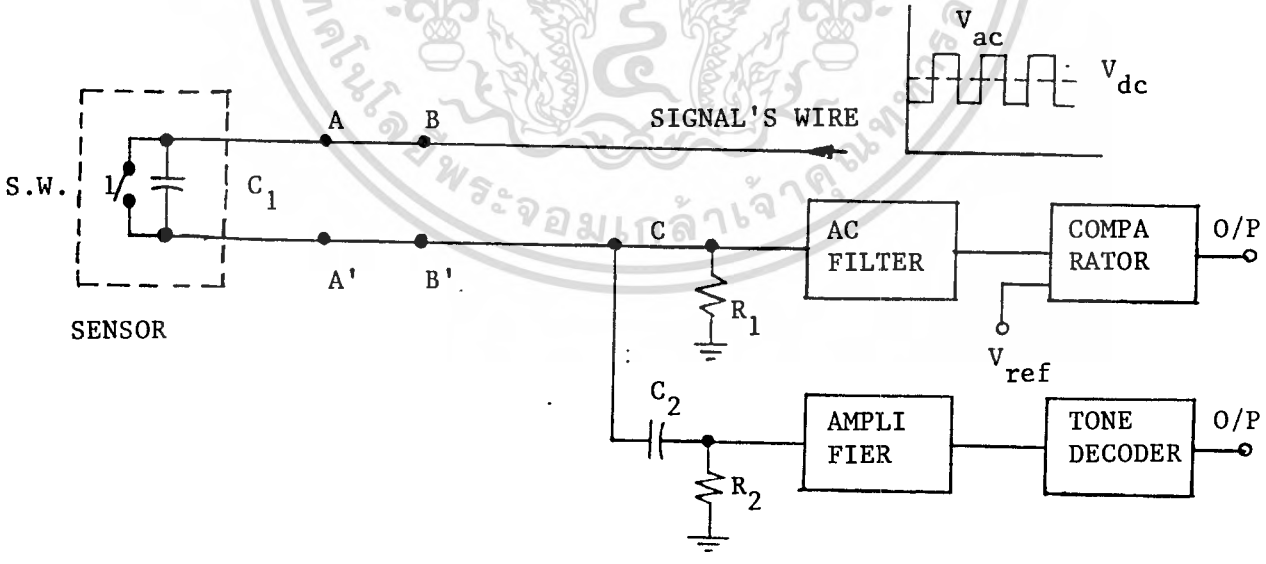
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

state of sensor	o/p of comparator	o/p of tone decoder
normal	1	0
activated	1	1
cut wire	1	1
short & cut wire	0	0
terminate & cut wire	1	1

รูปที่ ๔.๖ แสดงตารางการทำงานของวงจรแต่ละส่วน

4.2.2 ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสภาวะปกติเปิด (Normally opened sensor)

ตัวตรวจจับสัญญาณนี้ ในสภาวะปกติสวิชภายในจะเปิดอยู่เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณตรวจพบสิ่งผิดปกติ สวิชภายในจะเปลี่ยนสภาวะเป็นปิด ระบบที่ออกแบบเป็นดังรูปที่ ๔.๗ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับในกรณีของตัวตรวจจับสัญญาณแบบสภาวะปกติปิด



รูปที่ ๔.๗ แสดงวงจรที่ใช้กับตัวตรวจจับสัญญาณแบบสภาวะปกติเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสภาวะปกติ ที่จุด C จะมีเฉพาะสัญญาณความถี่เท่านั้น ดังนั้นที่จุดสัญญาณออกของวงจรเปรียบเทียบระดับศักดาจะมีลอจิกเป็น o และที่จุดสัญญาณออกของวงจรโทนดีโค้ดเดอร์จะมีสถานะทางลอจิกเป็น o เช่นกัน และ

- เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณทำงาน สวิช • จะเปลี่ยนมาอยู่ในสภาวะปิดทำให้ระดับศักดาไฟตรงที่จุดสัญญาณเข้าของวงจรเปรียบเทียบสูงกว่าระดับศักดาของ V_{ref} ดังนั้นที่จุดสัญญาณออกของวงจรเปรียบเทียบจะเปลี่ยนสถานะทางลอจิกจาก o มาเป็น • ส่วนสถานะทางลอจิกของส่วนโทนดีโค้ดเดอร์จะยังมีค่าคงเดิม

- เมื่อมีการตัดสายเกิดขึ้น สัญญาณความถี่ที่จุด C จะหายไป ทำให้สถานะทางลอจิกของวงจรโทนดีโค้ดเดอร์เปลี่ยนจาก o ไปเป็นลอจิก • ส่วนจุดสัญญาณออกของวงจรเปรียบเทียบระดับศักดายังคงสภาวะเดิม

- เมื่อมีการต่อแบตเตอรี่เข้าไปที่จุด B แล้วทำการตัดสายที่จุด B' วงจรเปรียบเทียบระดับศักดาอาจจะทำงานหรือไม่ทำก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับศักดาของแบตเตอรี่ที่ต่อเข้าไป ถ้าระดับศักดาของแบตเตอรี่สูงกว่าระดับศักดาของ V_{ref} วงจรเปรียบเทียบระดับศักดาจะทำงานให้สถานะทางลอจิกที่จุดสัญญาณออกเป็นลอจิก • แต่ถ้าระดับศักดาของแบตเตอรี่ต่ำกว่าระดับศักดาของ V_{ref} แล้ว สถานะทางลอจิกของวงจรจะมีค่าคงเดิม ส่วนวงจรโทนดีโค้ดเดอร์จะไม่ทำงาน เพราะไม่มีสัญญาณความถี่ป้อนไปยังจุดสัญญาณเข้าของวงจร

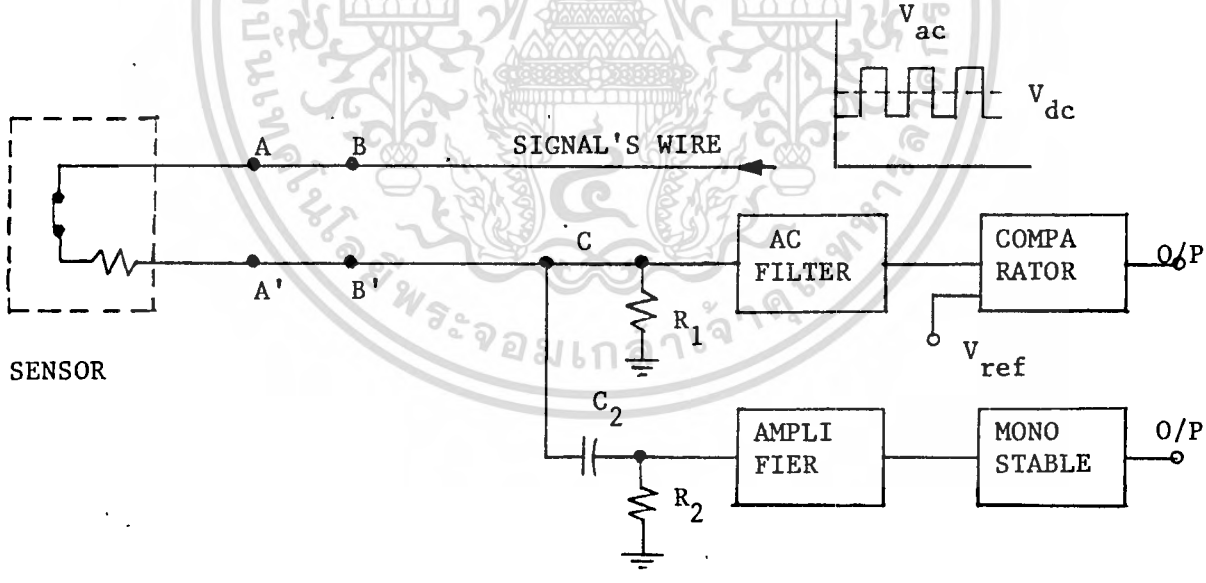
จากที่ได้อธิบายมาสามารถเขียนเป็นตารางเพื่อให้ดูง่ายได้ดังรูปที่ ๔.๘

state of sensor	o/p of comparator	o/p of tone decoder
normal	0	0
activated	1	0
cut wire	0	1
short & cut wire	1	0
terminate & cut wire	0, 1	1

รูปที่ ๔.๘ แสดงการทำงานของวงจรแต่ละส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่ได้อธิบายแนวความคิดที่ผ่านมาจะเห็นว่ามีทางเดียวที่จะตัดการติดต่อระหว่างตัวตรวจจับสัญญาณกับส่วนควบคุมตัวตรวจจับสัญญาณให้ขาดจากกันได้คือ ต้องใส่สัญญาณที่มีทั้งระดับศักดาไฟตรงและสัญญาณความถี่ที่มีความถี่ถูกต้องเข้าไปที่จุด B เท่านั้น จึงสามารถตัดสายส่งสัญญาณที่จุด A' ได้ ตามความเป็นจริงแล้วเป็นไปได้ยากที่ ผู้ที่จะตัดสายจะนำเครื่องมือต่าง ๆ ไปได้ครบ แต่การออกแบบลักษณะนี้มีข้อยุ่งยากประการหนึ่งคือ ความถี่อิสระที่ปรับไว้ในวงจรโทนดีโค๊ดเดอร์มักจะเลื่อนไปจากเดิมเสมอทำให้เกิดการผิดพลาดได้ จึงต้องใช้ความถี่ที่ส่งไปตามสายส่งสัญญาณเข้ามาทำการซิงค์โครไนซ์ (Synchronize) กับสัญญาณที่ได้จากความถี่อิสระของตัวโทนดีโค๊ดเดอร์ เพื่อตัดปัญหานี้ออกไปจึงทำการดัดแปลงวงจร โดยทำการใส่วงจรโมโนสเตเบิลแบบรีทริก (Mono-stable and retrigable type) ดังรูปที่ ๔.๙



รูปที่ ๔.๙ แสดงการใช้วงจรโมโนสเตเบิลแทนวงจรโทนดีโค๊ดเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ๔.๔ ถ้ามีความถี่ที่ถูกต้องป้อนเข้าที่จุดสัญญาณเข้าวงจรโมโนสเตเบิลแล้ว จุดสัญญาณออกของวงจรโมโนสเตเบิลจะให้สถานะทางลอจิกเป็น ๑ อยู่เสมอ แต่ถ้าความถี่ที่จุดสัญญาณเข้ามีขนาดต่ำกว่าที่ปรับตั้งไว้ หรือไม่มีความถี่ป้อนเข้าไป วงจรโมโนสเตเบิลจะให้สถานะทางลอจิกที่จุดสัญญาณออกเป็นลอจิก ๐ รายละเอียดของวงจรจะแสดงไว้ในบทต่อไป เพื่อจะได้เข้าใจได้ง่ายขึ้นเมื่อทำการเชื่อมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ส่วนควบคุมย่อยในระบบขนาดเล็ก

(Unit controller)

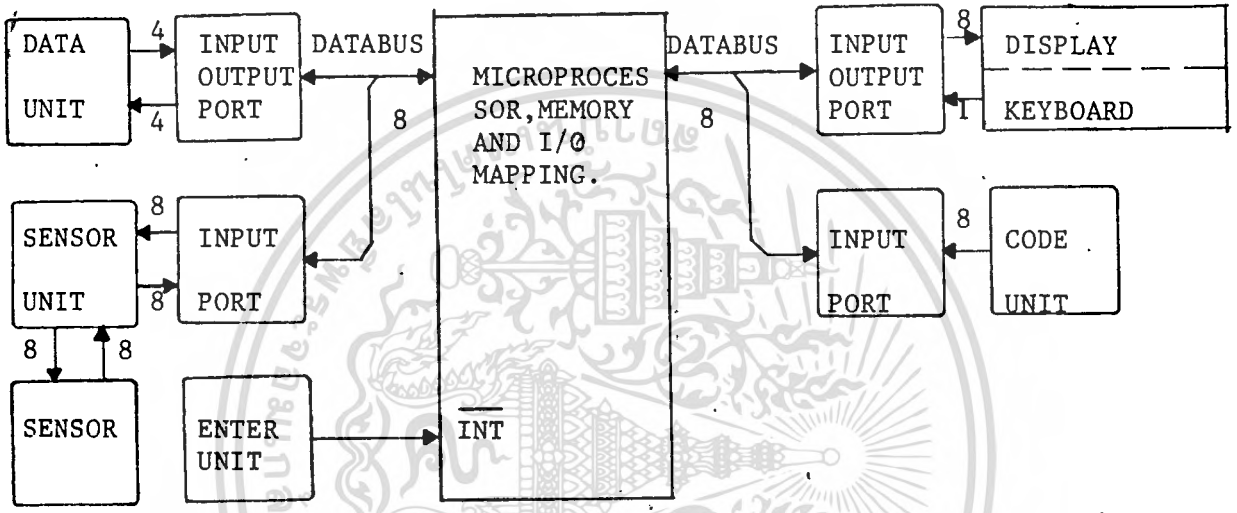
โครงสร้างของระบบขนาดเล็กจะประกอบไปด้วยตัวตรวจจับสัญญาณ ๘ ตัว ส่วนเชื่อมต่อระหว่างตัวตรวจจับสัญญาณและสายส่งสัญญาณกับพอทที่ใช้นำข้อมูลเข้าไมโครโปรเซสเซอร์ ส่วนปรับตั้งรหัสประจำเครื่องโดยใช้รหัสสองหลัก ส่วนแสดงผล ส่วนป้อนข้อมูล ส่วนขอเข้าระบบ และส่วนที่ใช้ติดต่อส่งหรือรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เป็นดังรูปที่แสดงไว้ในรูปที่ ๕.๑ เพื่อสะดวกต่อการทำความเข้าใจจะได้แยกอธิบายเฉพาะส่วนสำคัญ ๆ ดังนี้คือ

5.1 ส่วนเชื่อมต่อกับตัวตรวจจับสัญญาณและสายส่งสัญญาณ (Sensor interfacing unit)

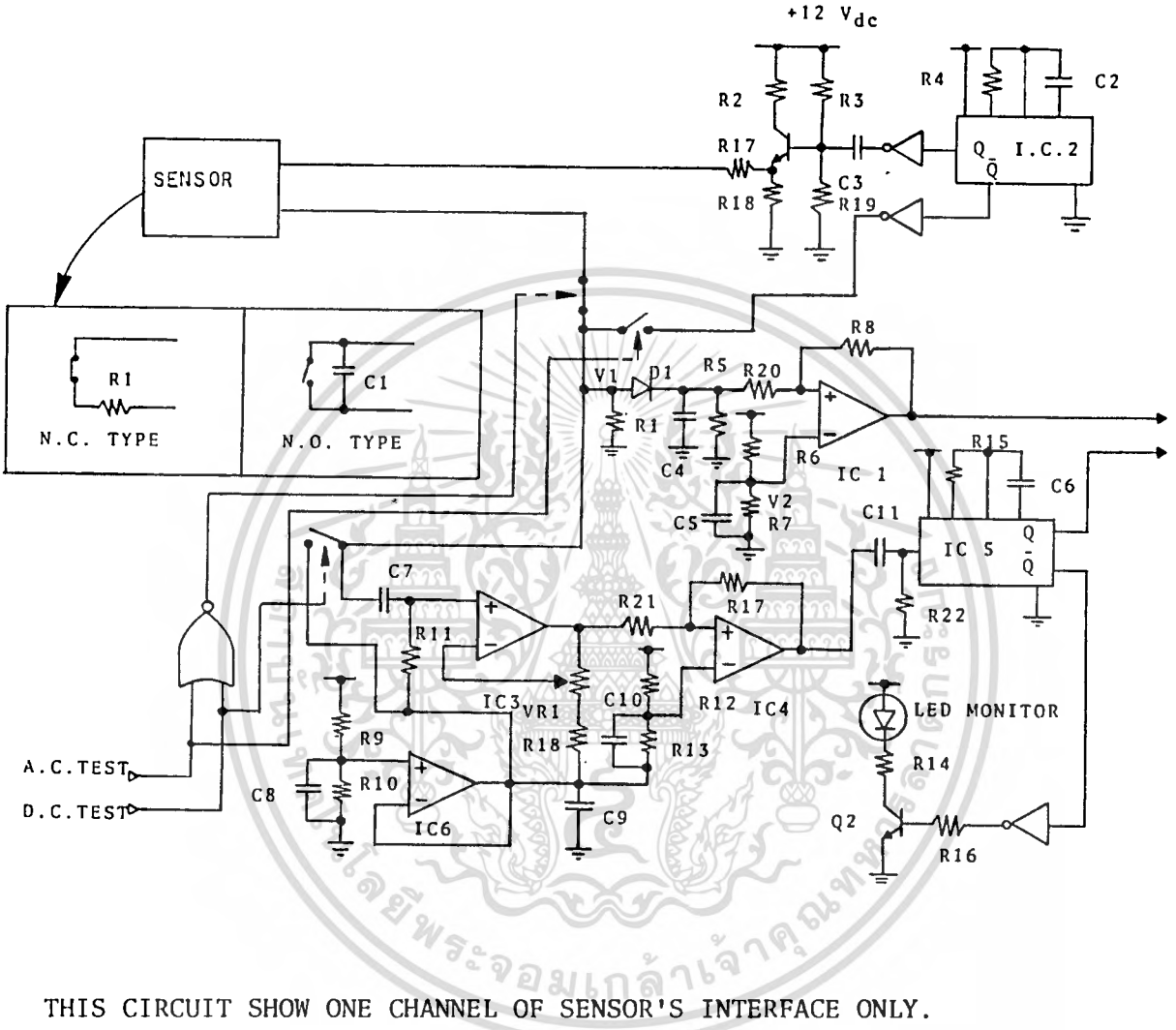
ส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสภาวะปิดเปิดของตัวตรวจจับสัญญาณและขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบสภาวะของสาย-ส่งสัญญาณไปด้วย ดังที่ได้อธิบายผ่านมาแล้วในบทที่ ๔ วงจรที่ใช้งานถูกแบ่งเป็น ๒ ส่วนในแต่ละตัวตรวจจับสัญญาณ ส่วนแรกจะทำหน้าที่ตรวจสอบระดับศักดาไฟตรงที่ได้จากสายส่งสัญญาณ อีกส่วนหนึ่งจะทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณความถี่ในสายส่งสัญญาณ โดยการเปลี่ยนจากสัญญาณความถี่ที่ได้ไปเป็นสัญญาณในรูปของลอจิกเพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์ตรวจสอบได้สะดวก ไมโครโปรเซสเซอร์จะนำสัญญาณลอจิกที่ได้จากการตรวจสอบระดับศักดาไฟตรง และการตรวจสอบสัญญาณความถี่เข้าตรวจสอบตลอดเวลา วงจรที่ใช้งานแสดงไว้ในรูปที่ ๕.๒ เพียงแค่ที่ใช้กับตัวตรวจจับสัญญาณตัวเดียวเท่านั้น ส่วนที่เหลือจะมีลักษณะเหมือนกันหมด

จากรูปที่ ๕.๒ ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๔ ว่าสัญญาณในสายส่งสัญญาณจะประกอบไปด้วยสัญญาณไฟตรงและสัญญาณความถี่ สัญญาณหรือระดับศักดาไฟตรงจะใช้ไฟที่ไบอัสวงจรป้อนผ่านไปตามสายโดยทำการจำกัดค่ากระแสไว้ด้วยความต้านทาน R_{17} เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดแก่ภาคจ่ายไฟในกรณีที่เกิดลัดสายสัญญาณลงกราวด์ สัญญาณความถี่ได้จากการใช้ I.C.2 ต่อเป็นวงจรออสซิลเลท (Oscillate) ความถี่ประมาณ ๑ กิโลเฮิทซ์ ป้อนผ่านตัวซับสัญญาณ Q_1 สัญญาณออกที่ได้จากทรานซิสเตอร์ Q_1 จะถูกจำกัดกระแส แล้วจึงป้อนผ่านไปยังสายส่งสัญญาณ ดังนั้นสายส่งสัญญาณจะมีทั้งระดับศักดาไฟตรงที่ต่อจากไฟไบอัสของวงจรและสัญญาณไฟสลับที่มีความถี่ประมาณ ๑ กิโลเฮิทซ์ปลายสายส่งสัญญาณเส้นนี้จะป้อนเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๔.๑ แสดงโครงสร้างของระบบขนาดเล็ก



THIS CIRCUIT SHOW ONE CHANNEL OF SENSOR'S INTERFACE ONLY.

รูปที่ ๕.๒ แสดงวงจรของส่วนเชื่อมต่อกับตัวตรวจจับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านหนึ่งของตัวตรวจจับสัญญาณ อีกด้านหนึ่งของตัวตรวจจับสัญญาณจะถูกต่อสายกลับมาเข้าวงจรเพื่อทำการตรวจสอบ สัญญาณที่ได้ส่วนหนึ่งจะถูกป้อนผ่านไดโอด D_1, C_4 และ R_5 ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณความถี่ ๑ กิโลเฮิทซ์ ให้เป็นระดับศักดาไฟตรงแล้วป้อนเข้าที่วงจรเปรียบเทียบระดับศักดา (Comparator) ของ I.C.1 ที่จุดสัญญาณออกของวงจรเปรียบเทียบระดับศักดาจะมีสถานะทางลอจิกเป็น ๐ หรือ ๑ ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวตรวจจับสัญญาณที่นำมาต่อ ดังนี้

ก) <u>แบบสภาวะปกติปิด</u> ตัวตรวจจับสัญญาณชนิดนี้จะต้องต่อความต้านทาน R_1 อนุกรมไว้ดังรูป สภาวะปกติแล้วระดับศักดาที่จุด V_1 จะต่ำกว่า V_2 เสมอ ดังนั้นที่จุดสัญญาณออกจะมีลอจิกเป็น ๐ เมื่อมีการช็อตสายเข้าหากันระดับศักดาที่จุด V_1 จะสูงกว่า V_2 ทันทีที่ทำให้ลอจิกที่จุดสัญญาณออกเปลี่ยนจากลอจิก ๐ ไปเป็นลอจิก ๑

ข) <u>แบบสภาวะปกติเปิด</u> ตัวตรวจจับสัญญาณชนิดนี้ต้องต่อตัวเก็บประจุ C_1 คร่อมไว้ดังรูป ในสภาวะปกติแล้วระดับศักดาที่จุด V_1 จะต่ำกว่าจุด V_2 เช่นกัน ลอจิกที่จุดสัญญาณออกจะมีค่าเป็นลอจิก ๐ เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณทำงานสวิชจะปิดหน้าสัมผัสเข้าหากันทำให้ระดับศักดาที่จุด V_1 สูงกว่า V_2 ลอจิกก็จะเปลี่ยนสถานะจาก ๐ ไปเป็น ๑ ทำนองเดียวกันถ้ามีการช็อตสายเกิดขึ้นระดับศักดาที่จุด V_1 จะสูงกว่า

สัญญาณอีกส่วนหนึ่งจากสายส่งสัญญาณจะถูกคัปปลิ้ง (Coupling) เอาเฉพาะสัญญาณความถี่ ๑ กิโลเฮิทซ์ออกมาทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้นด้วยวงจรขยายสัญญาณแบบปรับค่าได้ I.C.3 โดยมีความต้านทาน VR_1 เป็นตัวปรับค่าสัญญาณที่ได้จะถูกจัดรูปให้เป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยม (Squarewave) โดย I.C.4 ซึ่งเป็นวงจรเปรียบเทียบระดับศักดา ผลที่ได้จะถูกนำไปกระตุ้นให้ I.C.5 ที่ต่อเป็นวงจรโมโนสเตเบิลแบบรีทริก (Monostable with retrigable) ลอจิกที่ขา Q ของ I.C.5 จะให้ลอจิก ๑ อยู่ตลอดเวลาที่วงจรถูกปรับไว้อย่างถูกต้อง สถานะของลอจิกที่ขา Q จะเป็นดังนี้

ก) <u>ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสภาวะปกติปิด</u> เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณทำงาน (ตรวจพบสิ่งที่ผิดปกติ) สวิชจะเปิดหน้าสัมผัสออกจากกันทำให้สัญญาณความถี่ ๑ กิโลเฮิทซ์ไม่สามารถผ่านมาได้ยังผลให้สัญญาณที่ไปกระตุ้นให้ I.C.5 ทำงานหายไป ลอจิกที่ขา Q จะเปลี่ยนมาเป็นลอจิก ๐ ทันที ทำนองเดียวกันเมื่อมีการตัดสายส่งสัญญาณให้ขาดออกจากกันก็จะไม่มีสัญญาณความถี่ ๑ กิโลเฮิทซ์ ไปกระตุ้นที่ I.C.5 เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) <u>ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสภาวะปกติปิด</u> สัญญาณความถี่ ๑ กิโลเฮิทซ์ จะผ่านทางตัวเก็บประจุ C_1 เมื่อมีการตัดสายก็จะเป็นเช่นเดียวกับตัวตรวจจับสัญญาณแบบสภาวะปกติปิด

สำหรับ LED ใช้เป็นตัวมอนิเตอร์ (Monitor) การปรับตั้งค่าความต้านทานของ VR_1 ให้มีค่าถูกต้องเหมาะสม ถ้าทำการปรับค่าได้ถูกต้องแล้ว LED จะดิดสว่าง

การตรวจสอบของไมโครโปรเซสเซอร์จะเป็นดังโฟล์วชาร์ทในรูปที่ ๕.๓ การตรวจสอบสภาวะของตัวตรวจจับสัญญาณจะทำดังนี้คือ หลังจากผู้ใช้กดคีย์บอร์ดสั่งให้ระบบเริ่มทำงาน ไมโครโปรเซสเซอร์จะหน่วงเวลาไว้ช่วงหนึ่ง (ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด) หลังจากนี้ไมโครโปรเซสเซอร์จะนำเอาสภาวะของตัวตรวจจับสัญญาณทั้งหมดเข้าเก็บไว้ในแรมที่หนึ่ง (เรียกว่า Ready) ต่อจากนั้นจะเอาสภาวะนี้เข้าตรวจสอบเรื่อย ๆ และจะเก็บไว้ในแรมอีกที่หนึ่ง (เรียกว่า New) ไมโครโปรเซสเซอร์จะเปรียบเทียบข้อมูลของ New กับ Ready ทุกครั้ง ถ้ามีค่าเท่ากันแสดงว่าตัวตรวจจับสัญญาณอยู่ในสภาวะปกติ ถ้าไม่เท่ากันแสดงว่าตัวตรวจจับสัญญาณตัวใดตัวหนึ่งทำงาน ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการเอกคลูซีพ-ออร์ระหว่าง New กับ Ready และเก็บค่านี้ไว้เป็น XOR 1 พร้อมทั้งทำการย้ายข้อมูลของ New ไปเก็บไว้ใน Ready จากนั้นจะหาหมายเลขของตัวตรวจจับสัญญาณที่ทำงาน พร้อมทั้งส่งสัญญาณเตือนภัย ต่อมาเมื่อตัวตรวจจับสัญญาณกลับเข้าสู่สภาวะปกติ (เช่น ในกรณีที่ผู้บุกรุกเปิดประตูเข้ามาแล้วปิดประตูกลับคืน) ไมโครโปรเซสเซอร์จะพบว่าค่าของ New กับ Ready ไม่เท่ากันอีกจะทำการ เอกคลูซีพ-ออร์ New กับ Ready อีกครั้งหนึ่ง ผลที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับ XOR 1 ถ้าเท่ากันแสดงว่าตัวตรวจจับสัญญาณกลับเข้าสู่สภาวะปกติ ไมโครโปรเซสเซอร์จะไม่เก็บค่านี้เป็นค่าที่ตัวตรวจจับสัญญาณทำงาน แต่จะทำการเปลี่ยนข้อมูลของ Ready กับ New ซ้ำ เพื่อความเข้าใจได้ง่ายขึ้นจะขอสมมติตัวเลขดังนี้

- เริ่มเก็บสภาวะของตัวตรวจจับสัญญาณครั้งแรก

Ready	=	1	0	1	0	1	0	1	0
New	=	0	0	0	0	0	0	0	0
XOR 1	=	0	0	0	0	0	0	0	0

- เริ่มตรวจสอบสภาวะของตัวตรวจจับสัญญาณครั้งที่สอง

Ready	=	1	0	1	0	1	0	1	0
New	=	1	0	1	0	1	0	1	0
XOR 1	=	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าของ Ready = New ทำงานต่อไป

- เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณตัวหนึ่งทำงาน (ประตูเปิด)

Ready	=	1	0	1	0	1	0	1	0
New	=	1	0	0	0	1	0	1	0

ค่าของ Ready ≠ New ดังนั้น จับ Ready XOR New

∴ XOR 1	=	0	0	1	0	0	0	0	0

เก็บค่า XOR 1 แล้วเปลี่ยนค่าของ Ready กับ New

Ready	=	1	0	0	0	1	0	1	0
New	=	1	0	1	0	1	0	1	0

ทำการหาตัวตรวจจับสัญญาณที่ทำงานและส่งสัญญาณเตือน แล้วทำการตรวจสอบต่อไป

- ตัวตรวจจับสัญญาณยังทำงานค้างอยู่ (ประตูเปิดอยู่)

Ready	=	1	0	0	0	1	0	1	0
New	=	1	0	0	0	1	0	1	0
XOR 1	=	0	0	0	1	0	0	0	0

ค่าของ Ready = New ทำงานต่อไป

- ตัวตรวจจับสัญญาณกลับเข้าสู่ปกติ (ประตูถูกปิดคืน)

Ready	=	1	0	0	0	1	0	1	0
New	=	1	0	1	0	1	0	1	0

ค่าของ Ready ≠ New ดังนั้น จับ Ready XOR New ผลที่ได้เป็น XOR 2

∴ XOR 2	=	0	0	1	0	0	0	0	0

เปรียบเทียบ XOR 2 กับ XOR 1 โดยใช้ XOR 1 XOR XOR 2

∴ XOR 3	=	0	0	0	0	0	0	0	0

แสดงว่า ตัวตรวจจับสัญญาณกลับเข้าสู่สภาวะปกติ ทำการเปลี่ยนค่า Ready กับ New ไม่ต้องหาตัวตรวจจับสัญญาณที่ทำงานในครั้งนี้ พร้อมทั้งเปลี่ยนค่า XOR 3 กับ XOR 1

Ready	=	1	0	1	0	1	0	1	0
New	=	1	0	0	0	1	0	1	0
XOR 1	=	0	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าของ = New ทำงานต่อไป

- เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณตัวหนึ่งทำงาน (ประตูเปิด)

Ready	=	1	0	1	0	1	0	1	0
New	=	1	0	0	0	1	0	1	0

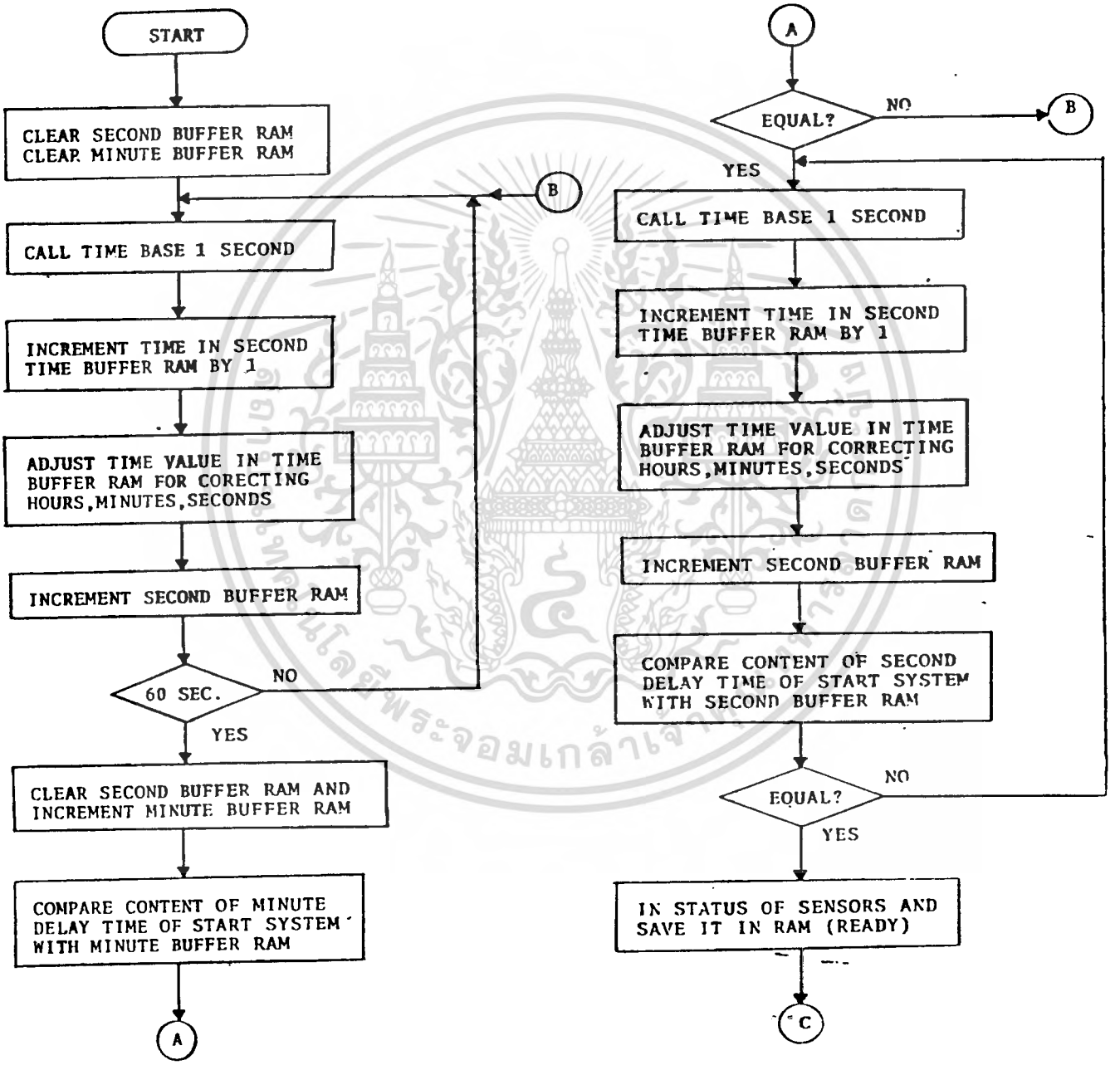
ค่าของ Ready ≠ New ดังนั้นจับ Ready XOR New

∴ XOR 1	=	0	0	1	0	0	0	0	0

เก็บค่า XOR 1 แล้วเปลี่ยนค่าของ Ready กับ New

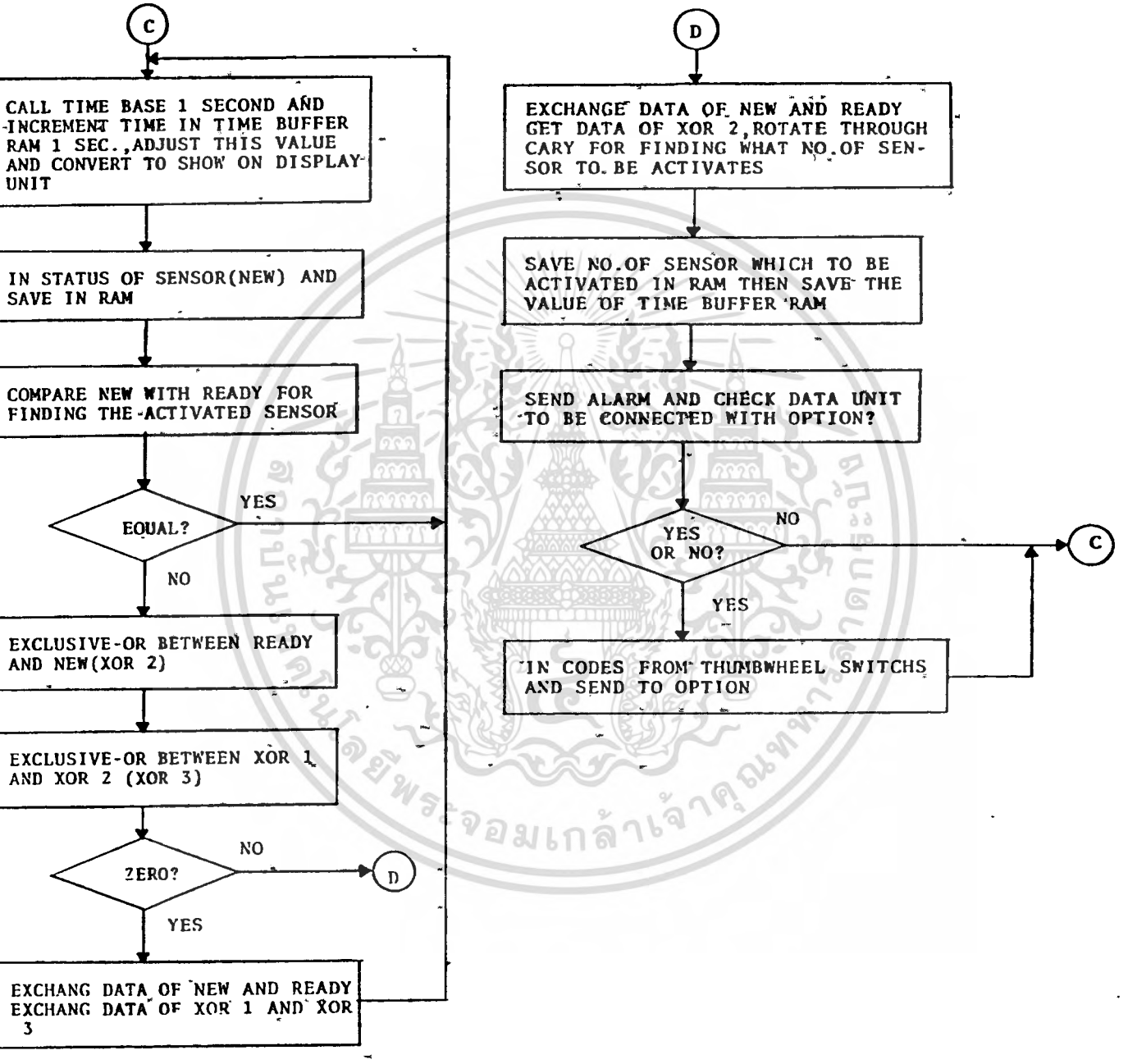
Ready	=	1	0	0	0	1	0	1	0
New	=	1	0	1	0	1	0	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๕.๓ ก) แสดงโฟล์วชาร์ทของการตรวจสอบสภาวะทางลอจิกของตัวตรวจจับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๔.๓ ข) แสดงโฟล์วชาร์ทของการตรวจสอบสภาวะทางลอจิกของตัวตรวจจับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ส่วนรับข้อมูล (Data transceiver unit)

ส่วนนี้จะใช้รับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก ในกรณีที่ต้องการส่งหรือรับข้อมูลเกี่ยวกับการแจ้งเหตุ การทดสอบระบบ ซึ่งจะกล่าวต่อไปในบทที่ ๖

5.2 ส่วนตั้งรหัส (Code selector unit)

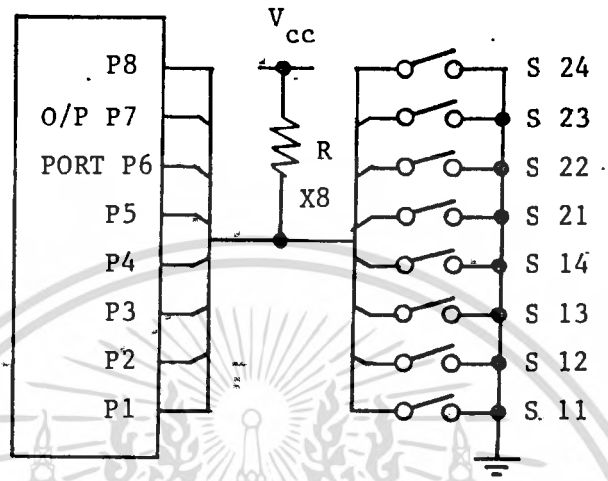
ดังที่ได้อธิบายผ่านมาแล้วในบทที่ ๒ ว่าเมื่อต้องการเชื่อมต่อระบบเข้าด้วยกันจะต้องมีการกำหนดรหัสขึ้น ในที่นี้จะเป็นรหัสของส่วนควบคุมย่อยซึ่งใช้ทั้มป์วีลสวิท (Thumbwheel switch) มาเป็นตัวตั้งรหัสทั้งสองเลข โครงสร้างและรูปของทั้มป์วีลสวิชเป็นดังรูปที่ ๕.๔ และ ๕.๕

ทั้มป์วีลสวิทแบบกดเพื่อเลื่อนตัวเลข

ทั้มป์วีลสวิทหมุนแป้นตัวเลข

รูปที่ ๕.๔ รูปร่างของทั้มป์วีลสวิชและโครงสร้างภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



S 11 THUMBWHEEL NO. 1 CONTACT NO. 1
S 24 THUMBWHEEL NO. 2 CONTACT NO. 4

รูปที่ ๕.๕ การต่อทั้มป์วีลสวิชเข้ากับพอทของไมโครโปรเซสเซอร์

จากรูปที่ ๕.๕ ลักษณะของสวิชภายในจะถูกจัดอยู่ในรูปของรหัส 8421 B.C.D. เช่น เมื่อหมุนแป้นให้เลือกเลข 5 ภายในตัวทั้มป์วีล สวิช S_1 กับ S_4 จะต่อกับขาร่วม (Common) ซึ่งต่อลงกราวด์ไว้ทันที ดังนั้นถ้าตั้งรหัสเป็น 85 สวิช S_{11}, S_{14}, S_{24} จะต่อลงกราวด์ เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์เอาข้อมูลเข้าจะได้ค่าเรียงกันดังนี้คือ

	bit 7 ..... bit Ø									
IN PORT	0	1	1	1	0	1	1	0	=	76_H
1'S COMPLEMENT	1	0	0	0	1	0	0	1	=	85_H

เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำคอมพลีเม้นท์ของหนึ่งแล้วก็จะได้ค่า ๘๕ ตรงตามที่ตั้งไว้ และใช้ค่านี้เป็นรหัสประจำเครื่องต่อไป

5.4 ส่วนแสดงผลและคีย์บอร์ด (Display and Keyboard unit)

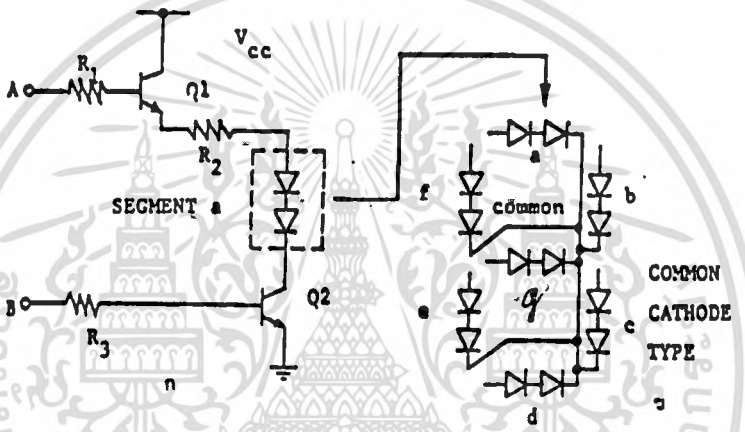
ส่วนแสดงผลและคีย์บอร์ดใช้สำหรับตรวจสอบดูข้อมูลต่าง ๆ และป้อนข้อมูลเข้าสู่ไมโครโปรเซส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซอร์ จะแยกออกเป็นสองส่วนคือ

5.4.1 ส่วนแสดงผล (Display unit)

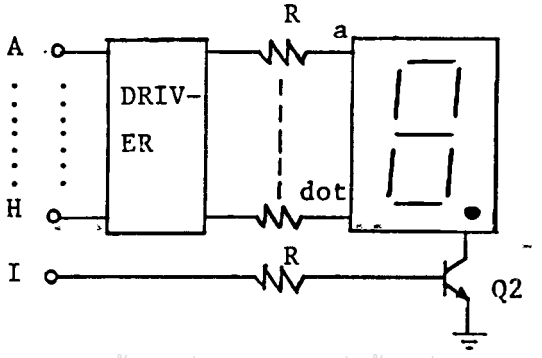
ส่วนแสดงผลจะใช้หลักการของการสแกน (Scan) โดยอาศัยไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวจัดเวลาของการสแกนพร้อมป้อนข้อมูลต่าง ๆ ผ่านพอทออกมา ก่อนอื่นจะได้อธิบายถึงวิธีการสร้างรูปภาพตัวอักษรก่อน โดยเริ่มพิจารณาจากรูปที่ ๕.๖



รูปที่ ๕.๖ ก) แสดงการจุด LED อย่างง่าย ๆ

ข) โครงสร้างของ LED Seven-segments

ตามรูปที่ ๕.๖ ข) จะเห็นว่าขาคาโทด (Cathode) ของแต่ละส่วนต่อถึงกัน ส่วนขาอาโนด (Anode) ของแต่ละส่วนจะแยกกันโดยอิสระ สมมติว่าต้องการจะทำให้ส่วน a ติดสว่างใช้วงจรดังรูป ๕.๖ ข) โดยป้อนลอจิก ๑ เข้าที่จุด A และจุด B ทำนองเดียวกันที่ขาอาโนดของทุกส่วนใช้ทรานซิสเตอร์รับเช่นเดียวกับทรานซิสเตอร์ Q_1 ดังรูปที่ ๕.๗



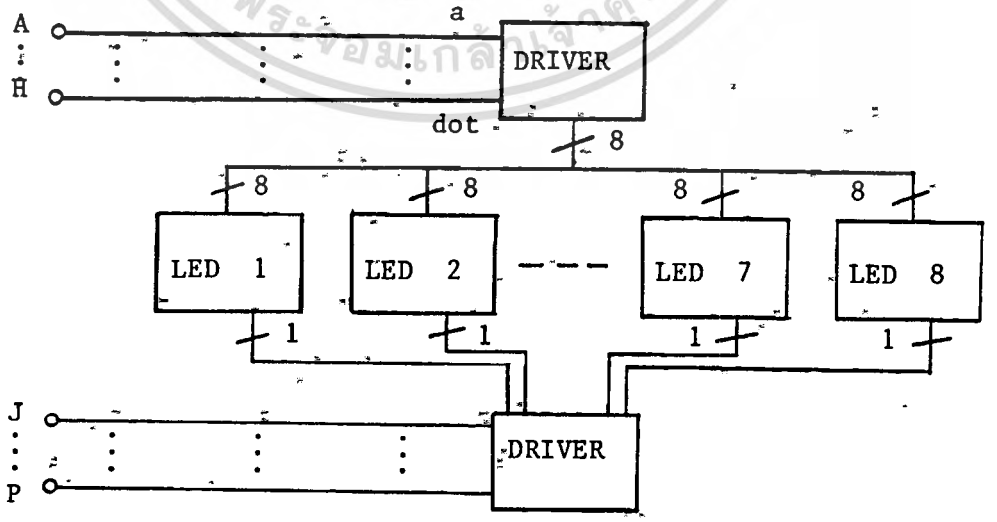
LED 7-SEGMENTS COMMON CATHODE TYPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pattern	A	B	C	D	E	F	G	H	2
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	1	0	1	1	0	1
A	1	1	1	0	1	1	1	0	1

รูปที่ ๕.๗ แสดงการต่อ LED Seven-segments และตัวอย่าง
การป้อนลอจิกเพื่อให้ติดเป็นรูปตัวอักษรต่าง ๆ

ตามตารางในรูปที่ ๕.๗ เมื่อต้องการจะให้ LED ติดสว่างเป็นรูปภาพของตัวอักษรใด ๆ ก็ป้อนลอจิกเข้าไปทางด้านอาโนดของแต่ละส่วนพร้อมกับป้อนลอจิก ๑ ให้กับจุด B และจะสังเกตุเห็นได้ว่าแม้ว่าจะป้อนลอจิกของรูปภาพตัวอักษรเข้าทางด้านอาโนดแล้วก็ตาม ถ้ายังไม่ป้อนลอจิก ๑ เข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_2 แล้ว LED จะยังไม่สว่าง อาศัยผลข้อนี้จึงสามารถต่อขาอาโนดของแต่ละส่วนของแต่ละ LED เข้าด้วยกันได้เพื่อจะทำการมัลติเพล็กซ์ (Multiplexed) สร้างเป็นตัวอักษรหลาย ๆ ตัวดังรูปที่ ๕.๘

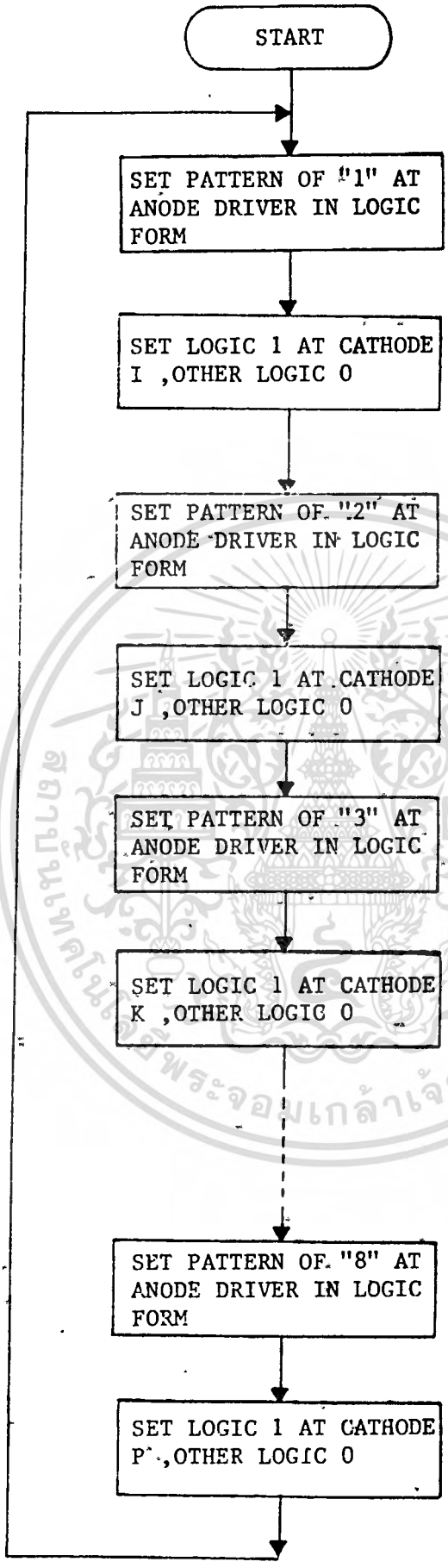


รูปที่ ๕.๘ แสดงการมัลติเพล็กซ์ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่าต้องการให้แผงแสดงผลที่ประกอบด้วย LED 8 ดวง ติดเรียงกันจากซ้ายไปขวา เป็น 1 2 3 4 5 6 7 8 จะมีลำดับขั้นตอนดังโฟล์วชาร์ท (Flowchart) ในรูปที่ ๕.๔ คือป้อนรูปภาพที่ต้องการใช้ติดสว่างในลักษณะของลอจิกเข้าไปทางด้านอาโนดและต้องการจะให้รูปภาพนั้นติดสว่างที่ LED หลักใดที่ป้อนลอจิก ๑ เข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่ที่ขาคาโทดของหลักนั้น โดยวิธีการนี้เมื่อกระทำซ้ำ ๆ กันเร็วขึ้นถึงจุด ๆ หนึ่งซึ่งสายตาไม่สามารถแยกการติดดับของแต่ละดวงได้แล้วก็จะเห็นภาพของตัวเลขติดเรียงพร้อมกันทุกหลักบนแผงแสดงผล

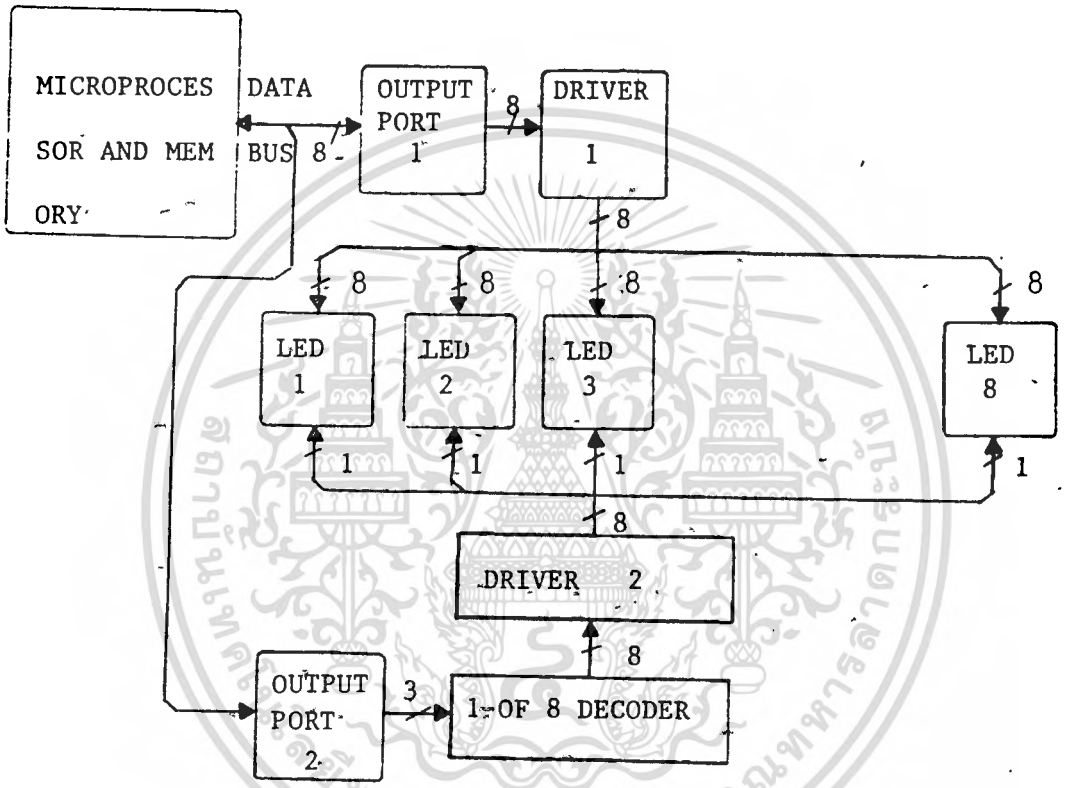
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๔.๔ โฟล์วชาร์ทการสแกนแผงแสดงผลเป็นรูปตัวเลข" 12345678 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) ที่ได้กล่าวมาแล้ว และอาศัยไมโครโปรเซสเซอร์ส่งสัญญาณออกไปค้าง (Latch) ไว้ที่พอทสัญญาณออก จะได้วงจรแสดงผลดังรูปที่ ๕.๑๐



รูปที่ ๕.๑๐ แสดงการต่อแผงแสดงผลเข้ากับไมโครโปรเซสเซอร์

จากรูปที่ ๕.๑๐ ทางด้านพอทสัญญาณออกพอท ๒ จะใช้การถอดรหัสเข้าช่วยโดยผ่าน I.C.1 OF 8 DECODER ซึ่งจะประหยัดสายสัญญาณจากพอท ๒ ไป ๕ เส้น ตารางการถอดรหัสเป็นดังรูปที่ ๕.๑๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PORT 2 LINE NO.			1 OF 8 DECODER LINE NO.							
A0	A1	A2	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H
L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

รูปที่ ๔.๑๑ แสดงการถอดรหัสของ I.C.1 OF 8 DECODER

จากตารางในรูปที่ ๔.๑๑ จะเห็นได้ว่าค่าที่ไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องส่งออกไปยังพอท ๒ เพื่อให้ LED ติดครบแปดดวงจะมีค่าเรียงกันจากด้วงซ้ายสุดไปทางขวาคือ 00 ถึง 07 หมายความว่า ถ้าให้พอท ๒ เป็น 00 LED ดวงที่สองจากทางซ้ายจะติดสว่าง เรียงกันไปจนครบแปดดวง ค่าลอจิกของรูปตัวอักษรต่าง ๆ ที่จะให้แผงแสดงผลติดสว่างทั้งแปดค่าจะถูกเก็บไว้ในแรม (RAM) ส่วนหนึ่งซึ่งจะเรียกว่า Display Buffer ดังนั้นไม่ว่าจะต้องการให้แผงแสดงผลปรากฏเป็นรูปของอะไรก็ตามจะต้องนำค่าลอจิกของตัวอักษรนั้นไปใส่ไว้ยังตำหน่งของ Display Buffer ให้ถูกต้องตามลำดับ คือ LED ตัวที่หนึ่งจะอยู่ที่ Display Buffer ตัวที่สองอยู่ที่ Display Buffer + 1 ดังรูปที่ ๔.๑๒

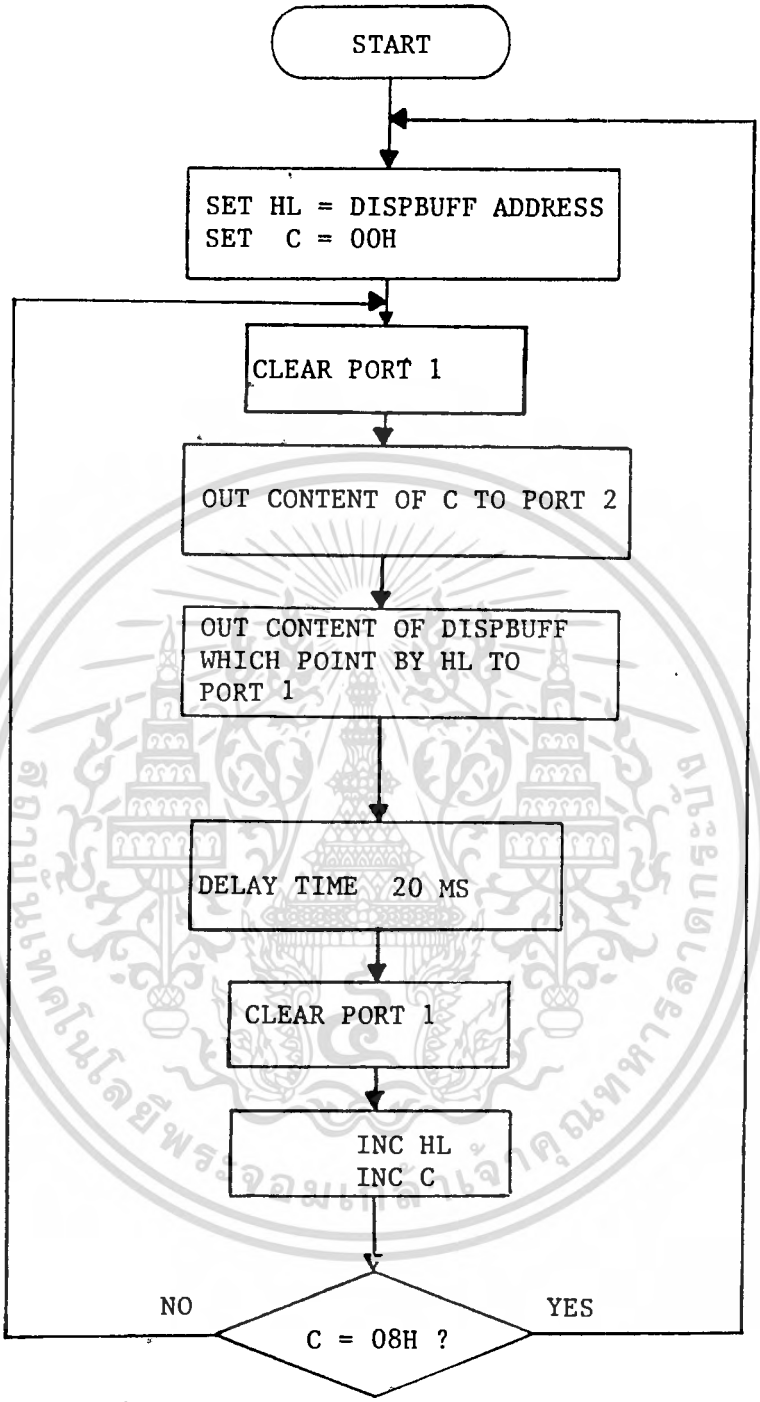
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RAM ADDRESS	CONTENT OF RAM
DISPLAY BUFFER + 0	PATTERN OF LED NO. 1
DISPLAY BUFFER + 1	PATTERN OF LED NO. 2
DISPLAR BUFFER + 2	PATTERN OF LED NO. 3
DISPLAY BUFFER + 3	PATTERN OF LED NO. 4
DISPLAY BUFFER + 4	PATTERN OF LED NO. 5
DISPLAY BUFFER + 5	PATTERN OF LED NO. 6
DISPLAY BUFFER + 6	PATTERN OF LED NO. 7
DISPLAY BUFFER + 7	PATTERN OF LED NO. 8

รูปที่ ๕.๑๒ แสดงการกำหนดค่าลอจิกของรูปตัวอักษรในแรมที่ใช้เป็น Display Buffer

การทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์เฉพาะส่วนแสดงผลจะมีโฟล์วชาร์ทดังรูปที่ ๕.๑๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

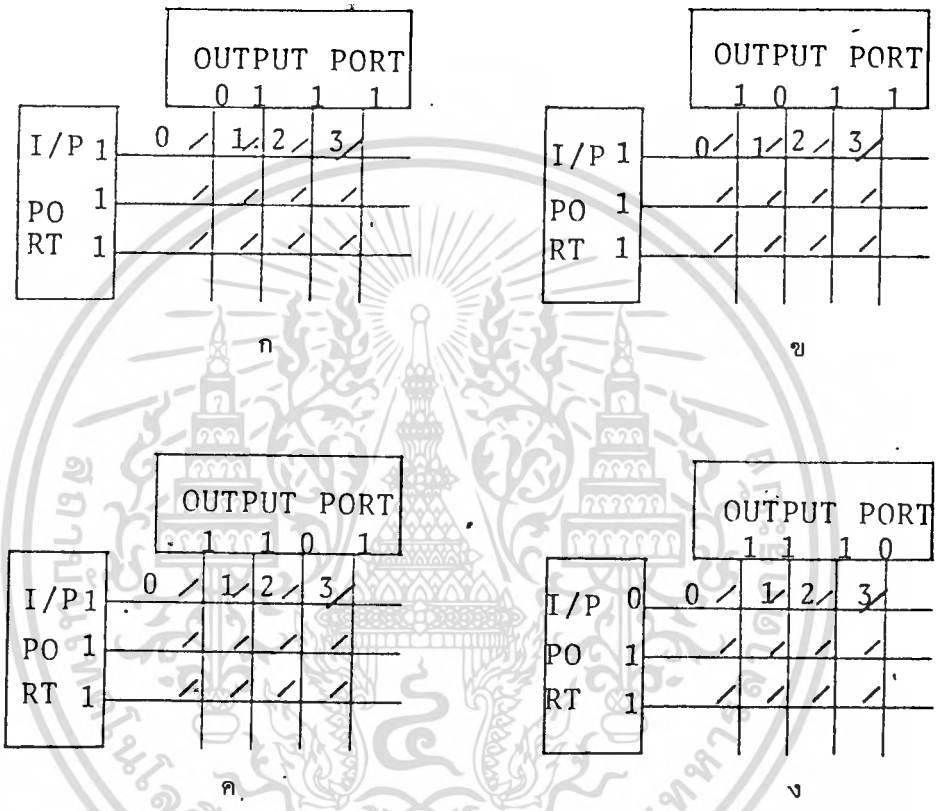


รูปที่ ๕.๑๓ แสดงโฟล์วชาร์ทที่ไมโครโปรเซสเซอร์ใช้ส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 ส่วนคีย์บอร์ด (Keyboard unit)

ส่วนคีย์บอร์ดจะใช้เป็นตัวป้อนข้อมูลต่าง ๆ เข้าไปยังไมโครโปรเซสเซอร์โดยอาศัยหลักการสแกน (Scan) เช่นเดียวกับส่วนแสดงผล ดังรูปที่ ๕.๑๔ เป็นการตรวจสอบการกดคีย์บอร์ด



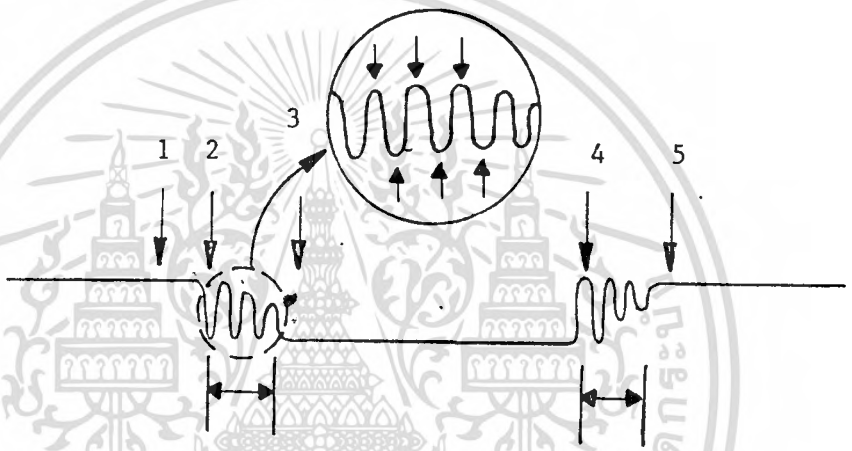
รูปที่ ๕.๑๔ แสดงหลักการสแกนคีย์บอร์ด ๔ คีย์

พอทสัญญาณออกในรูปที่ ๕.๑๔ จะใช้ร่วมกับส่วนแสดงผลคือ I.C. 1 OF 8 DECODER เพื่อสะดวกต่อการทำความเข้าใจจะสมมติว่าทำการกดคีย์บอร์ดหมายเลข ๓ อยู่ ไมโครโปรเซสเซอร์จะเริ่มทำสแกนโดยส่งลอจิก 0 ผ่านมาค้างไว้ที่พอทสัญญาณออกของเส้นสแกนตามแนวตั้งเส้นแรก (รูปที่ ๕.๑๔ ก) แล้วเอาสัญญาณจากเส้นสแกนตามแนวนอนเข้าไปตรวจสอบซึ่งในกรณีนี้จะได้ลอจิก 1 เพราะว่าคีย์บอร์ดหมายเลข 0 ไม่ถูกกด ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการสแกนตามแนวตั้งเส้นต่อไป จนกระทั่งมาถึงเส้นที่สี่ ซึ่งเป็นเส้นที่คีย์บอร์ดถูกกดอยู่ จะทำให้กระแสในเส้นสแกนตามแนวนอนไหลผ่านตัวคีย์บอร์ดผ่านลงกราวด์ในเส้นสแกนตามแนวตั้ง ฉะนั้นเมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำการเอาข้อมูลเข้ามาตรวจสอบจะพบว่าเป็นลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0 นั่นคือมีการกดคีย์บอร์ดเกิดขึ้น

แต่โดยทั่วไป เมื่อมีการกดคีย์บอร์ดจะมีการเกิด เบาน์ (Bounce) ขึ้นดังรูปที่ ๕.๑๕ การแก้เบาน์ทำได้หลายวิธีแต่ในที่นี้จะใช้การหน่วงเวลาเข้าช่วย คือ หลังจากเอาสัญญาณเข้าและตรวจสอบพบว่าเป็นลอจิก 0 แล้วจะหน่วงเวลาไว้ประมาณ ๒๐ มิลลิวินาที(millisecond) หลังจากนี้จึงทำการตรวจสอบซ้ำ ถ้าสัญญาณที่เอา เข้ามายังคงเป็นลอจิก 0 ตามเดิมแสดงว่ามีการกดคีย์บอร์ดจริง แต่เป็นลอจิก 1 จะไม่สนใจ ทำการสแกนเส้นสแกนตามแนวตั้งต่อไปจนครบแปดเส้น



1. LOGIC 1 MICROPROCESSOR DETECT KEYBOARD IN NORMAL POSITION.

2. LOGIC 0 MICROPROCESSOR DETECT KEYBOARD TO BE PRESSED AND CALL DELAY TIME FOR DEBOUNCING KEYBOARD.

3. MICROPROCESSOR CHECK KEYBOARD AGAIN,IF
LOGIC 0 MEAN KEYBOARD TO BE PRESSED,FIND LOGIC 1.
LOGIC 1 MEAN TRANSIENT,GOTO CHECK ANOTHER KEYBOARD.

4. LOGIC 1 MICROPRPCESSOR DETECT KEYBOARD TO BE RELEASED AND CALL DELAY TIME FOR DEBOUNCING KEYBOARD.

5. MICROPROCESSOR CHECK KEYBOARD AGAIN,IF
LOGIC 0 MEAN TRANSIENT,GOTO STEP 3.
LOGIC 1 MEAN KEYBOARD TO BE RELEASED,SERVICE KEYBOARD.

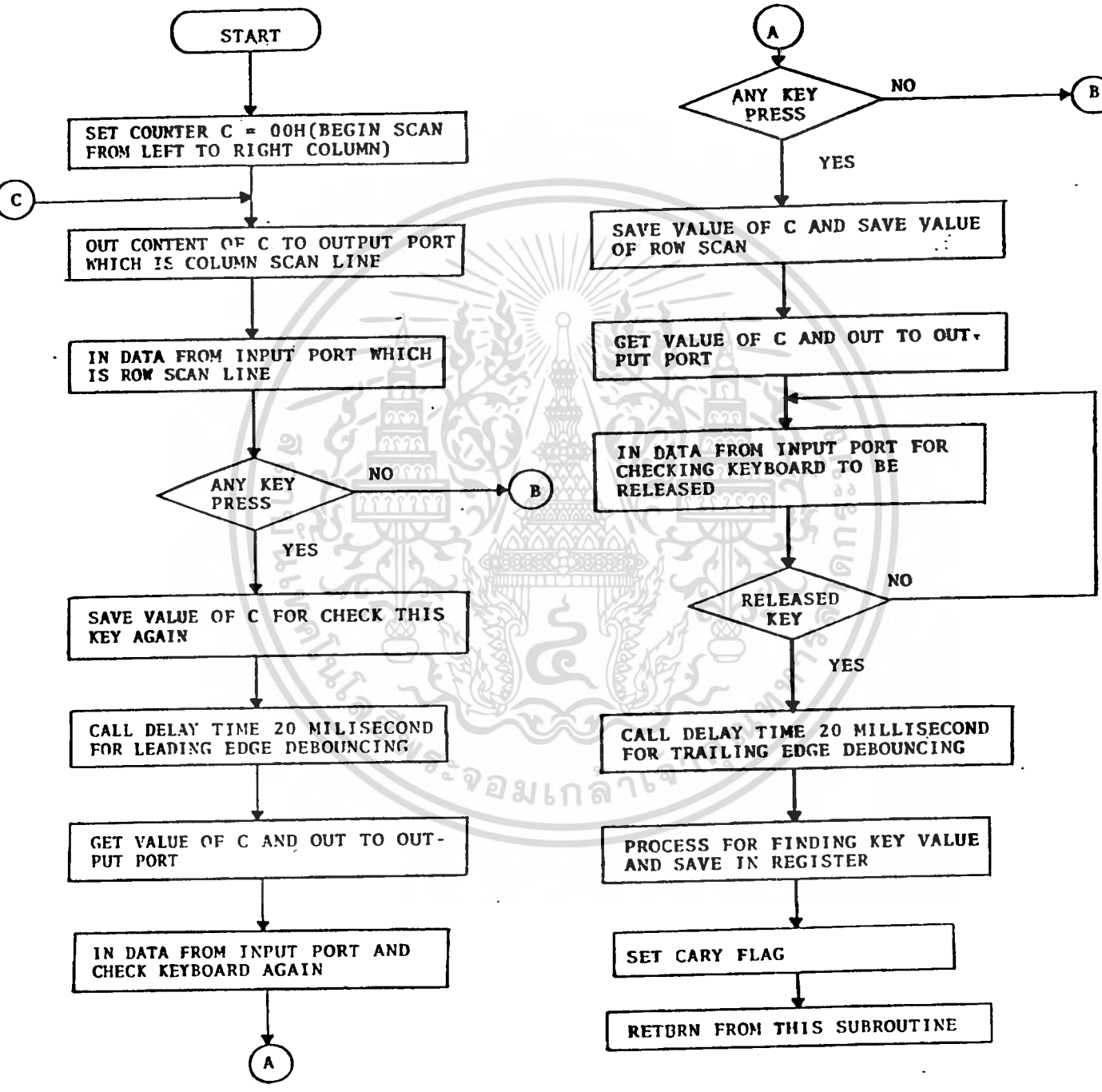
รูปที่ ๕.๑๕ การเบาน์ของคีย์บอร์ดและการหน่วงเวลาแก้การเบาน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ๕ ๑๕ ในวงกลมเป็นการแสดงให้เห็นว่าถ้าไม่ทำการแก้การเบาน์ของคีย์บอร์ด ไมโครโปรเซสเซอร์จะตรวจสอบพบว่าคีย์บอร์ดถูกกดซ้ำ ๆ กันหลายครั้งทั้ง ๆ ที่ทำการกดเพียงครั้งเดียวเท่านั้น เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วข้อมูลที่เอาเข้าไปจะผิดพลาดหมด

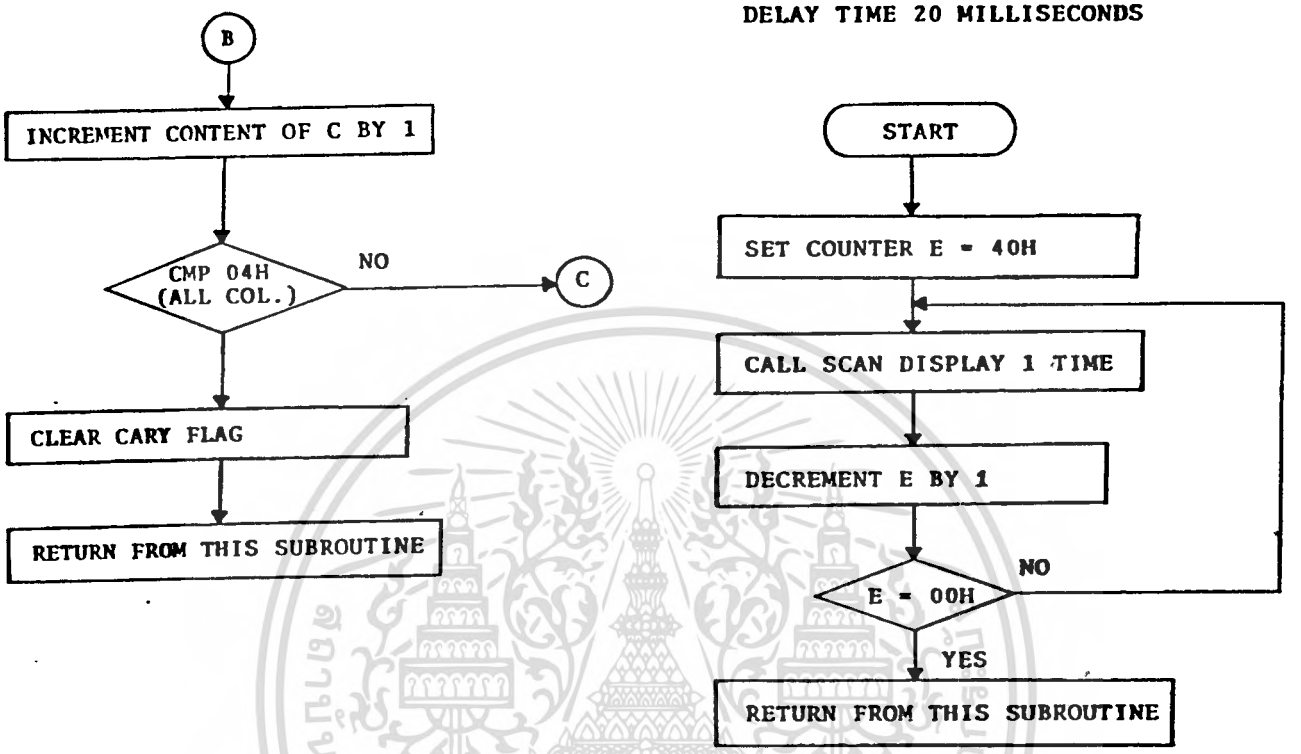
โปล้วชาร์ทของการสแกนคีย์บอร์ดเป็นดังรูปที่ ๕.๑๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๕.๑๖ ก) โฟล์วชาร์ทแสดงการสแกนคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

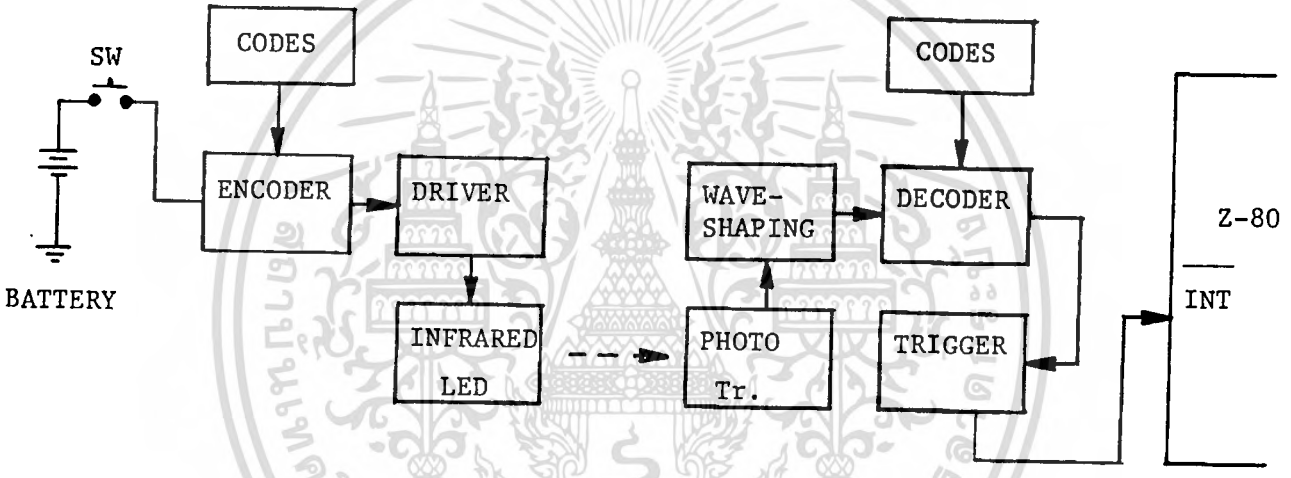


รูปที่ ๕.๑๖ ก) โฟล์วชาร์ทแสดงการสแกนคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ส่วนขอเข้าระบบ (Enter unit)

ส่วนขอเข้าระบบจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้ระบบขอเข้าไปในบริเวณติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณโดยไม่ทำให้ระบบส่งสัญญาณเตือนภัยขึ้น เปรียบเทียบกับใช้กุญแจไขเข้าไปในห้อง แต่เนื่องจากอุปกรณ์ส่วนนี้มีความสำคัญต่อระบบมาก เพราะถ้าผู้บุกรุกหรือขโมยสามารถใช้ส่วนนี้ได้ระบบจะสูญเสียประสิทธิภาพไปทันที ดังนั้นในส่วนนี้จึงไม่เลือกใช้กุญแจ เพราะง่ายต่อการแก้ไขแต่จะใช้ลักษณะของรหัสแทน โครงสร้างของส่วนนี้เป็นดังรูปที่ ๔.๑๗



รูปที่ ๔.๑๗ แสดงโครงสร้างของส่วนขอเข้าระบบ

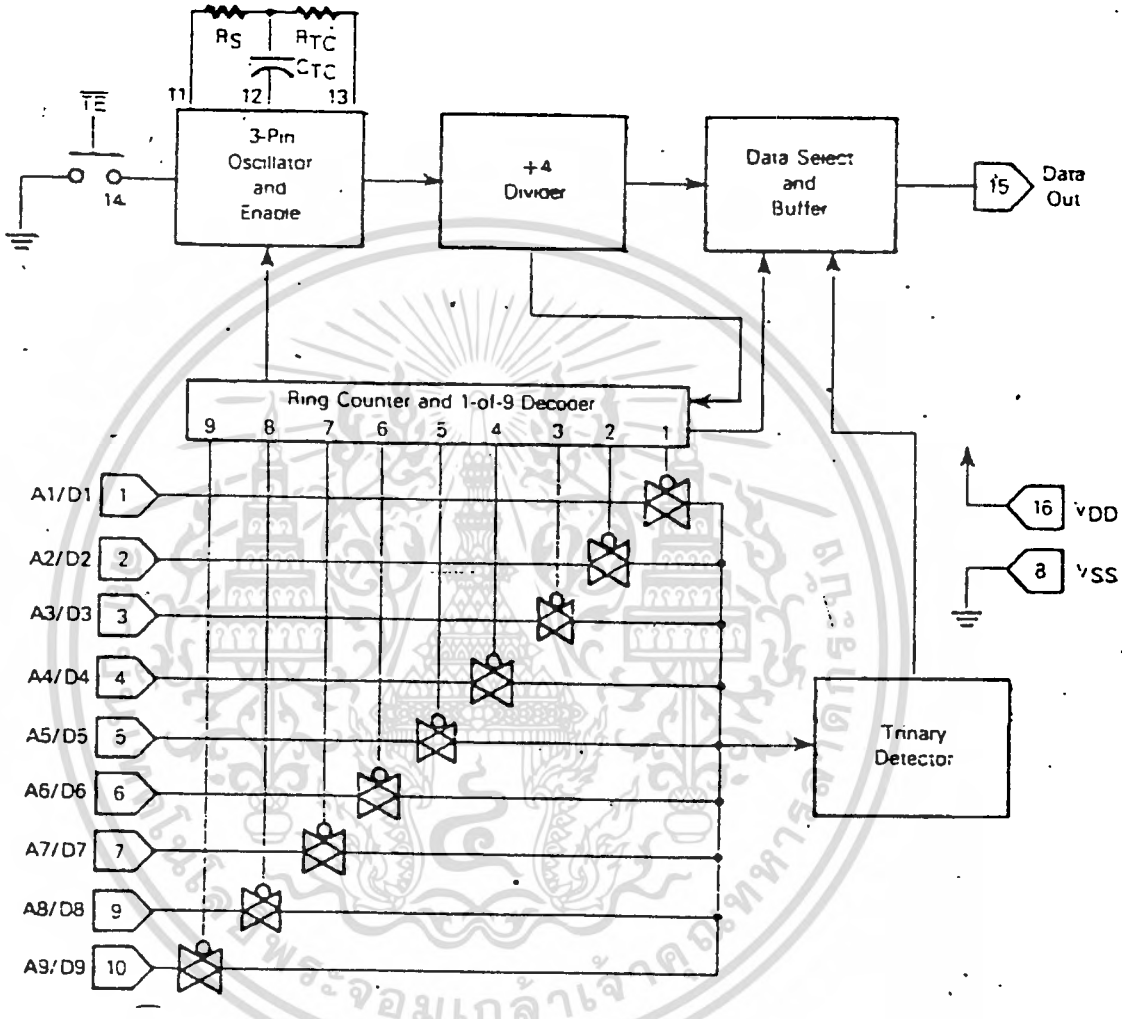
ส่วนขอเข้าระบบจะถูกแบ่งออกเป็น ๒ ส่วนคือ ส่วนลูกกุญแจ (Key) และส่วนแม่กุญแจ (Pad lock) ทั้งสองส่วนนี้จะมีรหัสอยู่ชุดหนึ่งซึ่งผู้ใช้จะต้องตั้งให้ตรงกัน เมื่อผู้ใช้ต้องการขอเข้าระบบจะกดสวิทตัวลูกกุญแจ ตัวลูกกุญแจส่งรหัสสัญญาณผ่าน L.E.D. อินฟราเรด (Infrared) ของตัวส่งไปยังตัวรับของแม่กุญแจซึ่งเป็นอินฟราเรดเช่นกัน ตัวแม่กุญแจจะนำเอาสัญญาณรหัสที่ได้มาเปรียบเทียบกับรหัสของตัวมัน ถ้ารหัสถูกต้องก็จะส่งสัญญาณไปขออินเทอรัพท์ (Interupt) ไมโครโปรเซสเซอร์

เพื่อง่ายต่อความเข้าใจจะขอแยกกล่าวออกเป็น ๒ ส่วนดังนี้

5.5.1 ตัวลูกกุญแจ (Key)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

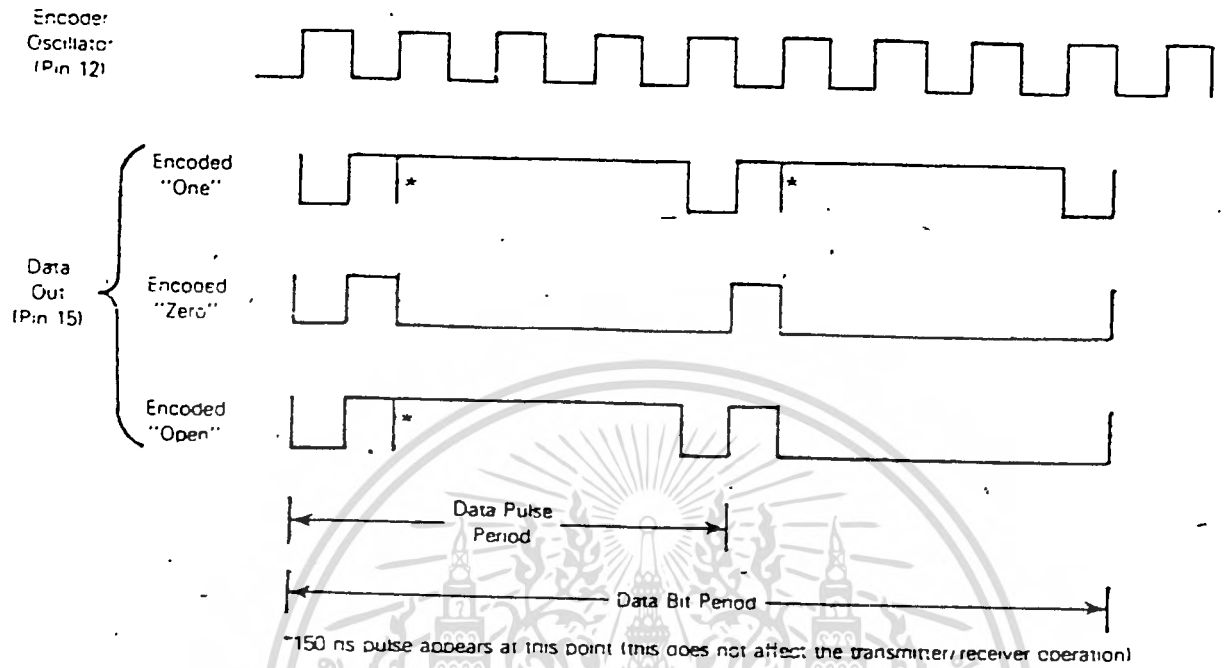
โดยอาศัยคุณสมบัติของ I.C. เบอร์ MC 145026 ซึ่งเป็นตัวควบคุมการเข้ารหัสเพื่อส่งออกในรูปของสัญญาณแบบอนุกรม มีโครงสร้างภายในดังรูปที่ ๔.๑๘



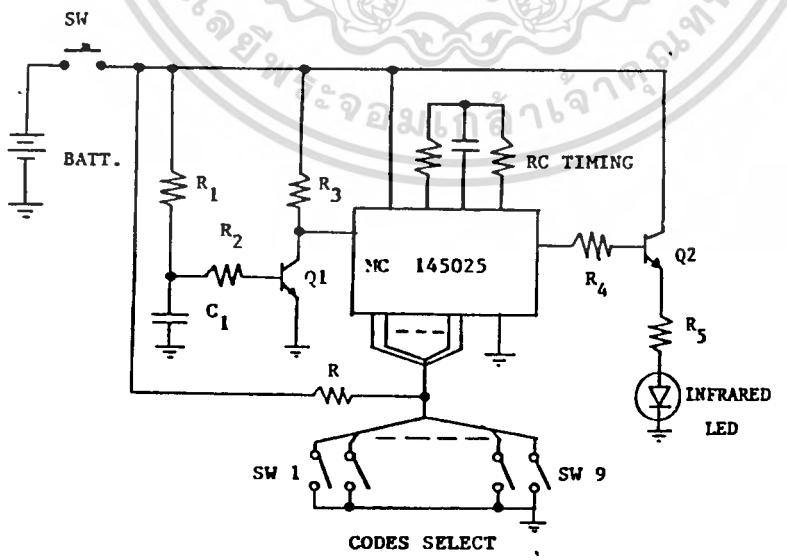
รูปที่ ๔.๑๘ โครงสร้างภายในของ MC 145026

ขา A1/D1-A9/D9 จะเป็นขาที่ใช้ตั้งรหัสที่จะส่งออกเป็นสัญญาณอนุกรมออกที่ขา Data out การตั้งรหัสทำได้ ๓ แบบคือป้อนลอจิก 1 ลอจิก 0 หรือปล่อยลอยไว้ (Trinary state) แต่ละสภาวะจะให้ลักษณะของรูปคลื่นที่จุดสัญญาณออก (ขา Data out) ต่างกันดังรูปที่ ๔.๑๙ แต่ในที่นี้จะใช้แค่สองสภาวะเท่านั้นคือ ลอจิก 1 หรือลอจิก 0 เพื่อสะดวกต่อการดัดแปลงทางด้านแม่กุญแจ อุปกรณ์ที่ต่อภายนอกอีกส่วนหนึ่งคือ R_S, R_{TC} และ T_{TC} จะใช้เป็นตัวกำหนดความถี่ของสัญญาณในส่วนออสซิลเลเตอร์ (Oscillator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

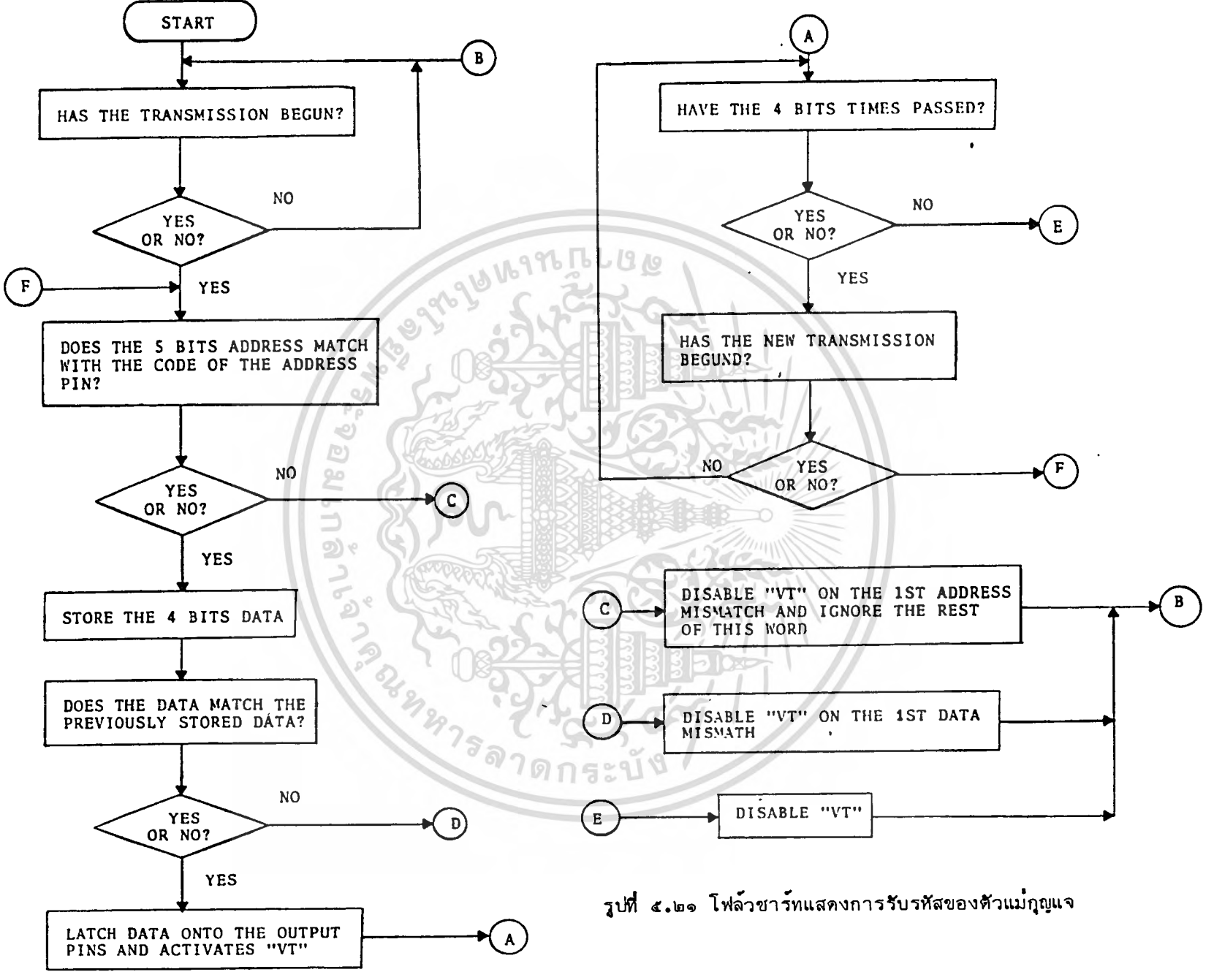


รูปที่ ๕.๑๙ แสดงลักษณะรูปเคลื่อนของสัญญาณที่ขา Data out ในกรณีที่เป็นรหัสของลอจิก 1,0 หรือ Trinary



รูปที่ ๕.๒๐ แสดงวงจรลูกกุญแจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๔.๒๑ โฟล์วชาร์ทแสดงการรับรหัสของตัวแม่กุญแจ

จากรูปที่ ๕.๒๐ เมื่อต้องการขอเข้าระบบผู้ขอจะกดสวิท S.W. ทำให้มีไฟเลี้ยงวงจรตัวเก็บประจุ C_1 จะเริ่มเก็บประจุอย่างช้า ๆ เพื่อรอให้ออสซิลเลเตอร์ของ MC 145026 มีเสถียรภาพดีเสียก่อน เมื่อเวลาผ่านไปชั่วขณะหนึ่งระดับศักดาคร่อม C_1 จะสูงพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำงาน เป็นผลให้กระตุ้นให้ขา $\overline{TE}$ มีสถานะทางลอจิกเป็น 0 I.C. MC 145026 จะเริ่มทำการส่งรหัสที่ได้การการตั้งรหัสของสวิท S.W. 1-9 ไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_2 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 บังคับให้ LED ที่เป็นแบบอินฟาเรดติดหรือดับตามสัญญาณของรหัสที่ส่งออกมา ลักษณะการส่งรหัสทั้งหมดจะส่งซ้ำกันสองครั้งดังแสดงไว้ในรูปที่ ๕.๒๑ จากที่ได้อธิบายมาแล้วจะพบว่าตัวลูกกุญแจแบบนี้มีข้อดีคือ

ก. สามารถเปลี่ยนแปลงรหัสได้ถึง 2^9 หรือเท่ากับ 512 เลข ทำให้ยากต่อการเดารหัสได้ถูกต้องถึงแม้ว่ามีลูกกุญแจเหมือนกัน

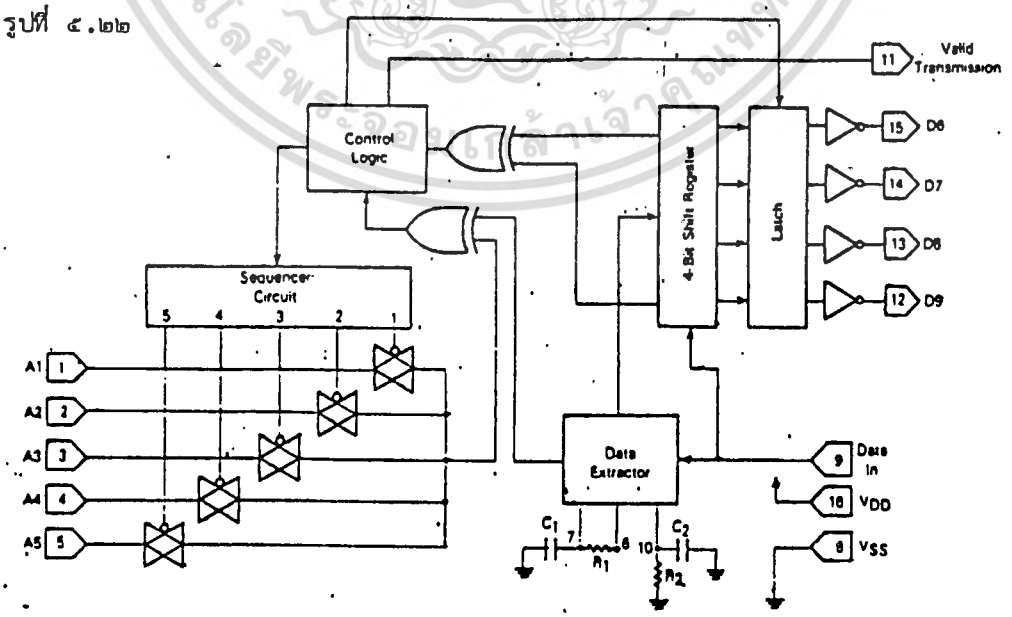
ข. ใช้การรับส่งสัญญาณแบบอินฟราเรด

ค. การส่งรหัสต้องเหมือนกันสองครั้งจึงจะสามารถเข้าสู่ระบบได้

ง. มีขนาดเล็กและยากต่อการปลอมแปลง ผิดกับกุญแจแบบทางกลธรรมดาผู้เข้าโจรกรรมใช้อุปกรณ์ เช่น ลวดหรือลูกกุญแจปลอมก็สามารถไขเข้าสู่ระบบได้

5.5.2 ตัวแม่กุญแจ (Pad lock)

ตัวแม่กุญแจ I.C. MC 145027 ซึ่งเป็นตัวถอดรหัสของ I.C. MC 145026 มีโครงสร้างภายในดังรูปที่ ๕.๒๒



รูปที่ ๕.๒๒ แสดงโครงสร้างภายในของ I.C. 145027

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยคำนวณหาค่าความถี่ได้ดังนี้

$$f \cong 1/(2.3R_{TC}C'_{TC})$$

โดยที่ $1kHz \leq f \leq 400kHz$

$$C'_{TC} = D_{TC} + C_{layout} + 12pF$$

$$Rs \approx 2R_{TC}$$

$$Rs \geq 20k$$

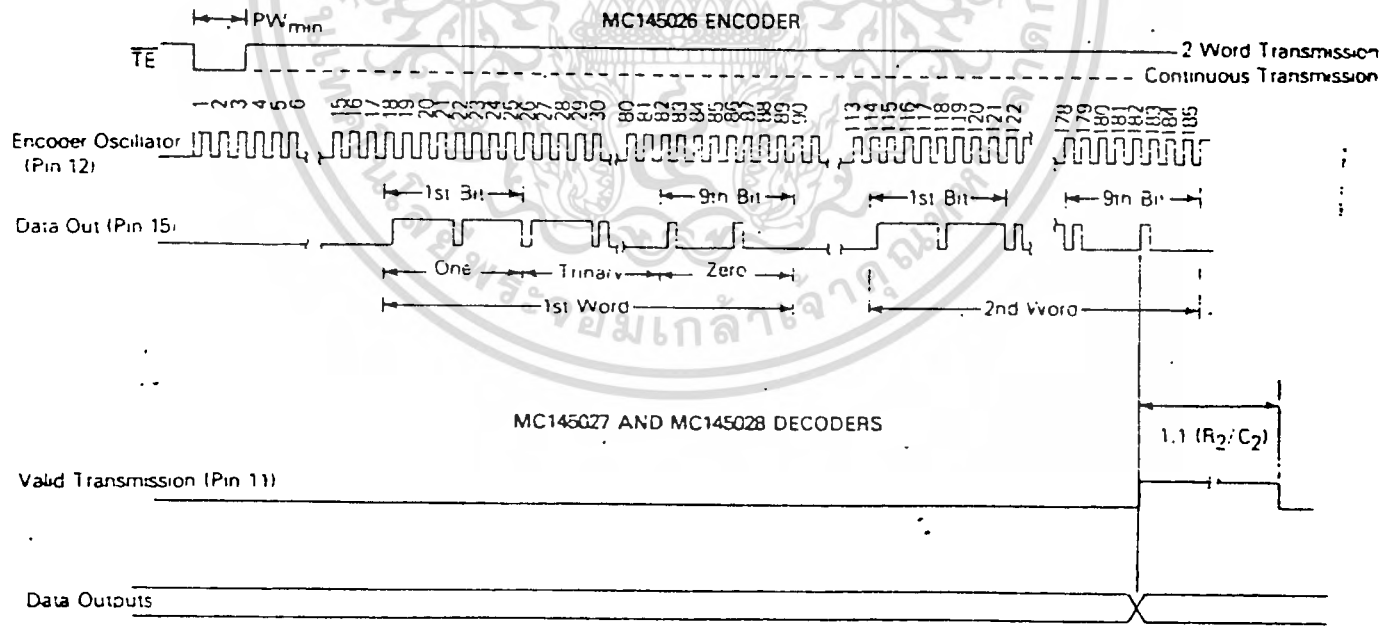
$$R_{TC} \geq 10k$$

$$400pF < C_{TC} < 15\mu F$$

และ $Rs \times 5pF \leq R_{TC} \times C_{TC}$

$$C_{layout} \approx 10 - 50\ pF$$

ความถี่ของออสซิลเลเตอร์สามารถจะใช้สูงหรือต่ำกว่านี้ได้มาก แต่สมการที่แสดงไว้จะไม่ได้ค่าที่ถูกต้องนัก



รูปที่ ๔.๒๑ Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา A1-A5 จะเป็นขาแอดเดรสสำหรับตั้งรหัสเช่นเดียวกับขา A1/D1-A5/D5 และจะต้องตั้งรหัสไว้ให้มีค่าเท่ากัน ขา D6-D9 จะเป็นขาที่ให้ลอจิกออกมามีค่าเท่ากับ A6/D6-A9/D9 ในกรณีที่ตั้งรหัส A1-A5 มีค่าเท่ากับ A1/D1-A5/D5 ค่า R_1C_1 เป็นตัวกำหนดความแตกต่างของรหัสที่รับเข้ามาว่ากว้างหรือแคบหมายความว่าความกว้างของสัญญาณที่รับเข้ามาจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าเวลาคงที่ (Time constant) ของผลคูณของ R_1 กับ C_1 I.C.MC 145027 จะสามารถทราบถึงรหัสที่ส่งเข้ามาว่าเป็นสถานะของลอจิก 1 หรือ 0 ค่า R_1C_1 หาได้จาก

$$R_1 \times C_1 = 1.72 \text{ transmit clock periods}$$
$$= 3.95\ R_{TC}C_{TC}$$

ส่วนค่าเวลาคงที่ที่ได้จาก R_2/C_2 I.C.MC 145027 จะใช้เปรียบเทียบกับสัญญาณที่รับเข้ามาเพื่อหาการจบสิ้นของรหัสที่ส่งมาแต่ละชุดและการจบสิ้นการส่งรหัสทั้งสองชุด ค่า R_1/C_2 หาได้จาก

$$R_2 \times C_2 = 33.5 \text{ transmit clock periods}$$
$$= 77\ R_{TC}C_{TC}$$

อีกขาหนึ่งคือขา V_T (Valid transmission) จะใช้เป็นตัวระบุสภาวะของสัญญาณที่รับได้ สถานะของลอจิก V_T จะเป็น 1 เมื่อ

ก. แอดเดรสที่รับได้มีค่าเท่ากับแอดเดรสที่ตั้งไว้ นั่นคือ A1/D1-A5/D5 = A1-A5 และ

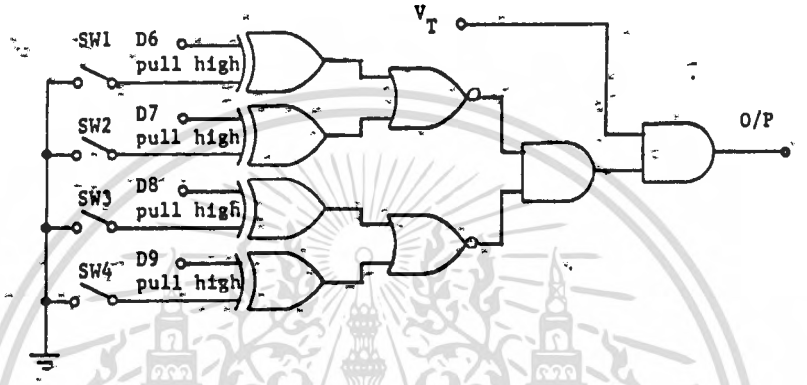
ข. ข้อมูลที่รับได้ครั้งที่ ๒ ของการส่งรหัสทั้งหมดสองครั้งจะต้องมีค่าเท่ากับข้อมูลที่รับได้ในครั้งแรก

ลอจิกของ V_T จะเป็นเปลี่ยนกลับมาเป็นลอจิก 0 เมื่อข้อกำหนดในข้อ ก. และข้อ ข. ข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริงหรือไม่มีสัญญาณรหัสป้อนเข้ามาที่ขา Data in ภายในเวลา 4 บิทของข้อมูล แผนผังเวลาแสดงไว้ในรูปที่ ๕.๒๑ แล้วและโฟล์วชาร์ทการทำงานของ I.C.MC 145027 แสดงไว้ในรูปที่ ๕.๒๓

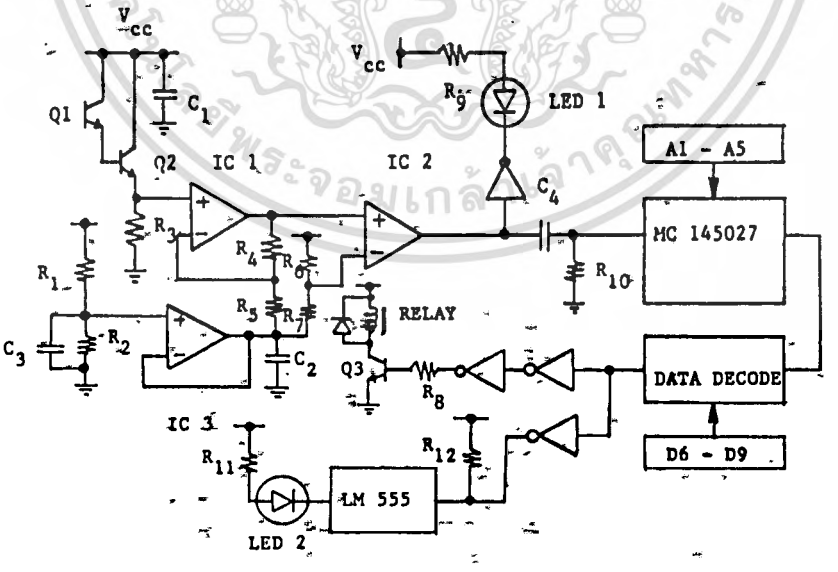
แต่ I.C.MC 145027 จะส่งรหัสของ A6/D6-A9/D9 ออกมาที่ขา D6-D9 เท่านั้น ดังนั้นจึงต้องดัดแปลงที่ได้จากจุดนี้เล็กน้อยเพื่อสามารถตั้งรหัสได้ทั้ง 9 หลักเช่นเดียวกับตัวลูกกุญแจ วงจรที่ใส่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าไปเป็นดังรูปที่ ๕.๒๔ โดยใช้ เอกซ์คลูซีฟออร์-เกท (Exclusive-or gate) มาเป็นตัวเปรียบเทียบรหัสที่ได้จาก I.C.MC 145027 กับที่ตั้งไว้ ถ้ามีค่าเท่ากันจะให้ลอจิกที่จุดสัญญาณออกเป็นลอจิก 0 ยังผลให้ลอจิกที่สุดสัญญาณออกของแอนเกทเป็นลอจิก 1 ทันที

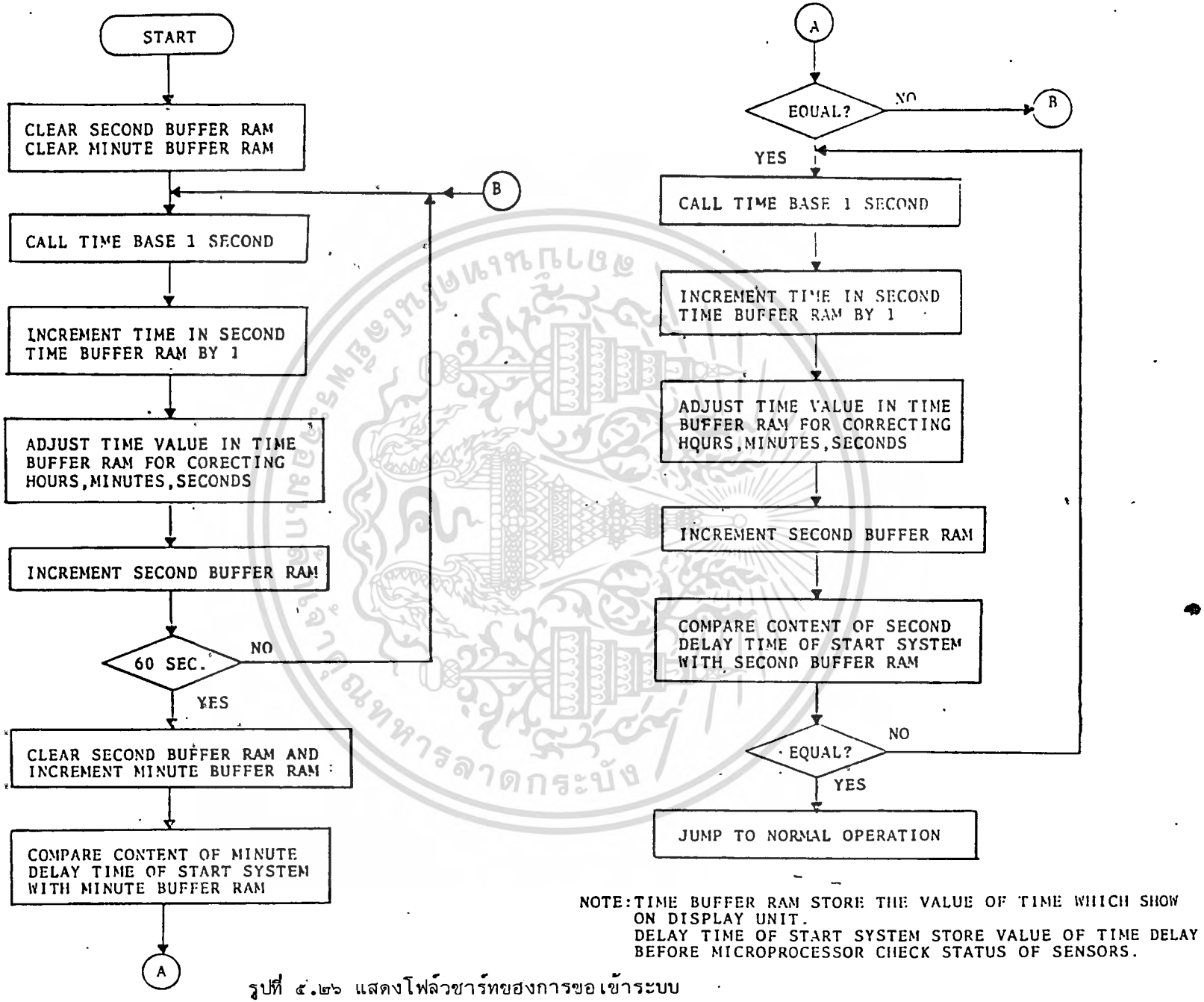


รูปที่ ๕.๒๔ แสดงการเปรียบเทียบรหัสอีก ๔ ตัว ที่เพิ่มเติมเข้าไป



รูปที่ ๕.๒๕ แสดงวงจรแม่กุญแจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NOTE: TIME BUFFER RAM STORE THE VALUE OF TIME WHICH SHOW ON DISPLAY UNIT.
DELAY TIME OF START SYSTEM STORE VALUE OF TIME DELAY BEFORE MICROPROCESSOR CHECK STATUS OF SENSORS.

รูปที่ ๕.๒๖ แสดงโฟล์วชาร์ทขณะการขอเข้าระบบ

วงจรที่ใช้งานเป็นดังรูปที่ ๕.๒๕ สัญญาณรหัสที่ส่งมาในรูปของแสงอินฟราเรดจะถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยตัวรับแสงอินฟราเรด Q_1 และทรานซิสเตอร์ Q_2 สัญญาณที่ได้จะถูกขยายให้แรงขึ้นโดย I.C.1 ซึ่งเป็นวงจรขยายสัญญาณ จากนั้นถูกป้อนผ่านวงจรเปรียบเทียบระดับศักดา I.C.2 เพื่อทำให้สัญญาณมีรูปร่างเป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยม สัญญาณส่วนหนึ่งจะถูกนำไปมอนิเตอร์ โดย LED 1 และทรานซิสเตอร์ Q_3 เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่าตัวแม่กุญแจรับรหัสที่ส่งมาแล้ว สัญญาณอีกส่วนหนึ่งจะถูกป้อนไปยัง I.C.MC 145027 เพื่อทำการถอดรหัสถ้ารหัสถูกต้อง ลอจิกที่ได้จากส่วนเปรียบเทียบข้อมูลจะทำให้รีเลย์เปลี่ยนสภาวะมาเป็นปิดหน้าสัมผัส และขณะเดียวกันก็จะไปกระตุ้นให้ I.C.4 ซึ่งเป็นวงจรโมโนสเตเบิลทำงาน ยังผล LED 2 ติดสว่างเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าส่วนควบคุมยอมให้เข้าไปในระบบแล้ว

เมื่อส่วนควบคุมถูกขออินเทอรัพท์จะทำการหยุดตรวจสอบตัวตรวจจับสัญญาณ และทำการลดเวลาที่ผู้ใช้ปรับตั้ง การหน่วงเวลาเพื่อออกจากระบบหลังจากเปิดเครื่องลงทีละ ๑ วินาที ในขณะนี้ผู้ขอเข้าระบบจะต้องใช้กุญแจปิดสวิท เพื่อเป็นการหยุดระบบอย่างถาวร ถ้าส่วนควบคุมเวลาลงจนหมดการหน่วงเวลาแล้วยังไม่มีการหยุดระบบ ส่วนควบคุมจะกลับเข้าสู่สภาวะปกติทำการตรวจตัวตรวจจับสัญญาณต่อไปทันที นั่นหมายความว่า ส่วนควบคุมจะถือว่าผู้ขอเข้าระบบเป็นผู้บุกรุกเข้าระบบป้องกันภัย เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณตรวจพบจะส่งสัญญาณแจ้งเหตุดังขึ้น โครงสร้างของโปรแกรมเป็นโฟล์วชาร์ทในรูปที่ ๕.๒๖

5.2 ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์

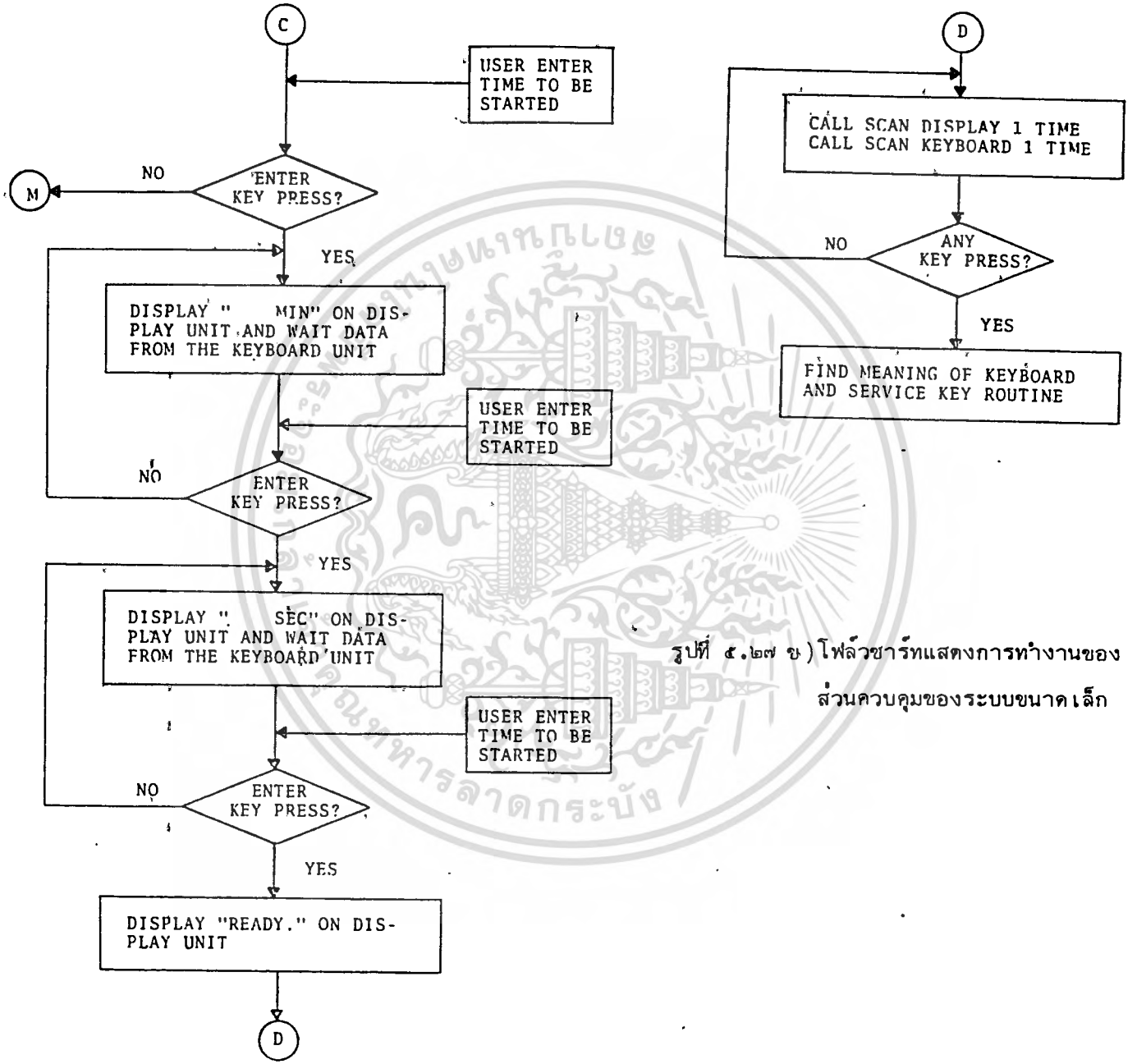
ระบบควบคุมขนาดเล็กใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 เข้ามาทำการควบคุมระบบทั้งหมด ลักษณะการทำงานอย่างคร่าว ๆ เป็นดังโฟล์วชาร์ทที่แสดงไว้ในรูปที่ ๕.๒๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

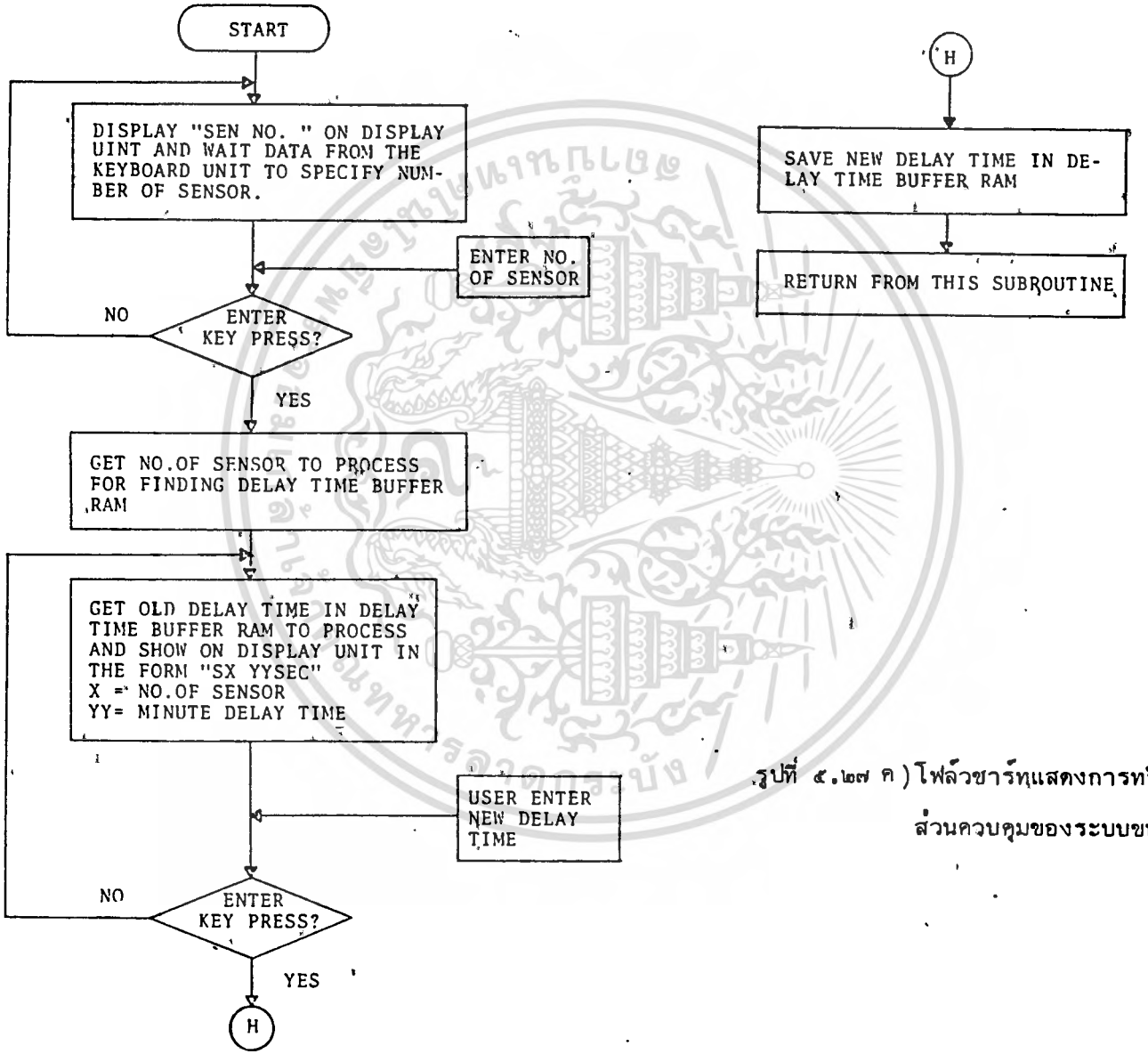
รูปที่ ๕.๒๗ ก) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของ

ส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

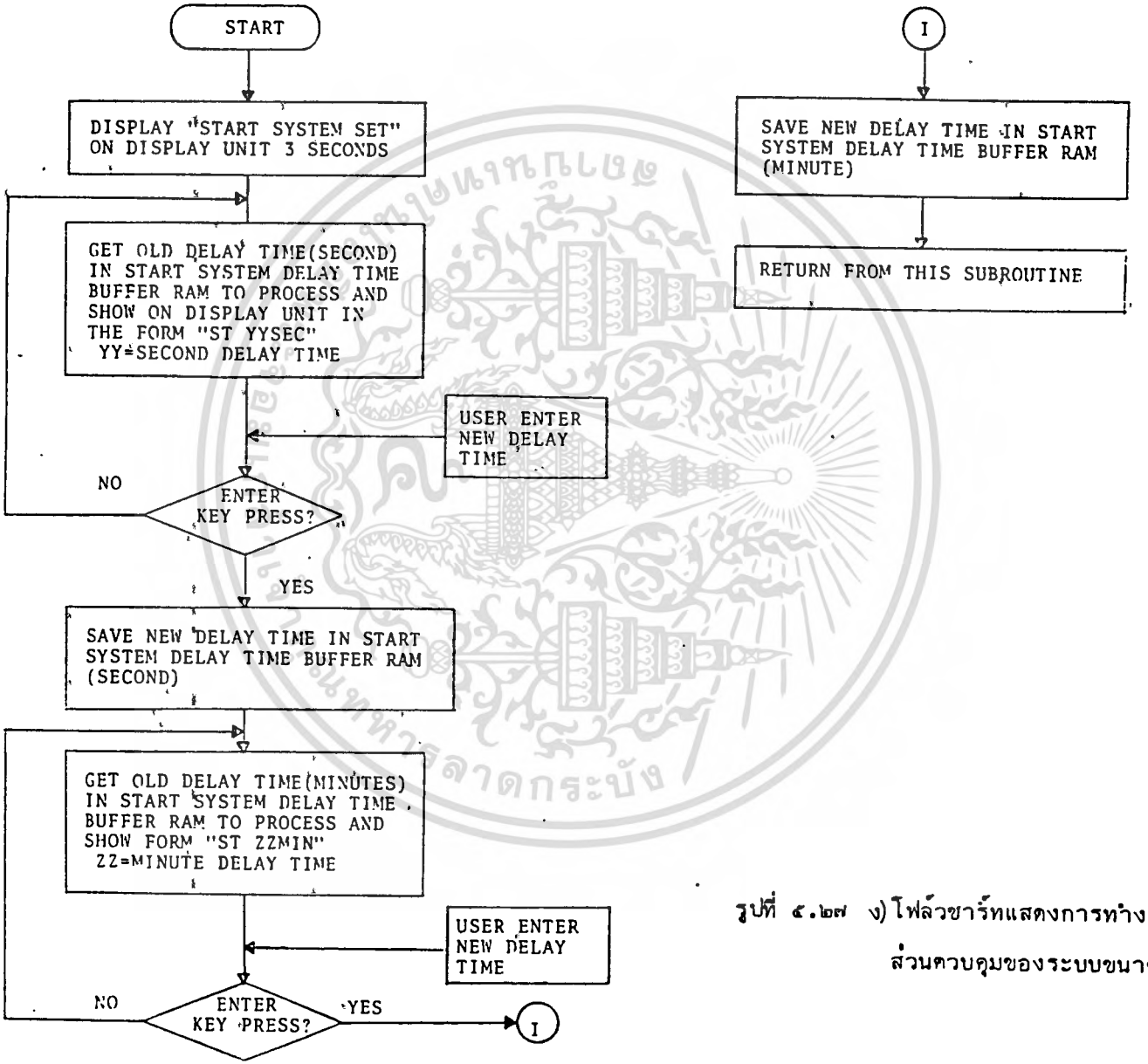
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๕.๒๗ ข) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

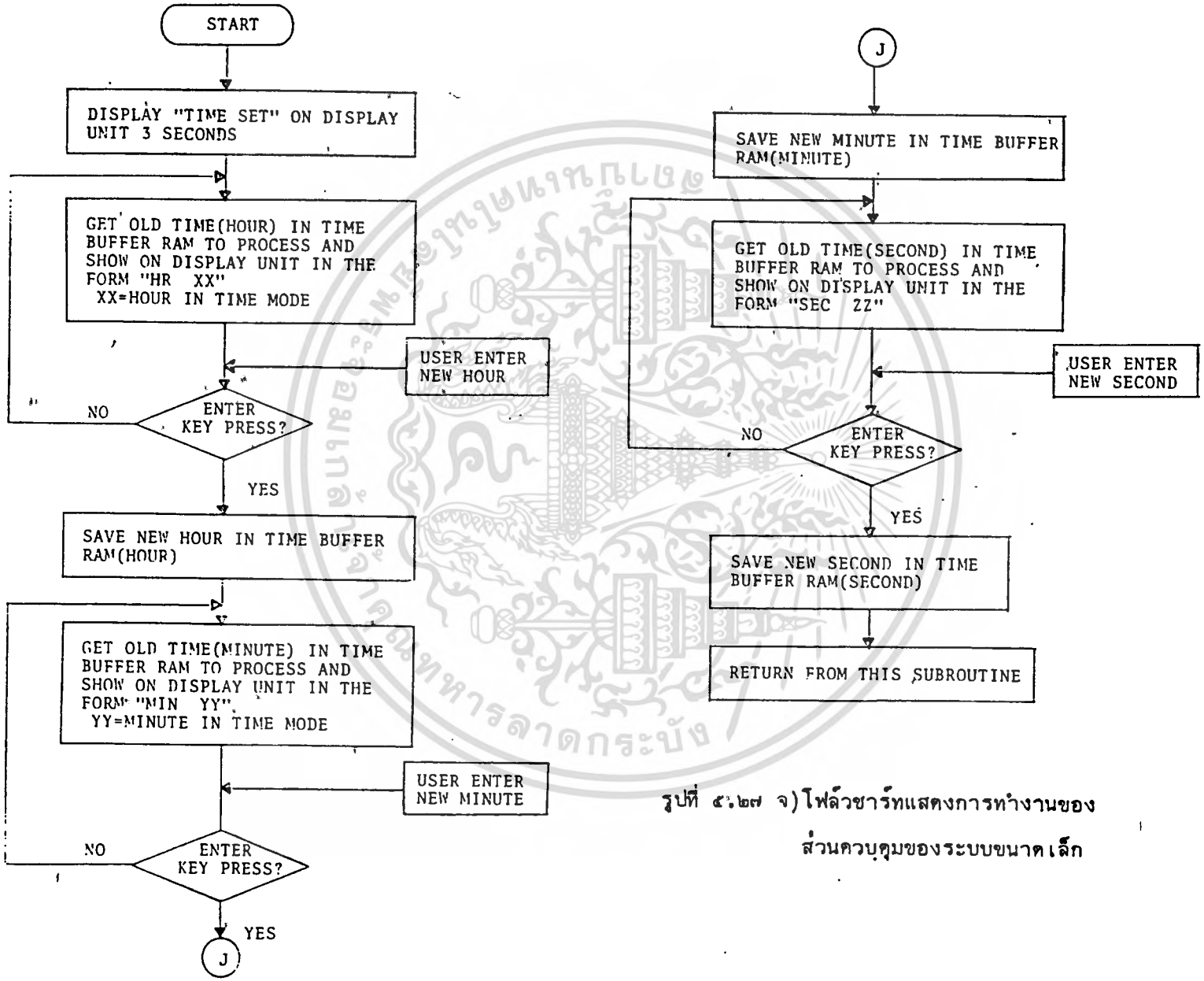


รูปที่ ๕.๒๗ ค) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

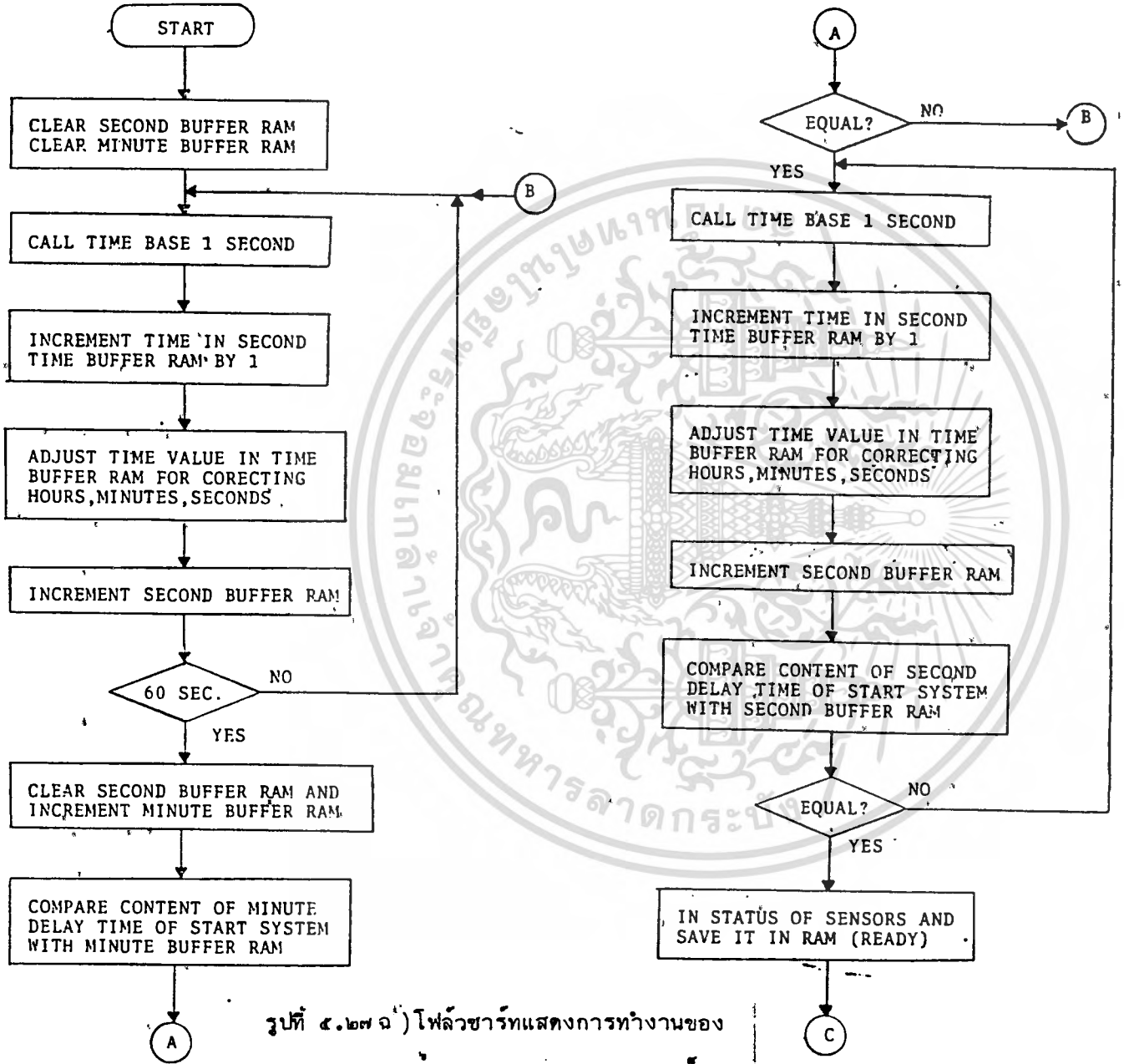


รูปที่ ๕.๒๗ ง) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของ
ส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

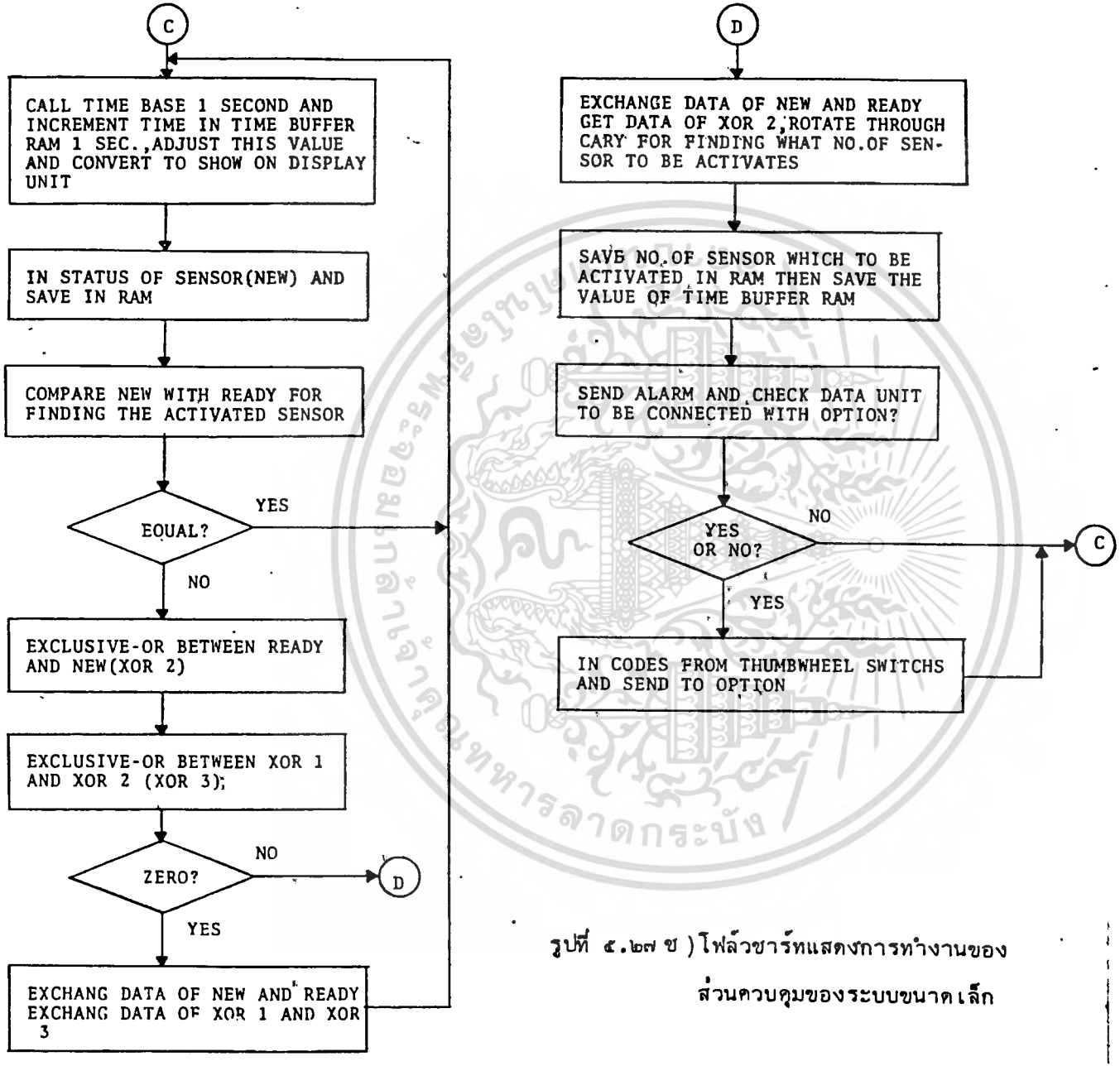
SERVICE ROUTINE OF "TIME SET" KEY



รูปที่ ๕.๒๗ จ)โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของ
ส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

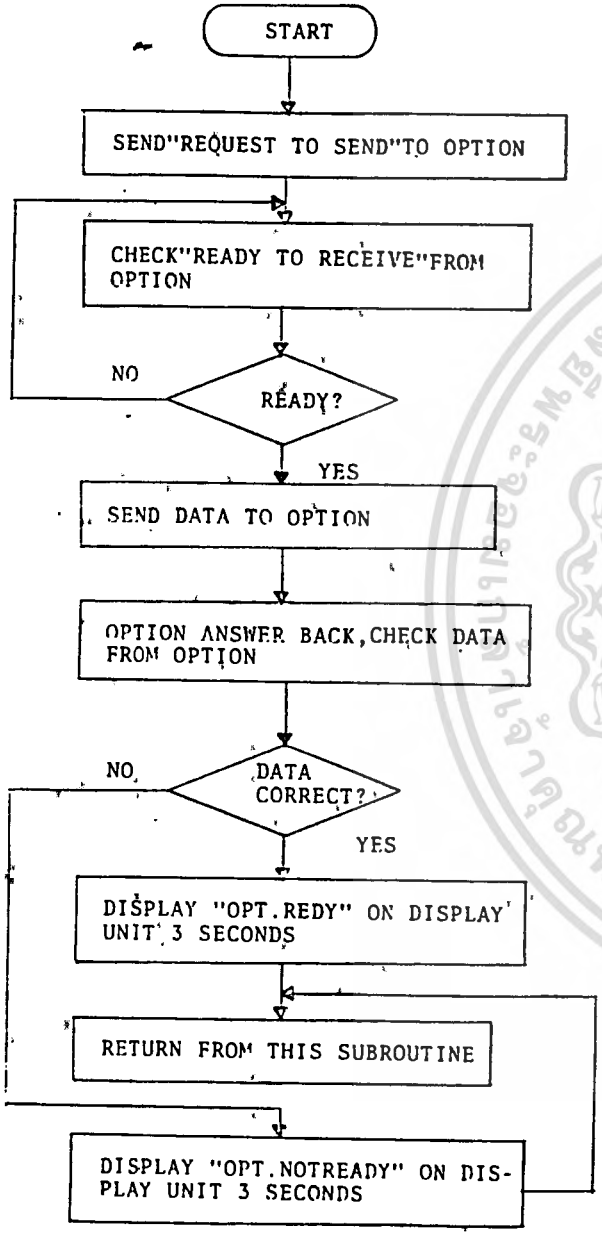


รูปที่ ๕.๒๗ ฉ) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของ
ส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

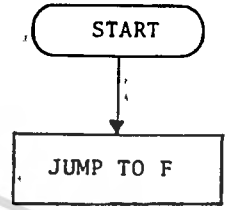


รูปที่ ๕.๒๗ ข) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของ
ส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

SERVICE ROUTINE OF "OPTION TEST" KEY

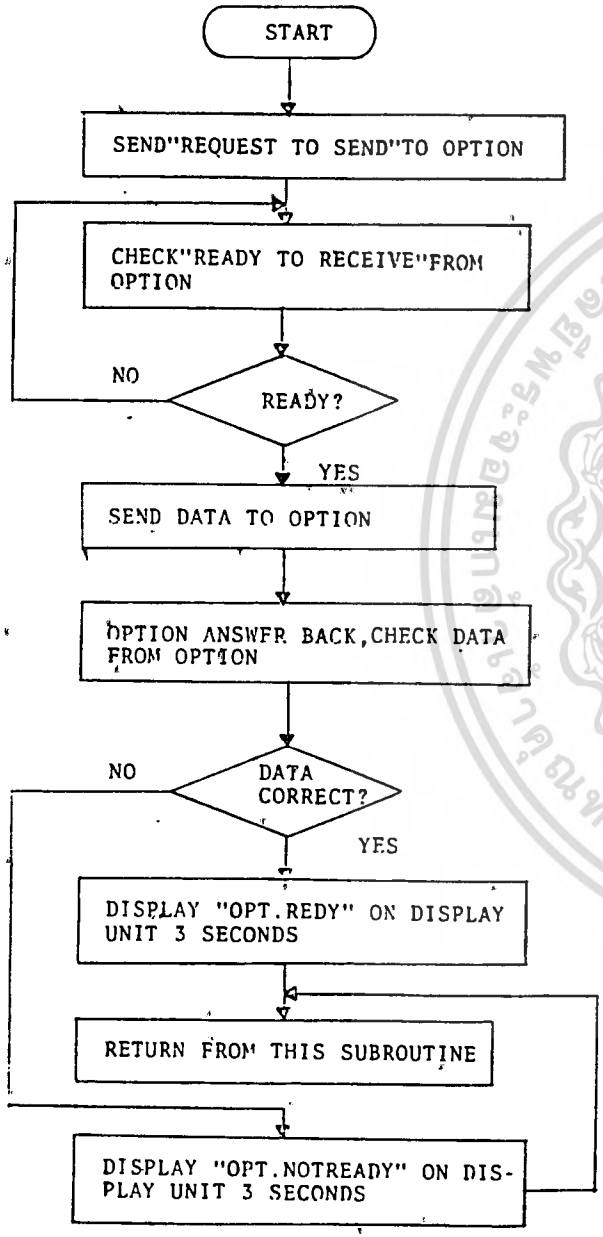


SERVICE ROUTINE OF "ALL SET" KEY

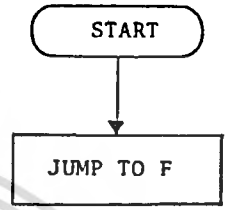


รูปที่ ๔.๒๗ ข) โฟลว์ชาร์ทแสดงการทำงานของส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

SERVICE ROUTINE OF "OPTION TEST" KEY

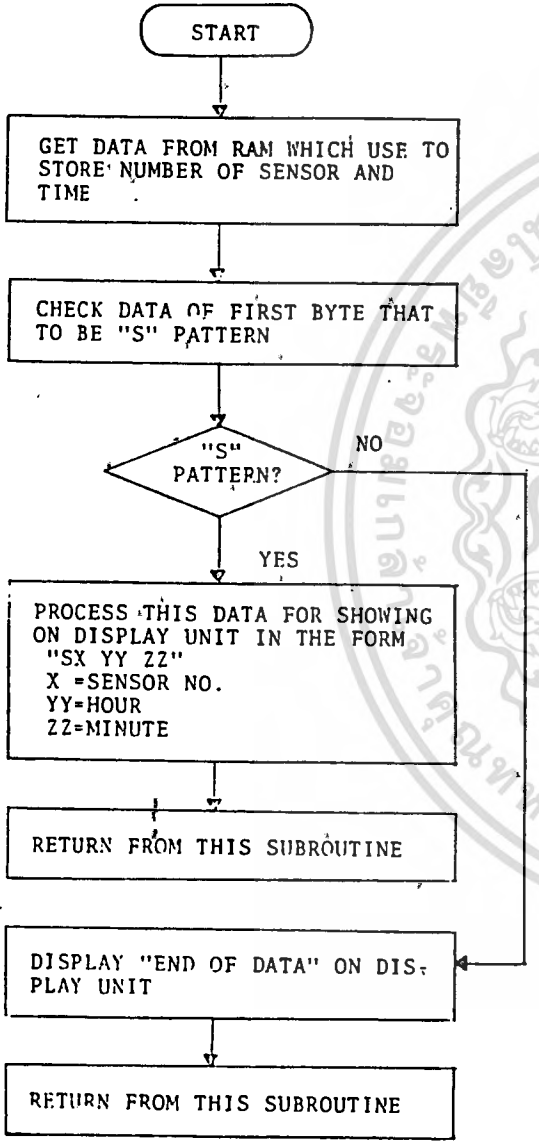


SERVICE ROUTINE OF "ALL SET" KEY

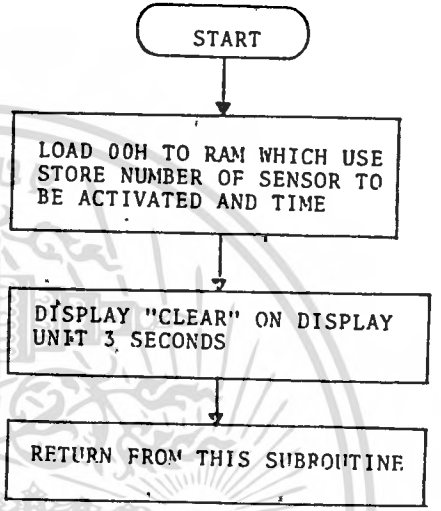


รูปที่ ๔.๒๗ ข) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

SERVICE ROUTINE OF "SENSOR MONITOR INCREMENT" KEY

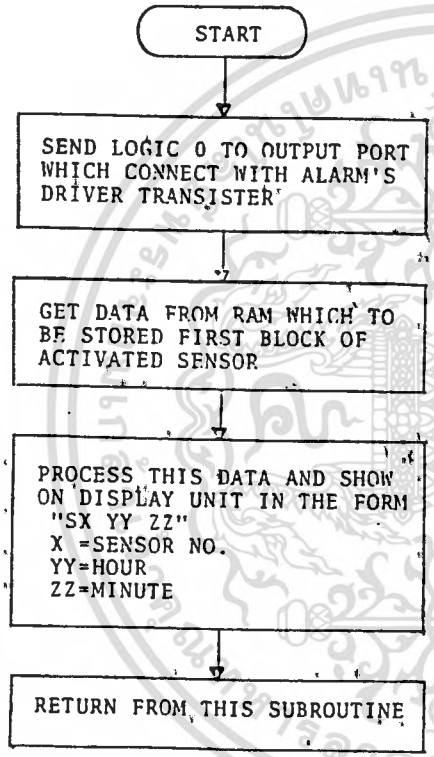


SERVICE ROUTINE OF "CLEAR ALARM MONITOR" KEY



รูปที่ ๕.๒๗ ฌ) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของ
ส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

SERVICE ROUTINE OF "ALARM OFF" KEY



รูปที่ ๕.๒๗ ญ) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของ
ส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

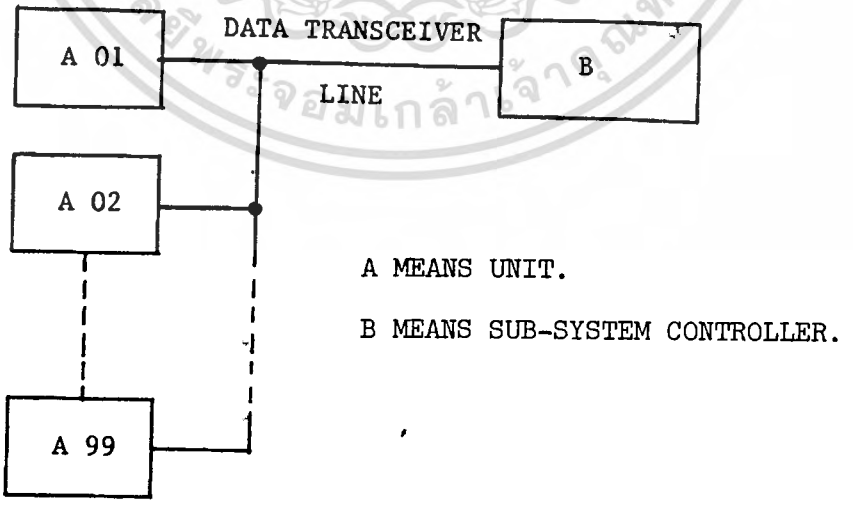
บทที่ 6

การรับส่งข้อมูลระหว่างระบบ

(Data transfer between system)

ตามที่ได้กล่าวมาบ้างแล้วในบทต้น ๆ ว่าระบบขนาดเล็กนั้นเหมาะสำหรับจะใช้กับบริเวณที่เป็นเพียงห้อง ๆ หนึ่งเท่านั้น เพราะถ้าทำการต่อตัวตรวจจับออกไปไกล ๆ จะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการเดินสายส่งสัญญาณ เช่น ต้องเจาะผนัง เป็นต้น ขณะเดียวกันถ้าระบบสามารถตรวจจับสิ่งผิดปกติขึ้นได้ เมื่อทำการมอนิเตอร์ดูอาจทำให้เกิดสับสนเกี่ยวกับตำแหน่งที่แจ้งออกมาบนแผงแสดงผลได้ ยกตัวอย่างเช่น ระบบแจ้งออกมาบนแผงแสดงผล "S1 03 10" ซึ่งหมายความว่า ตัวตรวจจับสัญญาณตัวที่ ๑ ตรวจจับพบสิ่งผิดปกติและส่งสัญญาณเตือนภัยเมื่อเวลา ๐๓.๑๐ นาฬิกา ผู้ใช้อาจจะสับสนว่าตัวตรวจจับสัญญาณตัวที่ ๑ ติดตั้งไว้ที่ห้องใดและตำแหน่งใด เป็นต้น ปัญหาอีกประการหนึ่ง ถ้าแต่ละห้องติดตั้งระบบขนาดเล็ก ๑ ยูนิตไว้ เมื่อทำการตรวจสอบว่ายูนิตไหนเกิดการเตือนภัยขึ้น หรือต้องการทดสอบการทำงานของแต่ละยูนิตจะทำให้เสียเวลามากในกรณีที่มีห้องหลาย ๆ ห้อง

เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้จึงได้ทำการออกแบบระบบควบคุมขึ้นใหม่อีกส่วนหนึ่ง เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบระบบควบคุมขนาดเล็กอีกทีหนึ่งโดยโครงสร้างของระบบเป็นดังรูปที่ ๖.๑



รูปที่ ๖.๑ แสดงระบบขนาดกลางที่ใช้ส่วนควบคุมรองมาทำการควบคุมระบบขนาดเล็กอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ๖.๑ ระบบควบคุมขนาดเล็กแต่ละระบบจะต้องส่งข้อมูล แสดงตำแหน่งของตัวมันแจ้งไปยังส่วนควบคุมรองทุกครั้งเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น ข้อมูลที่ส่งก็คือรหัสที่ได้จาก ทั้มวีลสวิท รวมกับรหัสของระบบ ดังที่กล่าวไว้แล้วในบทต้น ๆ

ลักษณะการส่งสัญญาณระหว่างระบบขนาดเล็กกับส่วนควบคุมรองเลือกการส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial data) ด้วยขนาดประมาณ ๑๑๐ ซัลส์ต่อวินาที โดยมีรูปแบบของสัญญาณดังรูปที่ ๖.๒.

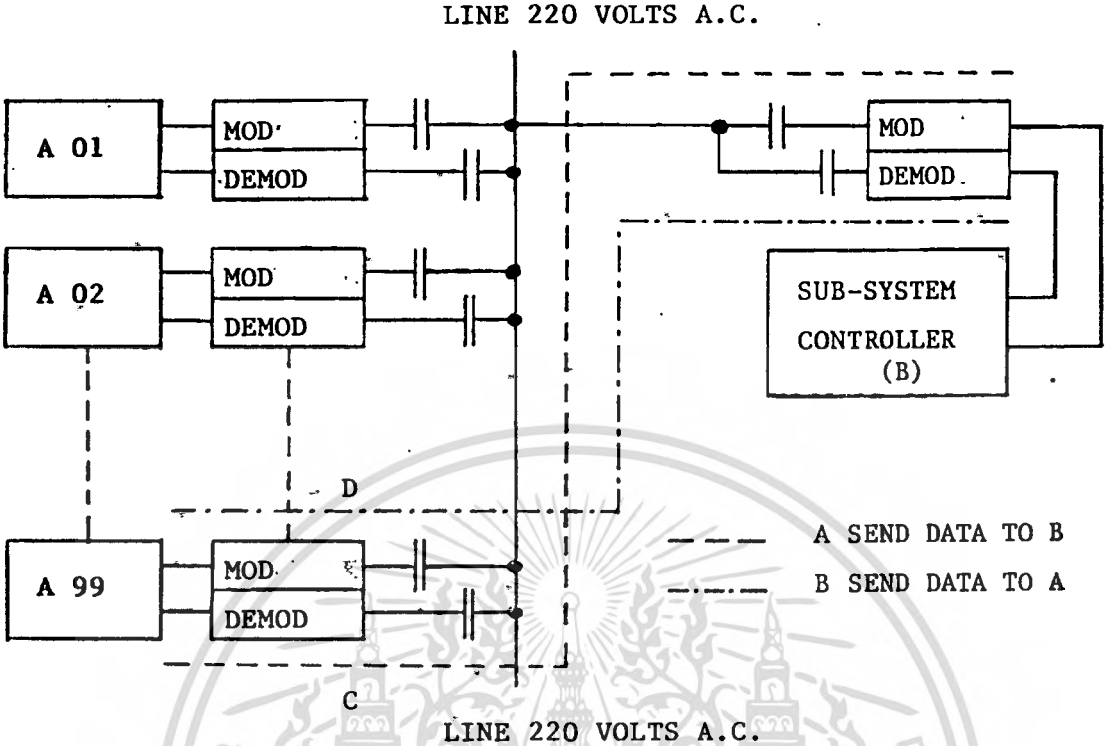
ST MEANS START BIT
DX MEANS DATA BIT
SP MEANS STOP BIT

รูปที่ ๖.๒ แสดงลักษณะข้อมูลที่ส่งแบบอนุกรม

จากรูปที่ ๖.๒ เริ่มส่งข้อมูลด้วยบิทเริ่มต้น (Start bit) ด้วยลอจิก ๐ หนึ่งบิท จากนั้นตามด้วยบิทข้อมูล ๘ บิท บิตท้ายด้วยบิทหยุด (Stop bit) ๒ บิท รวมทั้งหมดเป็น ๑๑ บิท ทางด้านรับข้อมูลจะทำการรับข้อมูลเข้ามาดำเนินการต่อไป

ปัญหาที่ตามมายิกประการหนึ่งคือ การเชื่อมต่อหรือส่งสัญญาณระหว่างระบบขนาดเล็กกับส่วนควบคุมรอง เพราะระบบขนาดเล็กกับส่วนควบคุมรองอาจจะอยู่ห่างไกลกันพอสมควร ดังนั้น ผลที่ตามมาถ้าใช้สายส่งสัญญาณคือความยุ่งยากในการเดินสาย และต้องทำสัญญาณข้อมูลนี้ให้อยู่ในรูปของกระแสป้อนไปตามสายส่งสัญญาณ ทั้งยังอาจเกิดการสอดแทรกของคลื่นวิทยุขึ้นได้ทำให้การรับข้อมูลผิดพลาดไป เพื่อตัดปัญหาเหล่านี้จึงได้ทำการรับส่งข้อมูลโดยอาศัยการเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปของความถี่สูงแล้วป้อนไปตามสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ ดังรูปที่ ๖.๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MOD (MODULATOR) = ส่วนเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรมให้อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่สูง

DEMOD (DEMODLATOR) = ส่วนเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลความถี่สูงกลับมาเป็นสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม

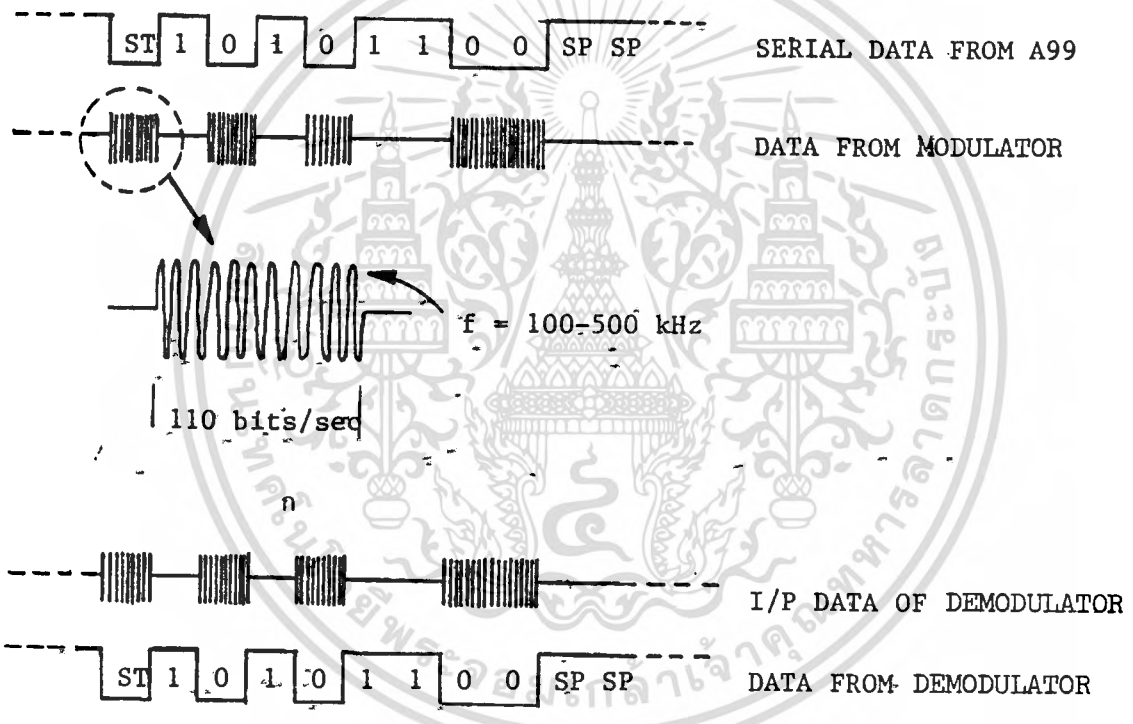
รูปที่ ๖.๓ แสดงการอาศัยสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ เป็นตัวเชื่อมต่อระบบเข้าด้วยกัน

จากรูปที่ ๖.๓ อาศัยหลักการที่ว่าทุกเครื่อง (ในที่นี้ A คือระบบขนาดเล็กแต่ละยูนิตซึ่งมีรหัสประจำตัวตั้งแต่ ๐๑ ถึง ๙๙ และ B คือส่วนควบคุมรอง) จะต้องอาศัยไฟเลี้ยงจากไฟไลน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงลงมาให้เหมาะสม ดังนั้นจึงควรส่งสัญญาณที่ใช้ติดต่อไปตามสายไฟไลน์นี้ โดยสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรมจะต้องถูกเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่สูงเสียก่อน ใช้ความถี่ประมาณ ๑๐๐-๕๐๐ กิโลเฮิทซ์ แล้วจึงป้อนเข้าไปในสายไฟไลน์

สมมติว่า ยูนิตที่ ๙๙ ต้องการแจ้งไปยังส่วนควบคุมรองว่ามีเหตุผิดปกติเกิดขึ้นที่ยูนิตนี้ ยูนิตที่ ๙๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะส่งข้อมูลแบบอนุกรมตามรูปที่ ๖.๒ ออกมายังส่วน เปลี่ยนสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม เป็นสัญญาณความถี่สูง ส่วน เปลี่ยนสัญญาณนี้จะ เปลี่ยนสัญญาณแบบอนุกรมให้อยู่ในรูปของความถี่สูงดังรูปที่ ๖.๔ ข. ป้อนผ่านไปตามสายไฟไลน์ (ตาม เส้นประ D) สัญญาณนี้จะถูกแยกออกมาจากไฟไลน์และ เปลี่ยนกลับมา เป็นสัญญาณอนุกรมตาม เดิมดังรูปที่ ๖.๔ ข. ส่วนควบคุมรองจะรับข้อมูลนี้ไปจัดการต่อไป ในทางกลับกันถ้าส่วนควบคุมรองต้องการจะส่งข้อมูลไปยังยูนิตที่ ๔๔ บ้างก็จะทำได้ เช่นกันโดยใช้ทาง เดินของสัญญาณตาม เส้นทึบ C ดังนั้นจะ เห็นได้ว่าส่วนควบคุมรองสามารถ เชื่อมต่อกับยูนิตต่าง ๆ ได้ทั้งหมด



รูปที่ ๖.๔ แสดงลักษณะการส่งสัญญาณผ่านสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์

ความถี่สูงที่ใช้ประมาณ ๑๐๐ ถึง ๕๐๐ กิโล เฮิทซ์ นั้น มักจะไม่ใช้ความถี่ช่วง ๔๐๐-๕๐๐ กิโล เฮิทซ์ เพราะมักจะเกิดปัญหาการสอดแทรกของคลื่น ไอ.เอฟ. จากคลื่นวิทยุ คือในช่วงที่สัญญาณข้อมูล เป็นลอจิก ๑ นั้น สัญญาณความถี่สูงในสายไฟไลน์จะต้องไม่มี แต่ถ้ามีการสอดแทรก เข้ามาแล้ว ทางด้านส่วนควบคุมรองจะแยกสัญญาณออกมาได้ค่า เป็นลอจิก ๐ ทันที ทำให้ข้อมูลที่ส่งไปเกิดการผิดพลาดขึ้น และถ้า เกิดการ

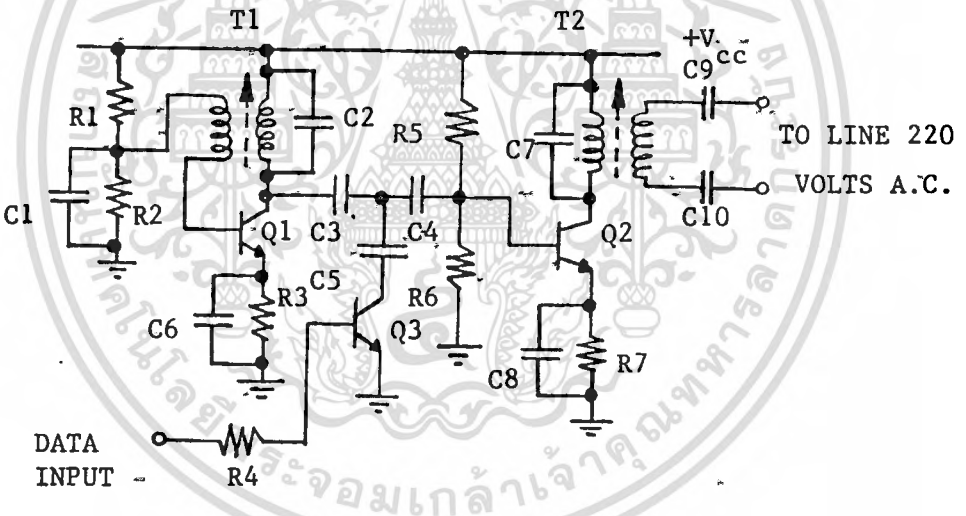
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอดแทรกขึ้นเป็นเวลานานและแรงพอแล้วข้อมูลที่ได้จะกลายเป็น ๐๐ อยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดปัญหาต่อระบบการรับส่งข้อมูลทันที

เพื่อสะดวกต่อการอธิบายจึงแยกออกเป็นส่วน ๆ คือ

6.1 ส่วนเปลี่ยนสัญญาณอนุกรมเป็นสัญญาณความถี่สูง (Modulator-unit)

จากหลักการที่กล่าวมาแล้วจะสามารถเขียนวงจรที่ใช้เปลี่ยนสัญญาณอนุกรมให้เป็นคลื่นความถี่สูงได้ดังรูปที่ ๖.๔

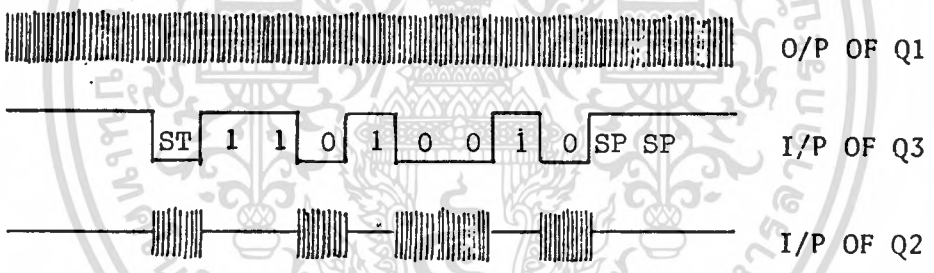


รูปที่ ๖.๔ แสดงวงจรที่ใช้เปลี่ยนสัญญาณอนุกรมให้เป็นคลื่นความถี่สูง

จากรูปที่ ๖.๔ พรานซิสเตอร์ Q_1 จะทำหน้าที่เป็นวงจรออสซิเลเตอร์เพื่อเป็นตัวกำเนิดคลื่นพาห์ (Carrier) ที่มีขนาดความถี่อยู่ในช่วง ๑๐๐ ถึง ๕๐๐ กิโลเฮิทซ์ โดยทำการจูนความถี่ที่คอยล์ (Coil) T_1 สัญญาณที่ได้จากส่วนออสซิลเลเตอร์นี้จะถูกป้อนผ่านไปยังตัวขับสัญญาณทรานซิสเตอร์ Q_2 ซึ่งมีคอยล์ T_2 เป็นตัวแยกหรือกั้นระดับศักดาของไฟไลน์ไม่ให้วิ่งเข้ามาในวงจรร่วมกับตัวเก็บประจุ C_9 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C_{10} ทรานซิสเตอร์ Q_3 จะเป็นตัวสวิชข้อมูลทำการปิดเปิดสัญญาณความถี่สูงที่ป้อนไปยังวงจรขับสัญญาณเป็นช่วง ๆ ตามลักษณะของข้อมูลอนุกรม ในสภาวะปกติสภาวะทางลอจิกของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะเป็นลอจิก ๑ อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นลอจิก ๑ นี้จะบังคับให้ทรานซิสเตอร์ Q_3 ทำงานลัดสัญญาณความถี่สูงที่ได้จากตัวเก็บประจุ C_3 ลงกราวด์อยู่ตลอดเวลาทำให้สัญญาณความถี่สูงไม่ปรากฏในสายไฟไลน์ เมื่อส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์เริ่มส่งข้อมูลโดยเริ่มจากบิทหยุดซึ่งมีลอจิก ๐ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q_3 หยุดทำงาน สัญญาณความถี่สูงจากส่วนออสซิลเลเตอร์จะผ่านไปยังวงจรขับสัญญาณและถูกขับป้อนเข้าไปในสายไฟไลน์ ดังรูปที่ ๖.๖

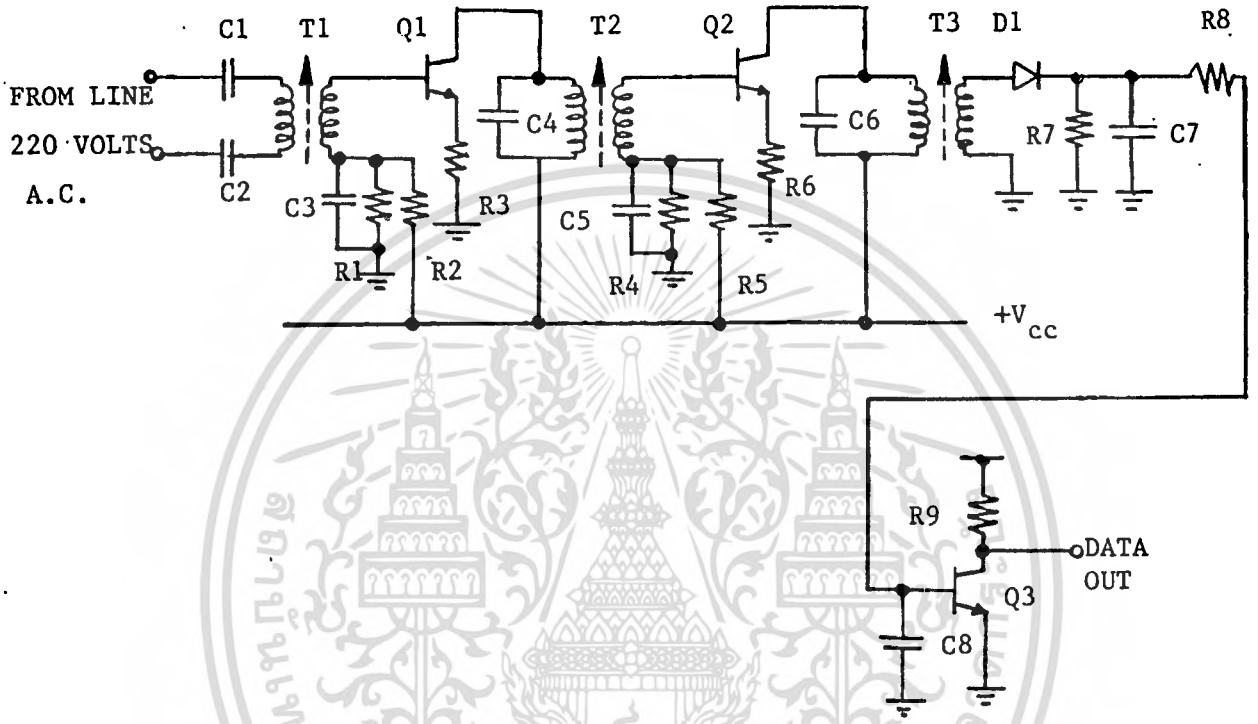


รูปที่ ๖.๖ แสดงลักษณะการสวิชข้อมูลเพื่อปิดเปิดสัญญาณความถี่สูง

6.2 ส่วนเปลี่ยนสัญญาณความถี่สูงให้เป็นสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม (Demodulator unit)

สำหรับส่วนนี้จะออกแบบวงจรไว้ดังรูปที่ ๖.๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๖.๗ แสดงวงจรเปลี่ยนสัญญาณความถี่สูงให้เป็นสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม

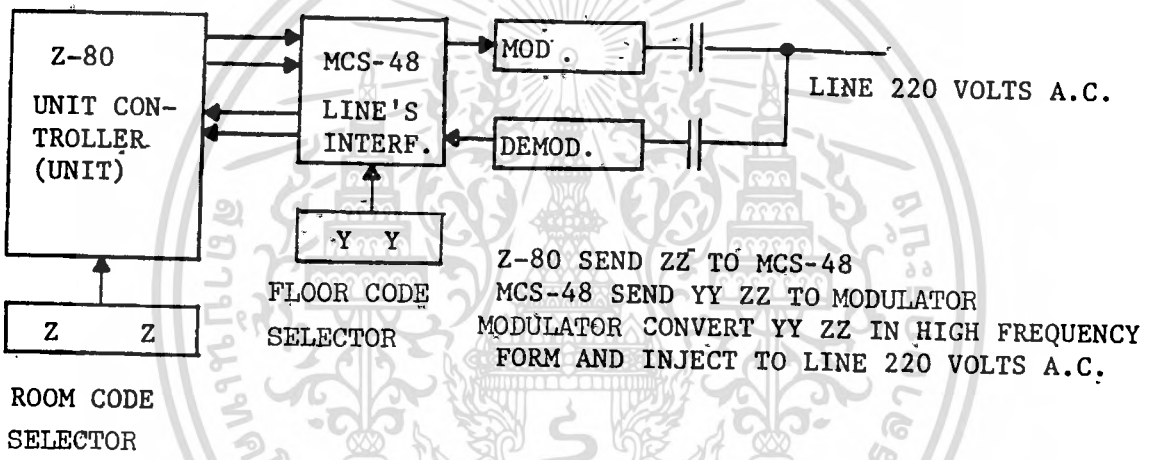
จากรูปที่ ๖.๗ วงจรจะประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๓ ส่วนคือ ส่วนแรกทำหน้าที่แยกเอาสัญญาณความถี่สูงหรือคลื่นพาห์ออกจากสัญญาณไฟสลับ ๕๐ เฮิทซ์ และขณะเดียวกันก็กันระดับศักดาในสายไฟไลน์วิ่งเข้ามาในวงจรส่วนที่ใช้ระดับศักดาต่ำ ดังนั้นส่วนนี้จะประกอบด้วย ตัวเก็บประจุ C_1, C_2 คอยล์ T_1 เป็นตัวกันระดับศักดาสูงจากไฟไลน์เข้าวงจรและขณะเดียวกันก็เป็นส่วนที่ใช้จูนแยกความถี่อย่างหยาบ ๆ ไปด้วยในตัว วงจรขยายสัญญาณของทรานซิสเตอร์ Q_1 จะเป็นตัวขยายสัญญาณความถี่สูงให้มีขนาดแรงขึ้น ขณะเดียวกันวงจรแท็งค์ T_2 จะถูกจูนไว้เฉพาะความถี่สูงเท่านั้น ดังนั้นสัญญาณ ๕๐ เฮิทซ์ที่ปนเข้ามาจะถูกกรองทิ้งไป ส่วนที่สองจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณความถี่สูงให้มีขนาดแรงขึ้นอีกโดยใช้วงจรที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ Q_2 และวงจรแท็งค์ T_3 ส่วนที่สามจะเป็นดีเท็คเตอร์ (Detector) ประกอบด้วยไดโอด D_1, R_7 และ C_7 สัญญาณที่ได้จะถูกกลับเฟสเพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะทางลอจิกของตัวเชื่อมต่อไฟไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

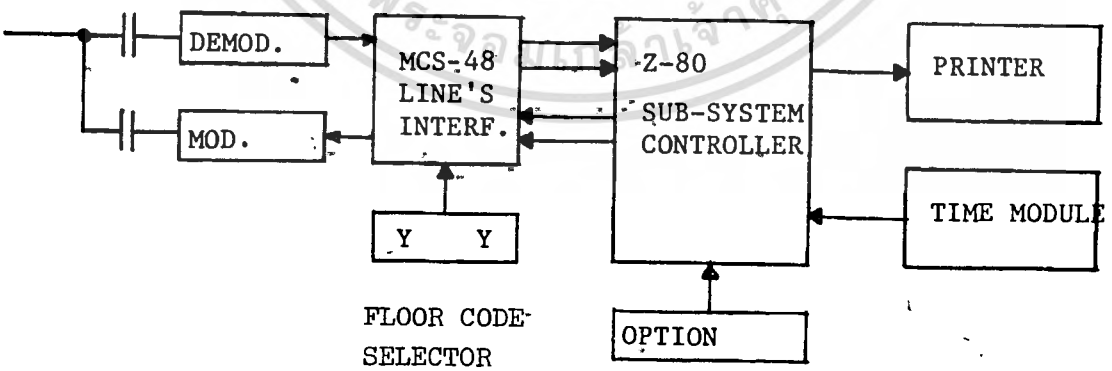
บทที่ 7

การเชื่อมต่อระบบขนาดเล็กเป็นระบบขนาดกลาง

การขยายระบบได้กล่าวผ่านมาบ้างแล้วในบทต้น ๆ ถึงลักษณะการส่งรหัสไปยังส่วนควบคุมรอง ในลักษณะของสัญญาณแบบอนุกรม ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงส่วนของโปรแกรมที่ต้องเพิ่มเข้าไปในระบบขนาดเล็ก ส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์และส่วนควบคุมรอง เพื่อเป็นการทำความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น พอให้พิจารณาโครงสร้างของระบบดังรูปที่ ๗.๑ และ ๗.๒



รูปที่ ๗.๑ แสดงโครงสร้างของทางด้านระบบขนาดเล็กแต่ละยูนิต



DEMODULATOR CONVERT YY ZZ TO SERIAL DATA FORM SEND TO MCS-48
MCS-48 COMPARE YY WITH ITSELF IF CORRECT THEN SEND ZZ TO Z-80,
IF NOT,WAIT NEXT DATA.

รูปที่ ๗.๒ แสดงโครงสร้างของทางด้านส่วนควบคุมรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ๗.๑ เมื่อระบบขนาดเล็กตรวจพบสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นจะทำการเก็บหมายเลขของตัวตรวจจับสัญญาณที่ผิดปกติพร้อมทั้งเวลาที่เกิดเหตุไว้ในหน่วยความจำเพื่อเรียกออกมาดูภายหลัง จากนั้นจะส่งสัญญาณเตือนภัยขึ้นและทำการส่งรหัสประจำเครื่อง (ในที่นี้สมมติว่าเครื่องใช้กับห้องใดห้องหนึ่งในจำนวนหลาย ๆ ห้องของตึกหลังหนึ่งที่มีหลายชั้น จึงขอเรียกรหัสอ้างอิงกับสภาวะที่สมมติขึ้นดังนี้ รหัสประจำเครื่องของระบบขนาดเล็กเป็นรหัสของห้องหรือ Room code รหัสประจำส่วนควบคุมรองแต่ละตัวเรียกรหัสประจำชั้นหรือ Floor code) คือ ZZ ไปยังส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์ (Line interface) ส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์จะทำการตรวจสอบ-สัญญาณในสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ก่อน เพื่อตรวจดูว่ามีการส่งรหัสจากเครื่องอื่นอยู่หรือไม่ ถ้ามีก็จะทำการรอจนกว่าจะไม่มีสัญญาณรหัสในสายไฟไลน์ จากนั้นจะทำการส่งรหัสประจำชั้นคือ YY ออกไปก่อนเพื่อเป็นการระบุส่วนควบคุมรองที่ต้องการติดต่อแล้วตามด้วยรหัสประจำห้อง ส่วนเปลี่ยนสัญญาณอนุกรมเป็นสัญญาณความถี่สูงก็จะเปลี่ยนสัญญาณที่ได้จากส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กให้เป็นสัญญาณความถี่สูงป้อนไปตามสายไฟไลน์

และจากรูปที่ ๗.๒ สัญญาณรหัสในรูปของความถี่สูงจะถูกส่วนเปลี่ยนสัญญาณจากสัญญาณความถี่สูงเป็นสัญญาณอนุกรมเปลี่ยนสัญญาณกลับมาป้อนให้ส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์ ส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์จะรับรหัส YY และ ZZ เก็บไว้ จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบรหัส ZZ ที่รับได้กับรหัสประจำส่วนควบคุมรอง ถ้าไม่เท่ากันส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์จะคอยรอรับรหัสต่อไป แต่ถ้าเท่ากันส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์จะส่งรหัสประจำห้องคือ ZZ ผ่านมาให้ส่วนควบคุมรอง ส่วนควบคุมรองจะทำการเก็บค่าที่รับได้จากส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์พร้อมทั้งเวลาจากส่วนนาฬิกา (Clock module) ไว้ในหน่วยความจำเพื่อเรียกตรวจสอบภายหลัง จากนั้นจะส่งผลไปพิมพ์ในเครื่องพิมพ์ที่ต่ออยู่และส่งข้อมูลที่เป็นรหัสประจำตัวออกไปยังส่วนที่ต่ออยู่ (Option)

ทำนองเดียวกัน ถ้าต้องการตรวจสอบระบบขนาดเล็กก็สั่งผ่านส่วนควบคุมรองได้ ส่วนควบคุมรองจะทำการสั่งรหัสต่าง ๆ เช่นเดียวกับที่ระบบขนาดเล็กส่งมายังส่วนควบคุมรองกลับไปยังส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก เพื่อความสะดวกจะแยกการอธิบายออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้

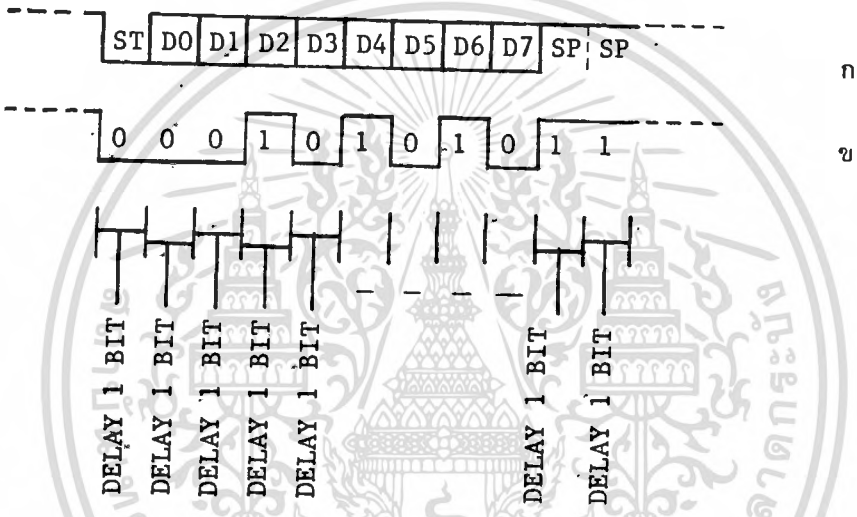
7.1 ส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

ส่วนนี้จะต้องเพิ่มเติมโปรแกรมรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ที่ต่ออยู่เข้าไป โดยใส่เข้าไปในโปรแกรมส่วนที่ส่งสัญญาณเตือนภัย แต่ก่อนจะทราบถึงโปรแกรมส่วนนี้ใคร่ขออธิบายถึงหลักการรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมเสียก่อนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 ก) การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

โดยหลักการอย่างง่ายของการส่งข้อมูลแบบอนุกรมคือ เมื่อต้องการส่งข้อมูลที่เป็นลอจิก ๑ หรือ ๐ ก็ทำการส่งลอจิกนั้นออกไปยังขาส่งสัญญาณแล้วเรียกการหน่วงเวลาไว้ช่วงหนึ่ง ขอให้พิจารณาจากรูปที่ ๗.๓

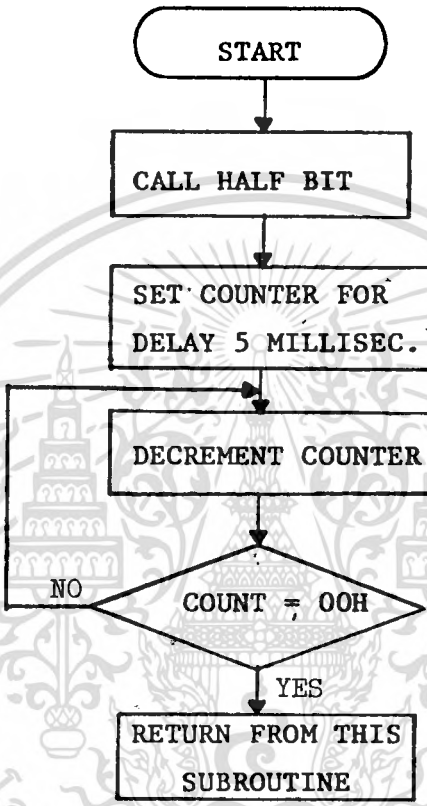


รูปที่ ๗.๓ แสดงตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

ตามรูปที่ ๗.๓ ในสภาวะปกติสภาวะทางลอจิกของขาส่งสัญญาณออกจะเป็นลอจิก ๑ เสมอ รูปแบบของการส่งข้อมูลจะเป็นดังรูปที่ ๗.๓ ก. เริ่มจากส่งบิทนำไปก่อนแล้วตามด้วยบิทข้อมูลแปดบิท เริ่มจากบิทศูนย์ไปจนครบ ต่อจากนั้นจะปิดท้ายข้อมูลด้วยบิทหยุดสองบิท ตามรูปที่ ๗.๓ ข. สมมติว่าต้องการส่งข้อมูล 54_{HEX} ออกไป เริ่มแรกจะทำการส่งลอจิก ๐ ออกไปยังขาส่งสัญญาณก่อนเพื่อเป็นบิทเริ่มต้น แล้วทำการหน่วงเวลาไว้มีค่าเท่ากับอัตราการส่งข้อมูล (ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ใช้ ๑๑๐ บิทต่อวินาที ดังนั้นข้อมูล ๑ บิทจะใช้เวลาส่งประมาณ ๑๐ มิลลิวินาที) จากนั้นจะทำการส่งลอจิก ๐ ซึ่งเป็นบิทข้อมูลบิท ๐ ออกไปทำการหน่วงเวลา ๑๐ มิลลิวินาที ต่อมาส่งลอจิก ๐ ซึ่งเป็นบิทข้อมูลบิทที่ ๑ ออกไปและทำการหน่วงเวลาไว้ ๑๐ มิลลิวินาทีเช่นกัน ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนบิทข้อมูลครบ ๘ บิท หลังจากส่งบิทข้อมูลครบแล้วก็ส่งลอจิก ๑ ออกไปเป็นบิทหยุดทำการหน่วงเวลาไว้ประมาณ ๒๐ มิลลิวินาที (บิทหยุดมี ๒ บิท) จากที่ได้อธิบายมานี้จะสามารถเขียนโฟล์วชาร์ทอย่างง่ายได้ดังรูปที่ ๗.๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

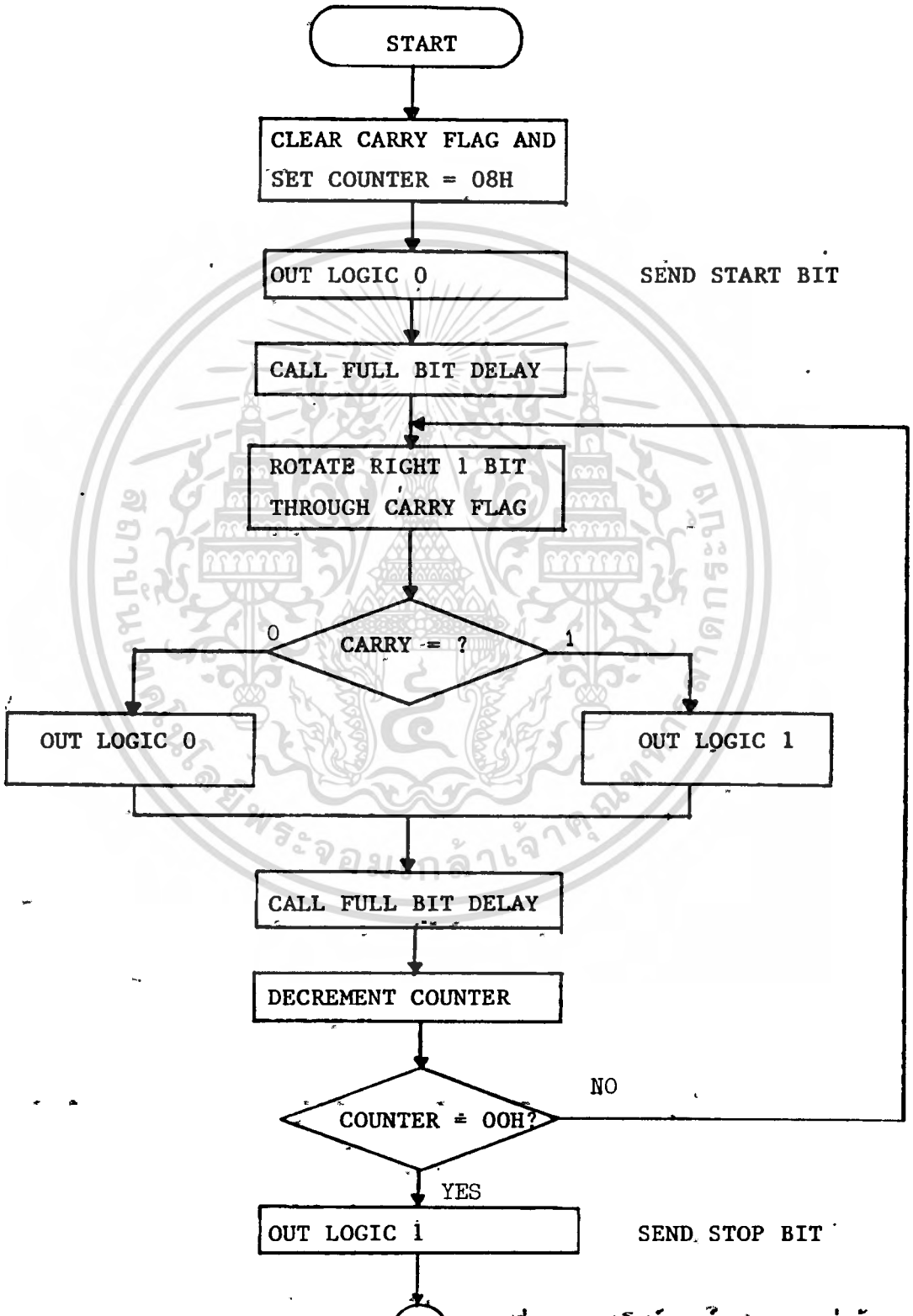
FULL BIT AND HALF BIT DELAY TIME SUB-ROUTINE



รูปที่ ๗.๔ ก) โฟล์วชาร์ทแสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ๘ บิท

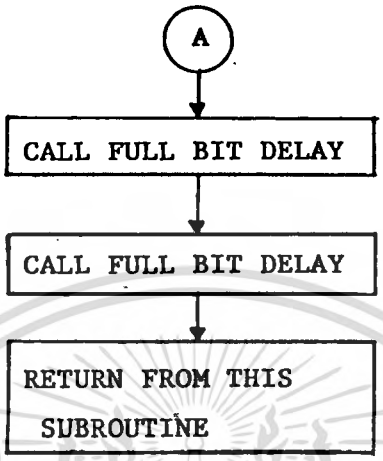
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SEND DATA 8 BITS IN REG. A.



รูปที่ ๗.๔ ข)โฟล์วชาร์ทแสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ๘ บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

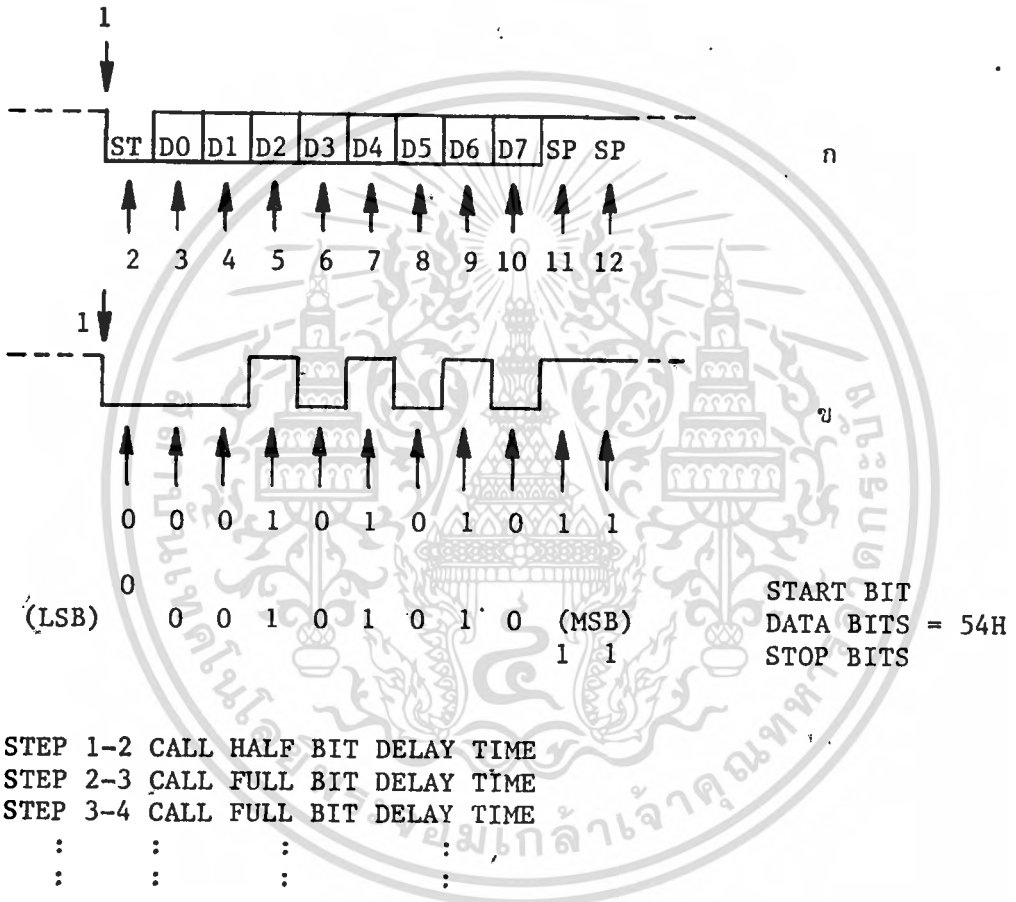


รูปที่ ๗.๔ ค) โฟล์วชาร์ทแสดงการส่งข้อมูลแบบ ๘ บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 ข) การรับข้อมูลแบบอนุกรม

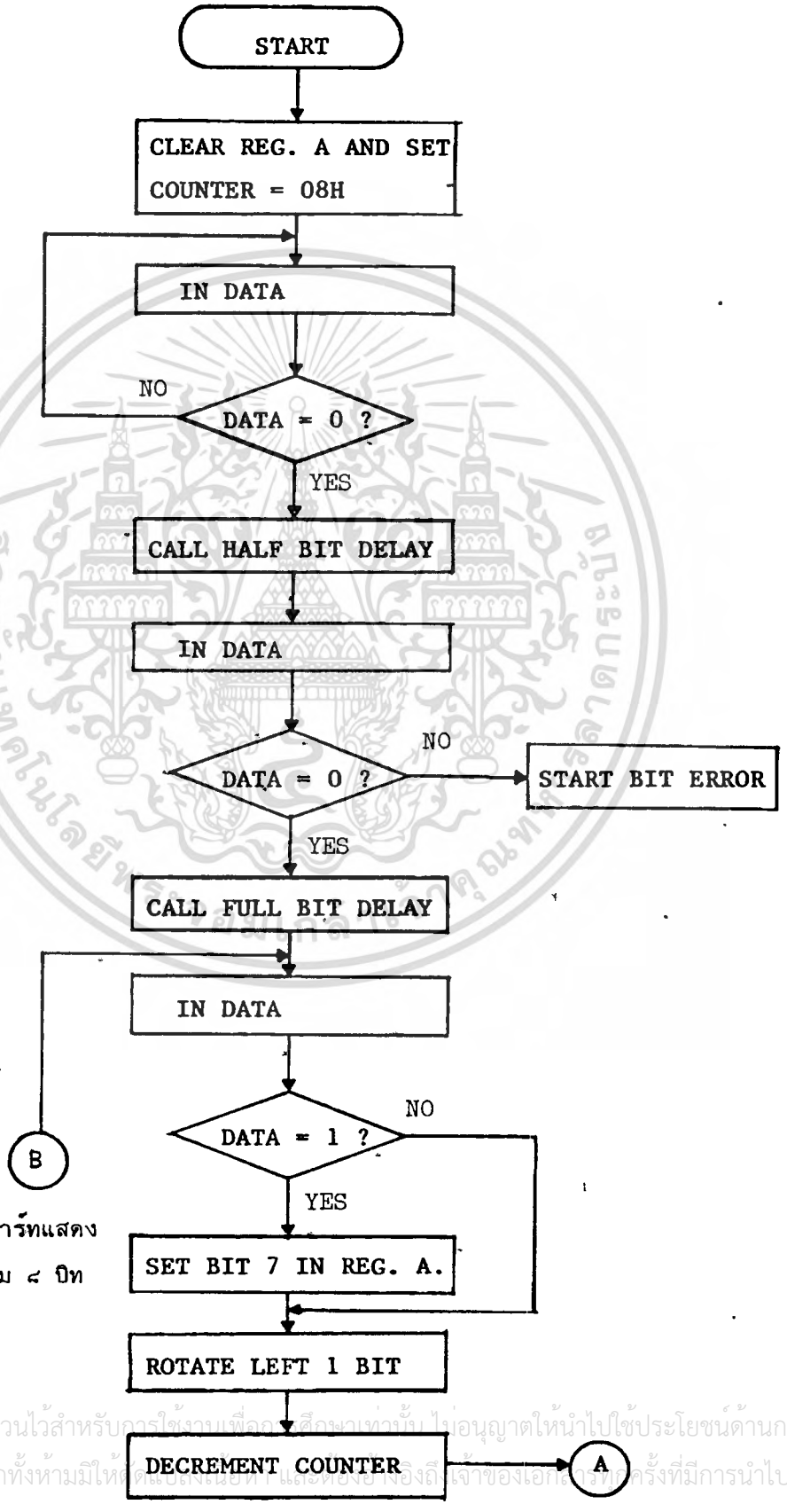
การรับข้อมูลชนิดนี้จะอาศัยหลักการสุ่ม (Sampling) สภาวะของลอจิกที่ป้อนเข้ามาด้วยอัตราคงที่ โดยเริ่มจากหาจุดเริ่มต้นของบิทเริ่มต้นก่อนขอให้พิจารณารูปที่ ๗.๕



รูปที่ ๗.๕ แสดงการรับข้อมูลแบบอนุกรมโดยใช้การสุ่มด้วยเวลาคงที่

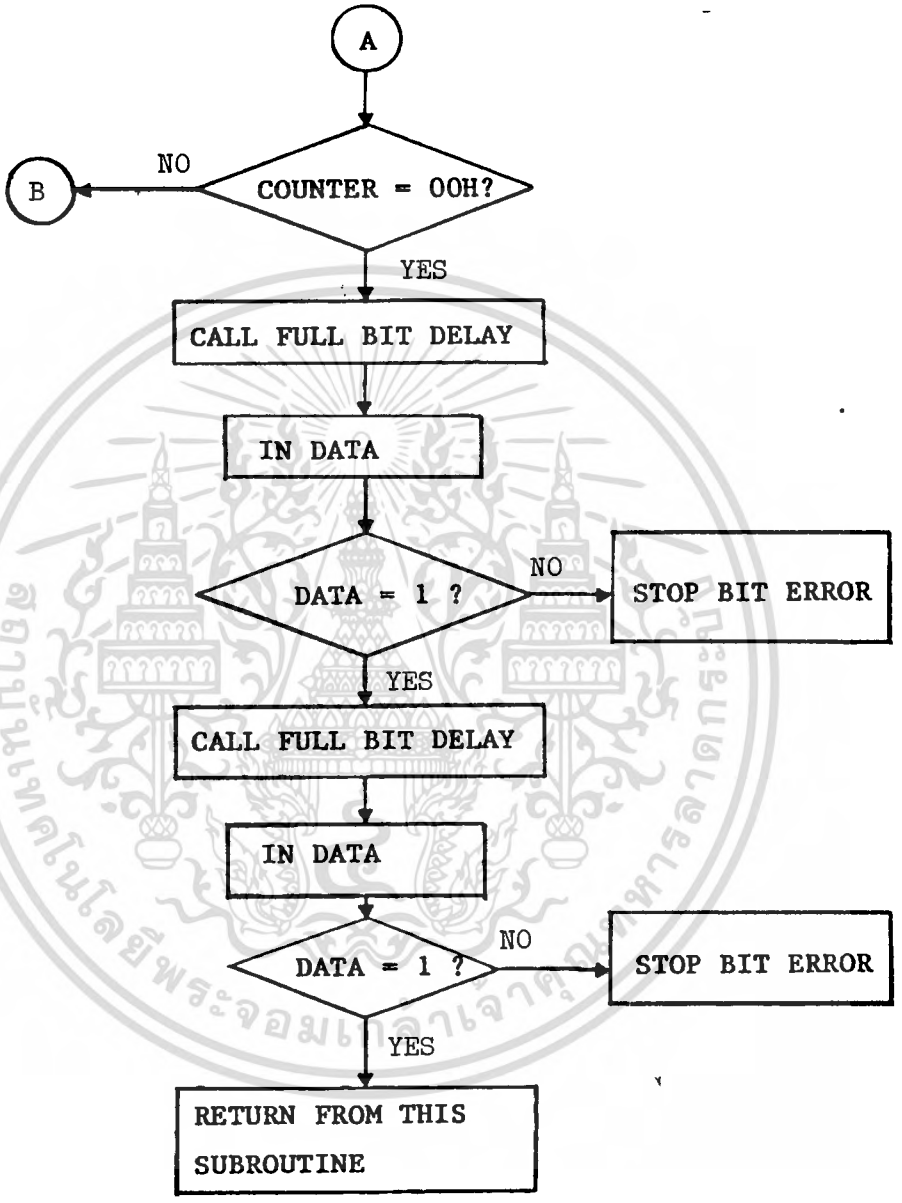
จากรูปที่ ๗.๕ หลังจากได้รับสัญญาณแจ้งขอส่งข้อมูลและตอบรับพร้อมที่จะรับข้อมูลกลับไปแล้ว จะต้องหาจุดเริ่มของบิทเริ่มต้นก่อน นั่นคือจุดที่ ๑ หลังจากพบจุดนี้ทำการหน่วงเวลาไปครึ่งบิทหรือ ๕ มิลลิวินาที แล้วทำการตรวจสอบสถานะทางลอจิก ถ้าเป็น ๑ แสดงว่ามีการผิดพลาด ถ้าเป็นลอจิก ๐ แสดงว่าบิทเริ่มต้นถูกต้อง จากนี้ทำการหน่วงเวลาไปหนึ่งบิทหรือ ๑๐ มิลลิวินาที ลอจิกที่สุ่มได้เป็นของบิทข้อมูลบิท ๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.๖ ก) โฟล้วชาร์ทแสดงการรับข้อมูลแบบอนุกรม ๘ บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.๖ ข)โฟล์วชาร์ทแสดงการรับข้อมูลแบบอนุกรม ๘ บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการสุ่มบิทข้อมูลเรื่อย ๆ ไปจนครบแปดบิท จากนั้นทำการสุ่มต่ออีกสองบิทผลที่ได้ควรเป็นลอจิก ๑ ทั้งสองครั้ง เพราะเป็นบิทหยุด ถ้าไม่ได้ลอจิก ๑ ทั้งสองครั้งแสดงว่าเกิดการผิดพลาดขึ้น และตามตัวอย่างที่สมมติขึ้นว่าส่งข้อมูล 54_{HEX} มา จะทำการอ่านข้อมูลได้ถูกต้องตามที่แสดงไว้ในรูปที่ ๗.๕ ข. ตามที่ได้อธิบายมานี้สามารถเขียนเป็นโฟล์วชาร์ทได้ดังรูปที่ ๗.๖

เมื่อได้เข้าใจถึงการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมแล้ว ก่อนที่ทำความเข้าใจกับโฟล์วชาร์ทที่เพิ่มเข้าไปจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการขอส่งและขอรับสัญญาณระหว่างกันก่อน เพราะจะต้องมีการแจ้งการขอส่งสัญญาณรหัสให้ส่วนที่จะรับทราบก่อน เพื่อจะได้ทำการเตรียมสุ่มข้อมูลได้อย่างถูกต้อง มิฉะนั้นแล้วทางด้านรับข้อมูลจะหาบิทเริ่มต้นไม่พบทำให้ผิดพลาดได้

อุปกรณ์ที่มีการส่งหรือรับสัญญาณแบบอนุกรมในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ใช้สายสัญญาณเชื่อมต่อกันอยู่ ๔ สายคือ

ก. สายขอส่งข้อมูล (Request to send, RQS) สายนี้จะใช้แจ้งไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการจะให้รับข้อมูล โดยสภาวะปกติจะมีลอจิกเป็น ๑ เมื่อต้องการจะส่งข้อมูลสถานะทางลอจิกจะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นลอจิก ๐

ข. สายส่งข้อมูล (Data out, DO) สายนี้เป็นสายที่ใช้ส่งข้อมูลเป็นแบบอนุกรมออกไปยังอุปกรณ์ที่ต่ออยู่ ข้อมูลที่ส่งมีลักษณะเป็นแบบอนุกรม ประกอบด้วยบิทเริ่มต้นเป็นลอจิก ๐ หนึ่งบิทตามด้วยบิทข้อมูล ๘ บิท ปิดท้ายด้วยบิทหยุดเป็นลอจิก ๑ สองบิท อัตราการส่งขนาด ๑๑๐ บิทต่อวินาที ตามรูปที่ ๗.๒

ค. สายรับข้อมูล (Data in, DI) สายนี้เป็นสายที่ใช้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ต่ออยู่ ลักษณะของข้อมูลที่จะรับเป็นเช่นเดียวกับข้อมูลที่ส่งออกไปในข้อ ข.

ง. สายแจ้งสภาวะพร้อมที่จะรับข้อมูล (Ready to receive, RR) สายนี้จะใช้เป็นสายตรวจสอบอุปกรณ์ที่จะรับข้อมูลว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือ ในกรณีที่ไม่รับข้อมูลจะมีสภาวะทางลอจิกเป็น ๑ ในทางกลับกัน ถ้าพร้อมที่จะรับข้อมูลจะมีสภาวะทางลอจิกเป็น ๐

เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจขอให้พิจารณาจากรูปที่ ๗.๗ ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อระหว่างส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กกับส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์ โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายสัญญาณ RQS_{UC} ต่อกับสายสัญญาณ RR_{LI}

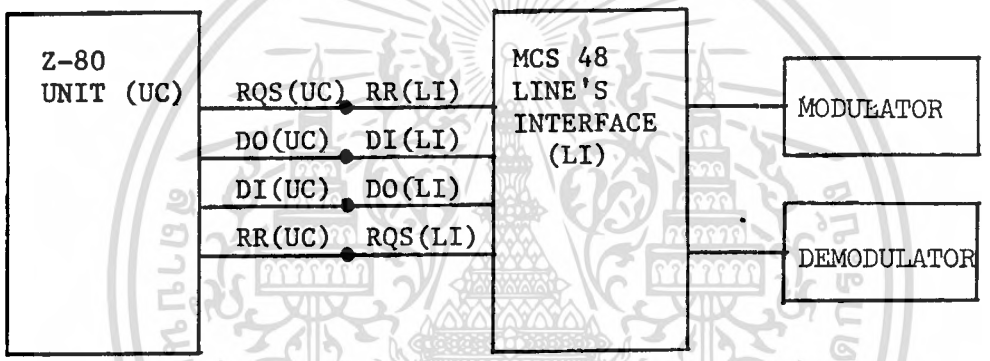
" DO_{UC} " " DI_{LI}

" DI_{UC} " " DO_{LI}

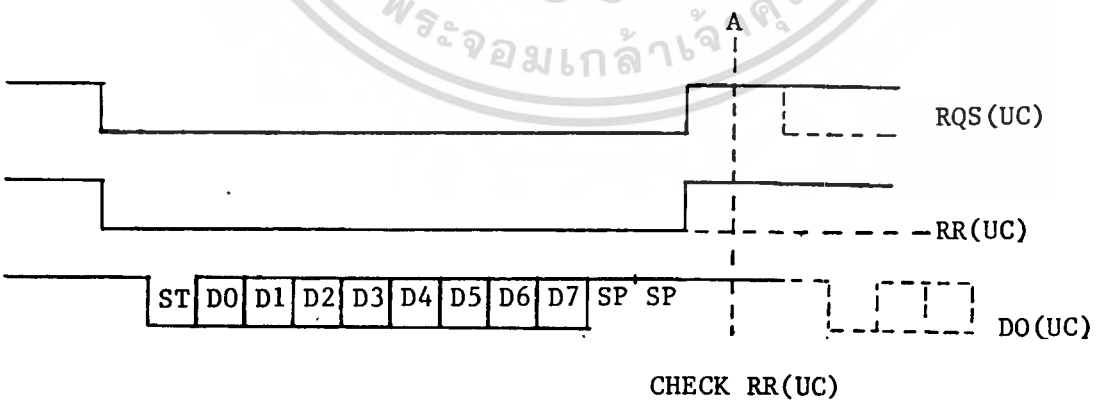
" RR_{UC} " " RQS_{LI}

เมื่อ UC หมายถึงส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

และ LI หมายถึงส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์



รูปที่ ๗.๗ แสดงการต่อสายสัญญาณต่าง ๆ เข้าด้วยกัน



รูปที่ ๗.๘ แสดงลักษณะการส่งสัญญาณจากส่วนควบคุมระบบขนาดเล็ก ไปยังส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์

จากรูปที่ ๗.๘ สมมติว่าส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กต้องการส่งรหัสไปยังส่วนเชื่อมต่อกับไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไลน์จะมีขั้นตอนการส่งสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้

ก. ส่งลอจิก ๐ ไปยัง RQ_{UC} เพื่อแจ้งให้ส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์ทราบว่าต้องการส่งข้อมูล

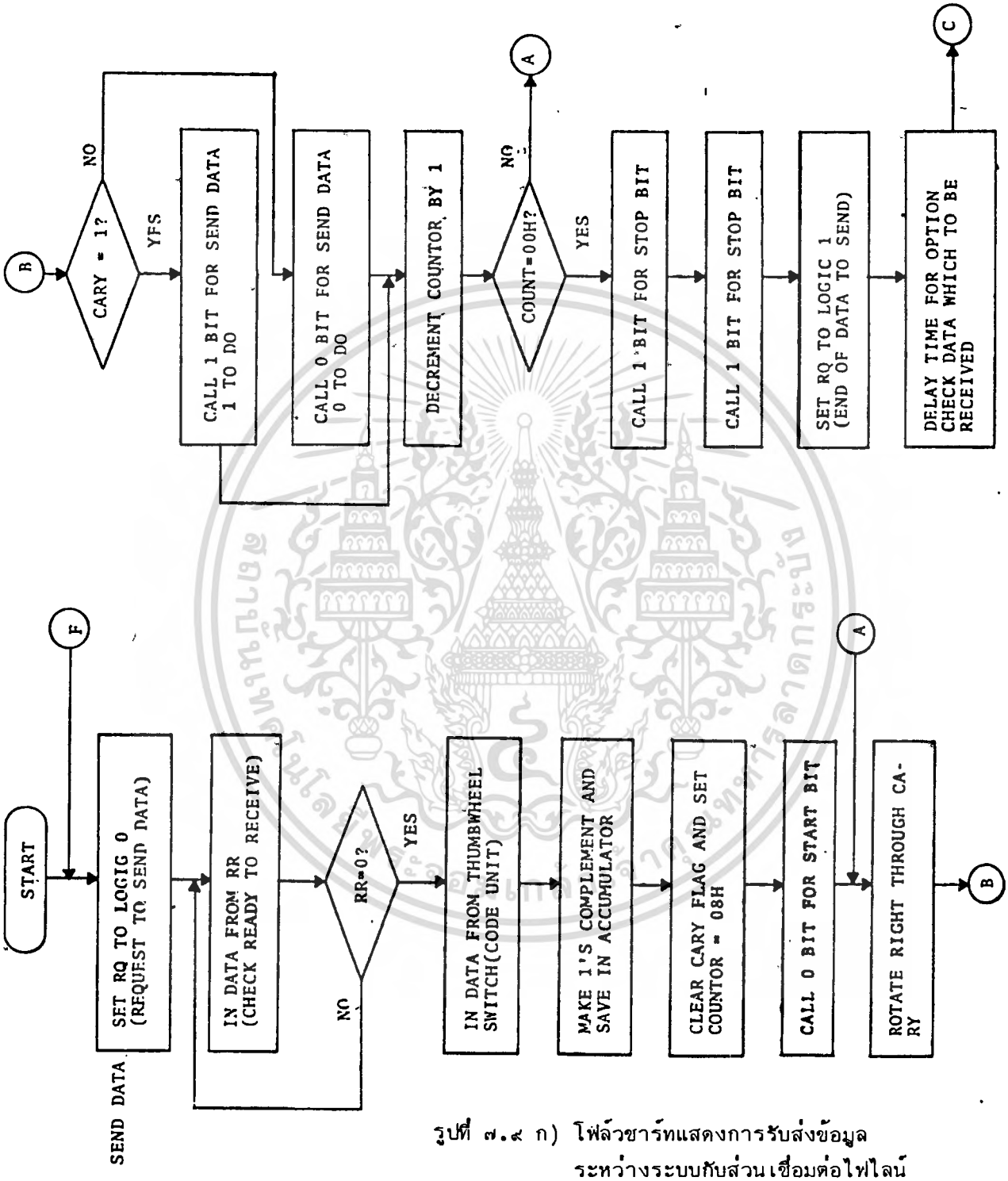
ข. ทำการตรวจสอบลอจิกของ RR_{UC} ว่าเป็นลอจิก ๐ หรือยัง ถ้าเป็นลอจิก ๐ ก็ทำการส่งข้อมูลอนุกรมออกไปยังสาย

ค. เมื่อส่งข้อมูลออกไปครบแล้ว เปลี่ยนสถานะทางลอจิกของ RQ_{UC} กลับเป็นลอจิก ๐ เพื่อระบุว่าจบข้อมูล

ง. หน่วงเวลาเล็กน้อยแล้วตรวจสอบลอจิกของ RR_{UC} (เส้นประที่จุด A)ถ้าเป็นลอจิก ๐ แสดงว่าทางด้านเชื่อมต่อกับไฟไลน์รับข้อมูลผิดพลาดให้เริ่มต้นในข้อ ก. ใหม่ แต่ถ้าเป็นลอจิก ๐ แสดงว่าทางด้านเชื่อมต่อกับไฟไลน์รับข้อมูลได้ครบตามจำนวนบิทแล้ว เลิกการติดต่อชั่วคราว

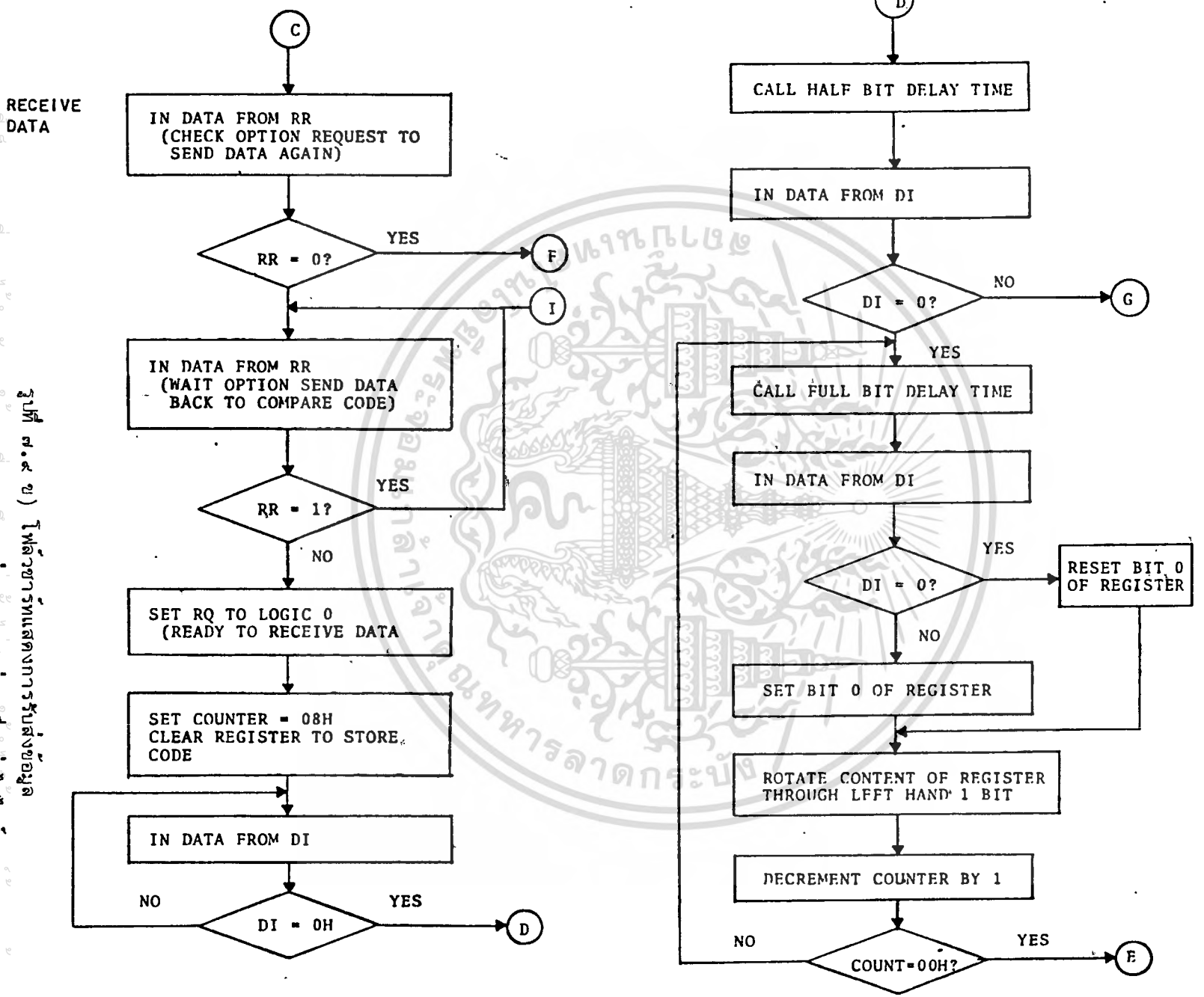
ส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์ตรวจสอบสภาวะทางลอจิกของ RR_{LI} พบเป็นลอจิก ๐ จะทราบว่าส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กต้องการส่งข้อมูลเข้าที่เส้นสัญญาณ DI_{LI} ถ้าขณะนี้ส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์ว่างและพร้อมที่จะรับข้อมูลก็จะส่งลอจิก ๐ ออกไปที่ RQ_{LI} พร้อมกันนี้ก็เริ่มขบวนการรับข้อมูล หลังจากรับข้อมูลเรียบร้อยแล้วต้องทำการตรวจสอบโดยการส่งข้อมูลที่รับได้กลับไปยังส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กเพื่อทำการตรวจสอบว่าเท่ากันหรือไม่ ถ้าเท่ากันส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กจะเลิกติดต่ออย่างถาวร แต่ถ้าไม่เท่าส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กจะขอส่งสัญญาณใหม่เพื่อแก้ข้อผิดพลาดของรหัสข้อมูล จากที่ได้อธิบายมานี้สามารถเขียนโฟล์วชาร์ทได้ง่าย ๆ ดังรูปที่ ๗.๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



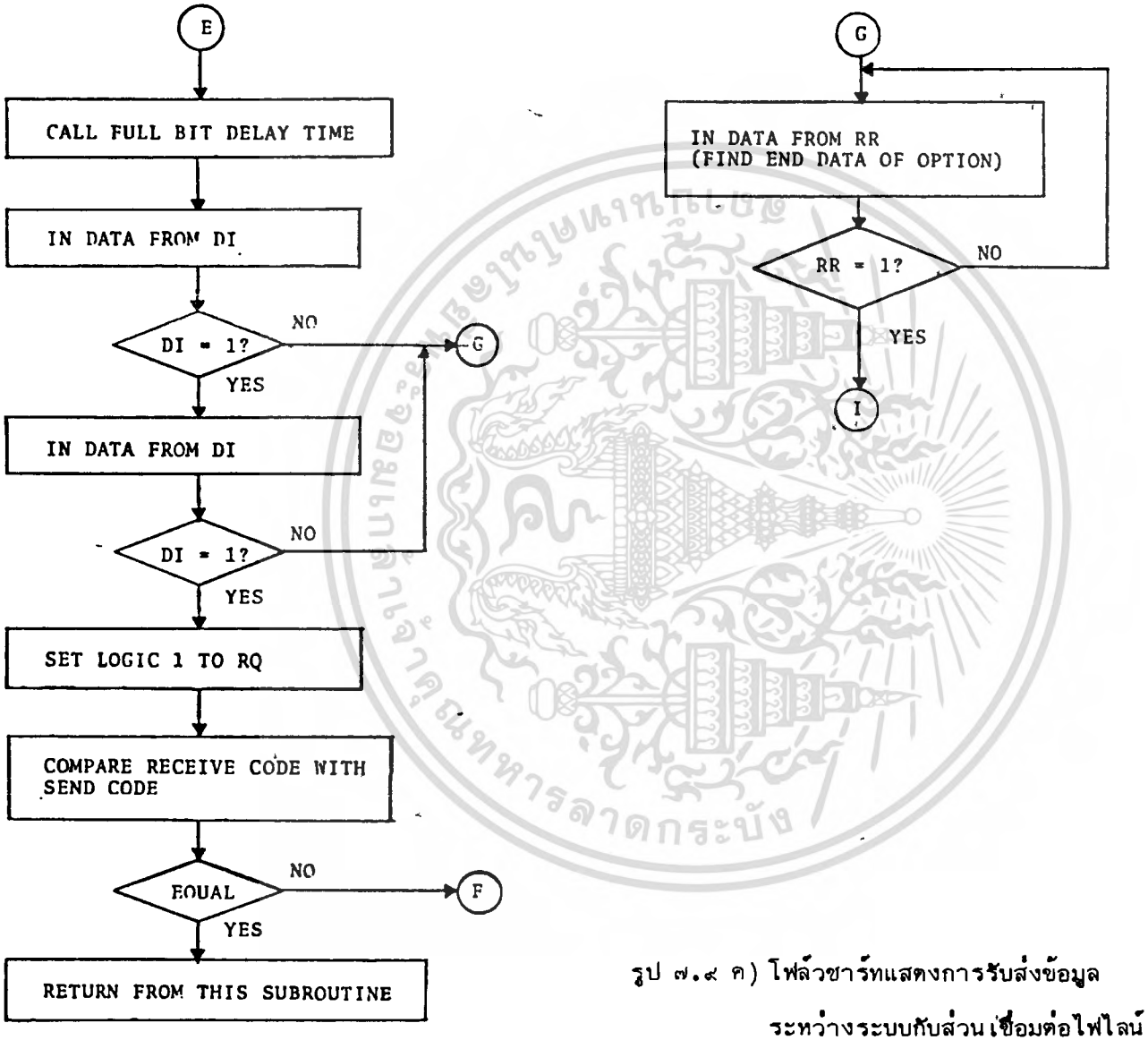
รูปที่ ๗.๙ ก) โฟล์วชาร์ทแสดงการรับส่งข้อมูล
ระหว่างระบบกับส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๔.๓ (๒) โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมรับข้อมูลแบบอนุกรม

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

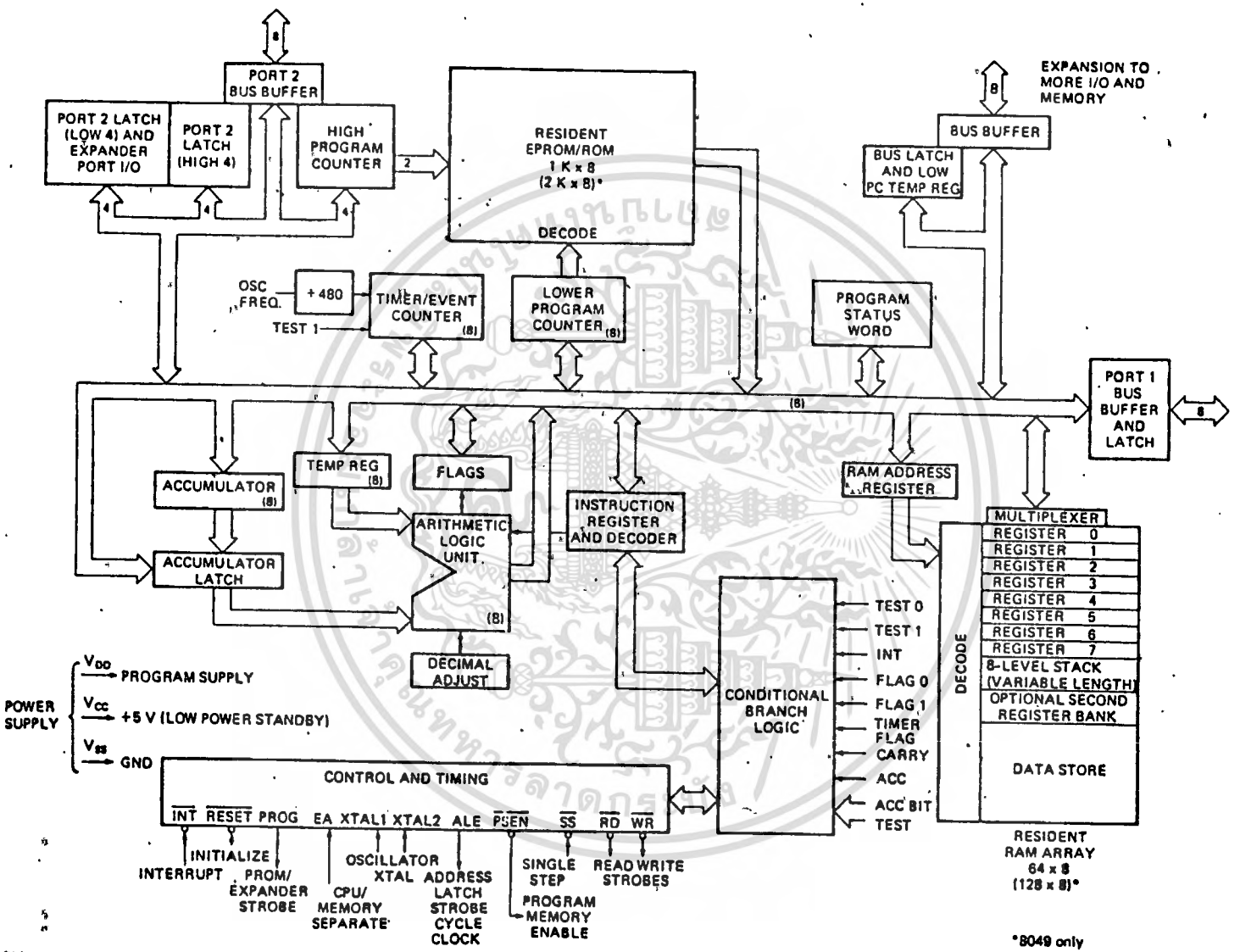


รูป ๗.๙ ค) โฟล์วชาร์ทแสดงการรับส่งข้อมูล
ระหว่างระบบกับส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์

7.2 ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์

ส่วนเชื่อมต่อไฟโลน์จะเป็นชั้นกลางระหว่างส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กกับส่วนเปลี่ยนสัญญาณให้เป็นความถี่สูงและส่วนเปลี่ยนสัญญาณจากความถี่สูงที่ได้จากไลน์มาเป็นสัญญาณอนุกรมแบบเดิม ส่วนนี้จะทำหน้าที่หลักสำคัญอยู่สองประการคือ ประการแรก คอยตรวจสอบสภาวะทางลอจิกในสายสัญญาณที่เป็นการขอส่งข้อมูลจากส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก ถ้าเป็นลอจิก ๐ แสดงว่าส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กต้องการส่งสัญญาณไปในสายไฟไลน์ ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะรับข้อมูลจากส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กเข้ามาเก็บไว้ จากนั้นจะทำการตรวจสอบสัญญาณในสายไฟไลน์ดูว่ามีสัญญาณรหัสใด ๆ ปรากฏอยู่หรือไม่ ถ้ามีจะรอให้หมดไปก่อน แต่ถ้าไม่มีก็จะทำการส่งสัญญาณออกไปทันที ประการที่สอง ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะทำการตรวจสัญญาณที่รับจากไฟไลน์อยู่ตลอดเวลา เพื่อจะได้ทราบว่าส่วนควบคุมรองส่งสัญญาณมาขอทดสอบระบบการทำงานของเครื่องหรือไม่ ถ้าเป็นสัญญาณขอทดสอบการทำงานของระบบ ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะส่งข้อมูลขอทดสอบระบบไปให้ส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กปฏิบัติตามแล้วรับผลที่ได้จากส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กส่งกลับคืนไปให้ส่วนควบคุมรองอีกทีหนึ่ง จากที่ได้กล่าวถึงหน้าที่ของส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์ผ่านมาแล้วจะเห็นได้ว่าไม่ซับซ้อนยุ่งยากมากนักและระบบที่ใช้งานก็เป็นระบบควบคุมขนาดเล็ก ดังนั้นจึงเลือกใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดียว (One-chip Microcomputer) เบอร์ 8748 มาใช้งาน เพราะไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดียวภายในประกอบด้วย CPU, RAM, EPROM, I/O ports พร้อมที่จะใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องต่ออะไรเพิ่มอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.๑๐ แสดงโครงสร้างของไมโครโปรเซสเซอร์ระดับ MCS-48(8748)

โครงสร้างของไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล MCS-48 สามารถกล่าวโดยย่อ ๆ ได้ดังนี้

ส่วนแอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) แอคคิวมูเลเตอร์ของตระกูล MCS-48 มีขนาด ๘ บิท เช่นกันกับของเบอร์อื่นในตระกูล ๘ บิท การกระทำที่เกี่ยวกับการคำนวณและฟังก์ชั่นทางลอจิกจะกระทำบนแอคคิวมูเลเตอร์ กระทำระหว่างแอคคิวมูเลเตอร์กับรีจิสเตอร์ (Register) อื่น ๆ นอกจากนั้น แอคคิวมูเลเตอร์ยังเป็นตัวเชื่อมข้อมูลที่จะส่งเข้าหรือออกจากอุปกรณ์ภายนอกหรือจากหน่วยความจำ โครงสร้างของ MCS-48 นอกจากนี้จะใช้เทคนิคของไมโครแม็บ (Micromap) ทำการแม็บค่าต่าง ๆ ไว้ภายในซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

ส่วนรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นหน่วยความจำ รีจิสเตอร์ที่ใช้งานและรีจิสเตอร์ที่ใช้ชี้หรือกำหนดตำแหน่งของแรม (Register Memory, Working Registers, and RAM Pointers) MCS-48 จะประกอบด้วยรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นหน่วยความจำ ๖๔ ไบท์ (Bytes) ซึ่งมีค่าที่ถูกแม็บไว้แล้วเป็น 00H-3FH รีจิสเตอร์ทั้ง ๖๔ ไบท์ นี้จะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ รีจิสเตอร์ที่ใช้งาน (Working registers) และรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูล (Data storage registers) รีจิสเตอร์ที่ใช้งานจะถูกแบ่งเป็นสองแบงค์ (bank) แต่ละแบงค์ประกอบด้วยแปดรีจิสเตอร์ โดยใช้สัญญลักษณ์ แทนเป็น R0, R1,...,R7 โดยที่ในเวลาหนึ่ง ๆ จะเลือกใช้ได้เพียงแบงค์เดียวเท่านั้น เช่น ขณะที่ทำการเรียกรีจิสเตอร์ R_1 ของแบงค์แรกมาใช้งานจะเรียกรีจิสเตอร์อื่น ๆ ของแบงค์ที่สองมาใช้ไม่ได้ เรียกใช้ได้เฉพาะของแบงค์แรกเท่านั้น รีจิสเตอร์แบงค์แรกคือแบงค์ 0(RB0) จะอยู่ที่ตำแหน่ง 00H-07H ของรีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นหน่วยความจำ รีจิสเตอร์แบงค์ที่สองคือ แบงค์ 1(RB1) จะอยู่ตำแหน่ง 18H-1FH การเลือกใช้รีจิสเตอร์แบงค์ใดสามารถกระทำได้โดยใช้ซอฟแวร์ควบคุม รีจิสเตอร์ที่ใช้งานสองรีจิสเตอร์ในแต่ละแบงค์คือ R0 และ R1 จะเรียกว่ารีจิสเตอร์ที่ใช้ชี้ตำแหน่งของแรม เพราะคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้เกี่ยวกับรีจิสเตอร์เก็บข้อมูล เช่น เอาข้อมูลเข้าหรือออกจากหน่วยความจำมักจะใช้ R0 หรือ R1 เป็นตัวชี้ตำแหน่งเสมอ

ส่วนหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมและโปรแกรมเคาน์เตอร์ (Program Memory and Program Counter) หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมเพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์ปฏิบัติตามในเบอร์ 8048 และ8748 จะมีอยู่ภายในตัวไอ.ซี.ขนาด 1024(1K) ไบท์ โดยเริ่มจากแอดเดรส 000H ถึง 3FFH ตายตัวไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โปรแกรมเคาน์เตอร์เป็นรีจิสเตอร์ขนาด ๑๒ บิท เป็นตัวเก็บค่าแอดเดรสของคำสั่งที่จะกระทำต่อไปของคอมพิวเอตร์ จะสังเกตุเห็นได้ว่ารีจิสเตอร์ขนาด ๑๒ บิท นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถกำหนดค่าแอดเดรสได้ถึง $๒^{๑๒}$ = ๔๐๙๖ ตำแหน่ง ฉะนั้น แอดเดรสอีก ๓๐๙๒ แอดเดรสจะไม่อยู่ในชิพไอ.ซี.แต่จะต้องใช้หน่วยความจำภายนอกซึ่งจะกล่าวต่อไป จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า MCS-48 สามารถจัดการกับหน่วยความจำที่เป็นโปรแกรมได้ระบบเพจ (Page, 1 page = 256 bytes) ได้ทั้งหมด ๑๖ เพจ แต่มีข้อน่าสังเกตุของ MCS-48 คือ เฉพาะ ๘ บิท ทางด้านต่ำ (8 lest significant bits) เท่านั้นที่จะมีการเพิ่มขึ้นโดยอัตโนมัติทุก ๆ ครั้งหลังจากกระทำตามคำสั่ง หรือโปรแกรมเคาน์เตอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นโดยอัตโนมัติเฉพาะในส่วนของ ๘ บิททางด้านต่ำเท่านั้น ฉะนั้นการทำโปรแกรมข้ามเพจจะทำได้โดยใช้คำสั่ง CALL หรือ JMP เท่านั้น ซึ่งต่างจากของตระกูล Z-80 ที่โปรแกรมเคาน์เตอร์สามารถเพิ่มค่าได้จนครบตลอดช่วงหน่วยความจำ (64 k bytes) การใช้คำสั่งดังกล่าวจะทำให้ค่าโปรแกรมเคาน์เตอร์ ๓ บิทต่อมามีผลใช้ได้ ส่วนบิทที่เหลือจะใช้เกี่ยวกับการเลือกแบงค์ของหน่วยความจำแบงค์ละ 2K โดยแบ่งเป็นแบงค์ต่ำและแบงค์สูง (Upper and lower bank) สัญญลักษณ์ของบิทนี้ใช้เป็น MB (Memory bank select) การเลือกใช้แต่ละแบงค์กระทำโดยซอฟแวร์ผ่านทางบิท DBF (Designated Bank Flag) โดยค่าของบิทนี้จะถูกเก็บไว้ใน MB เมื่อทำคำสั่ง CALL หรือ JMP

แฟลกและสแต็ก (Flags and Stack) แฟลกของ MCS-48 มีอยู่ ๔ ตัวในรีจิสเตอร์คือ แครีแฟลก (C, Cary Flag) ออกซิลเลียรีแครี (AC, Auxiliary Cary) แฟลกศูนย์ (F0 และแฟลกเลือกแบงค์ (BS, Bank Select flag) แฟลก C จะแสดงการเกิดตัวทดหรือการขอยืมขึ้นในคำสั่งบวกหรือลบที่ผ่านมา แฟลก AC แสดงการเกิดตัวทดจากบิท ๓ ไปบิท ๔ จากการบวกครั้งที่แล้ว F0 จะเซ็ทหรือรีเซ็ทหรือสั่งโดยซอฟแวร์ได้ใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการติดต่อระหว่างโปรแกรมสองส่วน BS จะเป็นตัวกำหนดว่าขณะนี้กำลังใช้งานหน่วยความจำของแบงค์ใด (RB0 หรือ RB1) MCS-48 ยังมีแฟลกพิเศษอีกคือ แฟลก 1(F1) เหมือนกับแฟลก 0 ทุกประการ แฟลกเวลา (Timer flag) ใช้แสดงค่าการเต็มของเคาน์เตอร์และแฟลกเลือกแบงค์ (DBF) ขณะเดียวกันแฟลกรีจิสเตอร์ยังใช้เก็บค่าของสแต็ก ๓ บิทไว้ด้วย (บิท ๐, ๑, ๒) ตำแหน่งของสแต็กของ MCS-48 จะอยู่ที่แอดเดรส 8H ถึง 17H รวมเป็น ๑๖ ไบท์ แต่ข้อแตกต่างของตระกูลนี้คือ เมื่อมีการเก็บค่าในสแต็กมิได้เก็บเฉพาะค่าของตำแหน่งแอดเดรสของโปรแกรมเท่านั้น แต่เก็บแอดเดรสของโปรแกรม (คือค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์นั่นเอง) รวมทั้งค่าแฟลกรีจิสเตอร์ด้วย รวมทั้งหมดเป็น ๑๖ บิท (โปรแกรมเคาน์เตอร์ ๑๒ บิท และแฟลก ๔ บิท) ซึ่งจะกินเนื้อที่เป็น ๒ ไบท์ ดังนั้นโครงสร้างของสแต็กจึงถูกแบ่งเป็น ๘ ตำแหน่ง ๆ ละ ๒ ไบท์

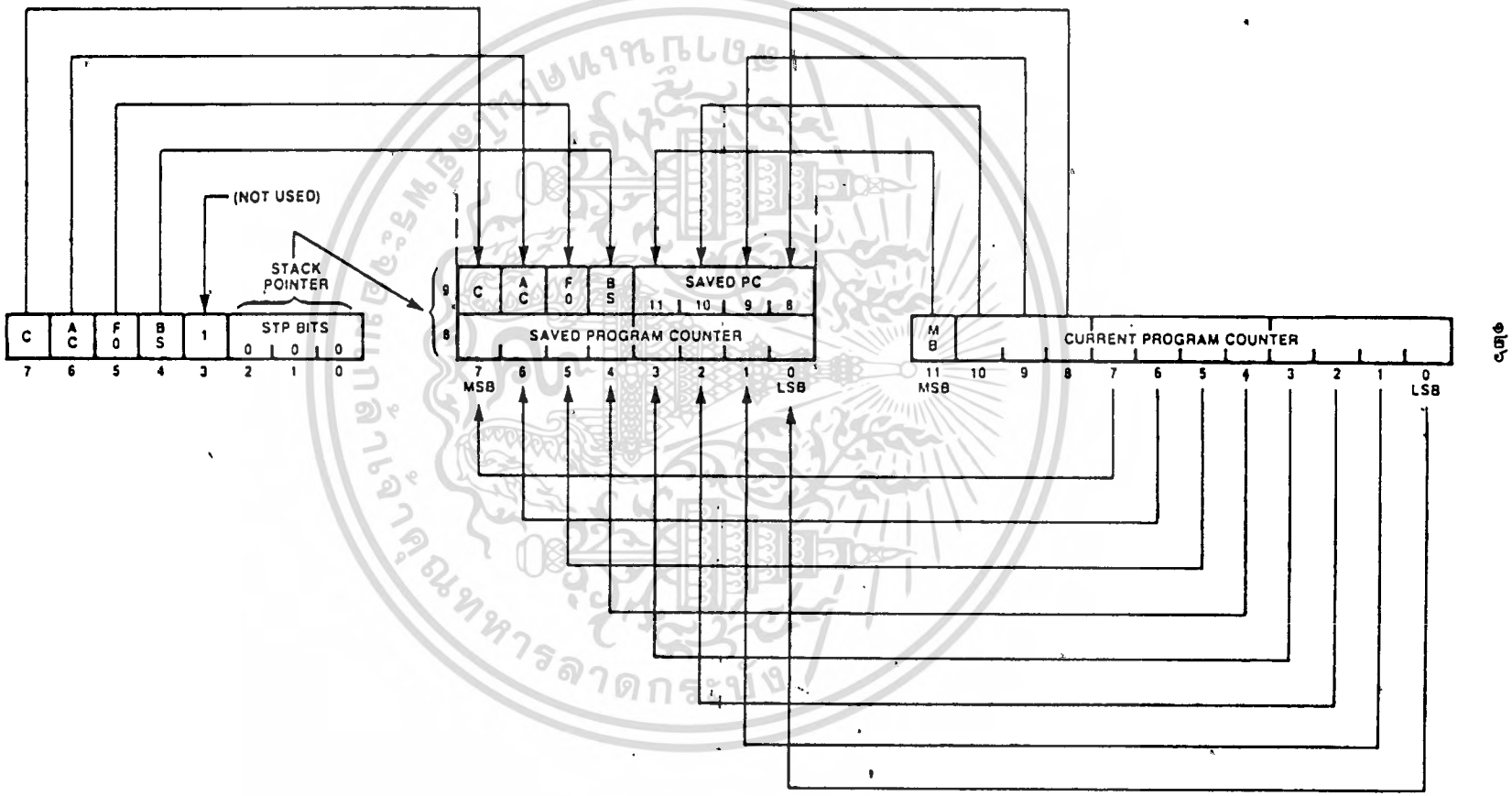
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของสแต็กจะถูกควบคุมโดยตัวชี้สแต็ก (Stack pointer, STP) ซึ่งก็คือบิทท้าย ๓ บิทในแฟลกรีจิสเตอร์ที่กล่าวผ่านมาแล้วนั่นเอง ดังนั้นสามบิทนี้จะมีความสามารถกำหนดตำแหน่งสแต็กได้ $๒^{๓}$ = ๘ ตำแหน่งพอดี และตำแหน่ง STP 000 คือ แอดเดรสที่ 8H และ 9H เพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้นขอให้พิจารณาการ PUSH และ POP จากรูปที่แสดงไว้

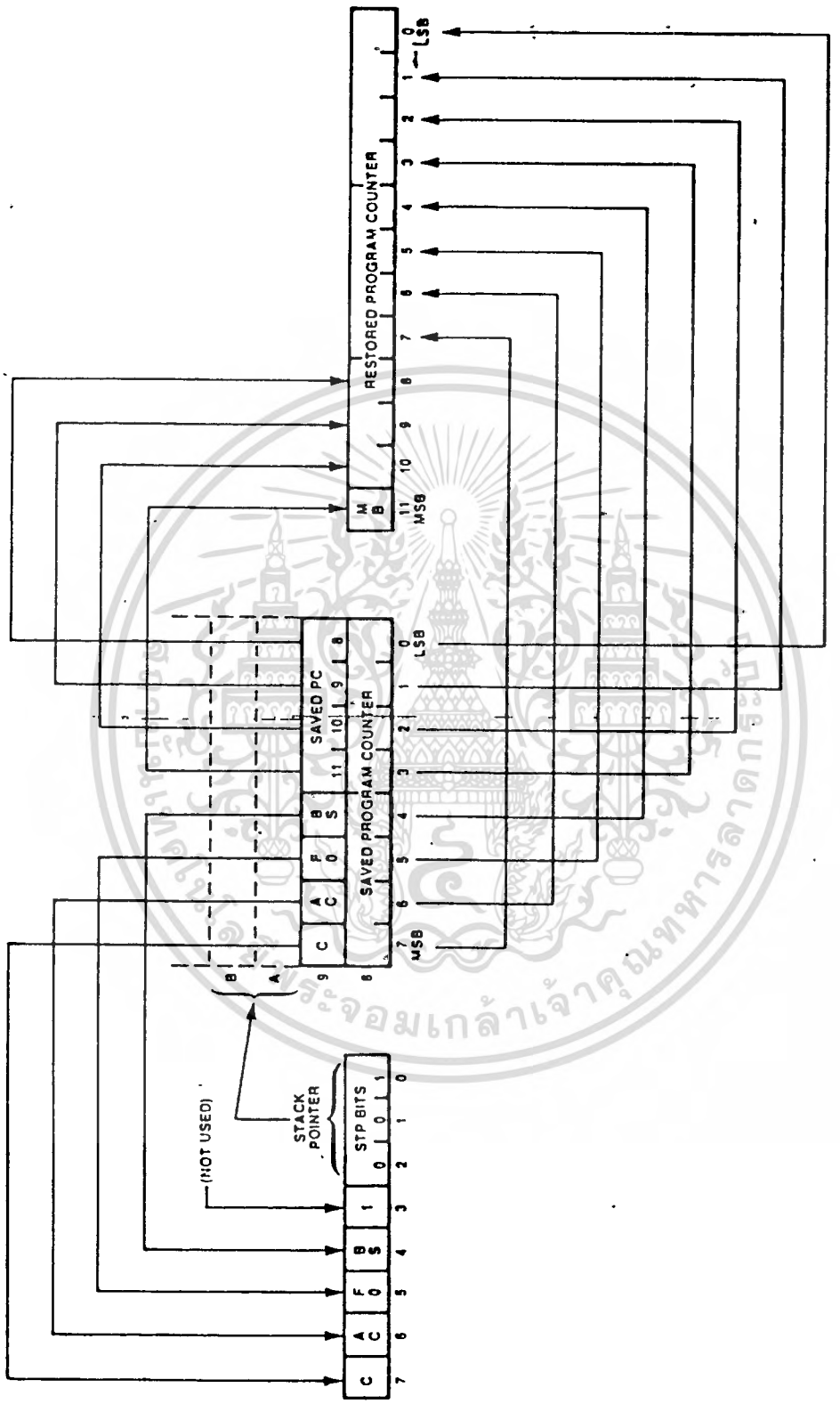
ส่วนจัดการเกี่ยวกับเวลาและการนับ (Timer/ Event Counter) ส่วนนี้จะใช้ประโยชน์ในการนับสัญญาณจากภายนอกหรือทำการหน่วงเวลาโดยไม่เกี่ยวกับโปรเซสเซอร์เลย ตัวมันจะประกอบด้วยรีจิสเตอร์ขนาด ๘ บิท ซึ่งจะเพิ่มค่าขึ้นทีละหนึ่งทุกครั้งเมื่อได้รับสัญญาณจากภายนอกหรือสัญญาณนาฬิกาภายในตัวก็ได้ (มีค่าเท่ากับความถี่ของก้อนผลึกหารด้วย ๔๘๐๐ หรือเท่ากับ ๓๒ ไซเกิลของคำสั่ง (Instruction cycle) เมื่อรีจิสเตอร์เต็มทุกบิทมีค่าเป็น ๑ การเพิ่มค่าครั้งต่อไปจะกลับเป็น ๐ หมดทุกบิท แต่แฟลกเวลา (Timer flag, TF) จะถูกเซ็ท แฟลกนี้สามารถส่งสัญญาณอินเทอรัพท์ (Interrupt) ไปยังส่วนโปรเซสเซอร์ได้ด้วย

ส่วนอินพุท/ เอาท์พุท พอท (Input/ output port) MCS-48 มีอินพุท/ เอาท์พุททั้งหมด ๒๗ ไลน์ (line) แยกเป็น P0(BUS), P1, P2 ซึ่งทั้งหมดมีพอทละ ๘ ไลน์ รวมเป็น ๒๔ ไลน์ อีก ๓ ไลน์ เป็น T0, T1 และ INT พอท P1 และ P2 เป็นแบบแลทสแตติคพอท (latched static port) ซึ่งสัญญาณที่ส่งออกไปจะมีสภาวะทางลอจิกค้างอยู่ตลอดเวลาจนกว่าจะส่งสัญญาณไปใหม่ ส่วน P0 เป็นแบบควอซี่-ไบไดเรคชั่นแนล (quasi-bidirectional) ซึ่งจะไม่อธิบายในที่นี้ควรจะศึกษาจากคู่มือจะเข้าใจได้ดีกว่า พร้อมทั้งการต่อหน่วยความจำและพอทภายนอกด้วย เพราะในวิทยานิพนธ์นี้เลือกใช้ MCS-48 เบอร์ 8748 ซึ่งใช้หน่วยความจำที่ใช้เขียนโปรแกรมภายในชิพ (EPROM ขนาด 1 k bytes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

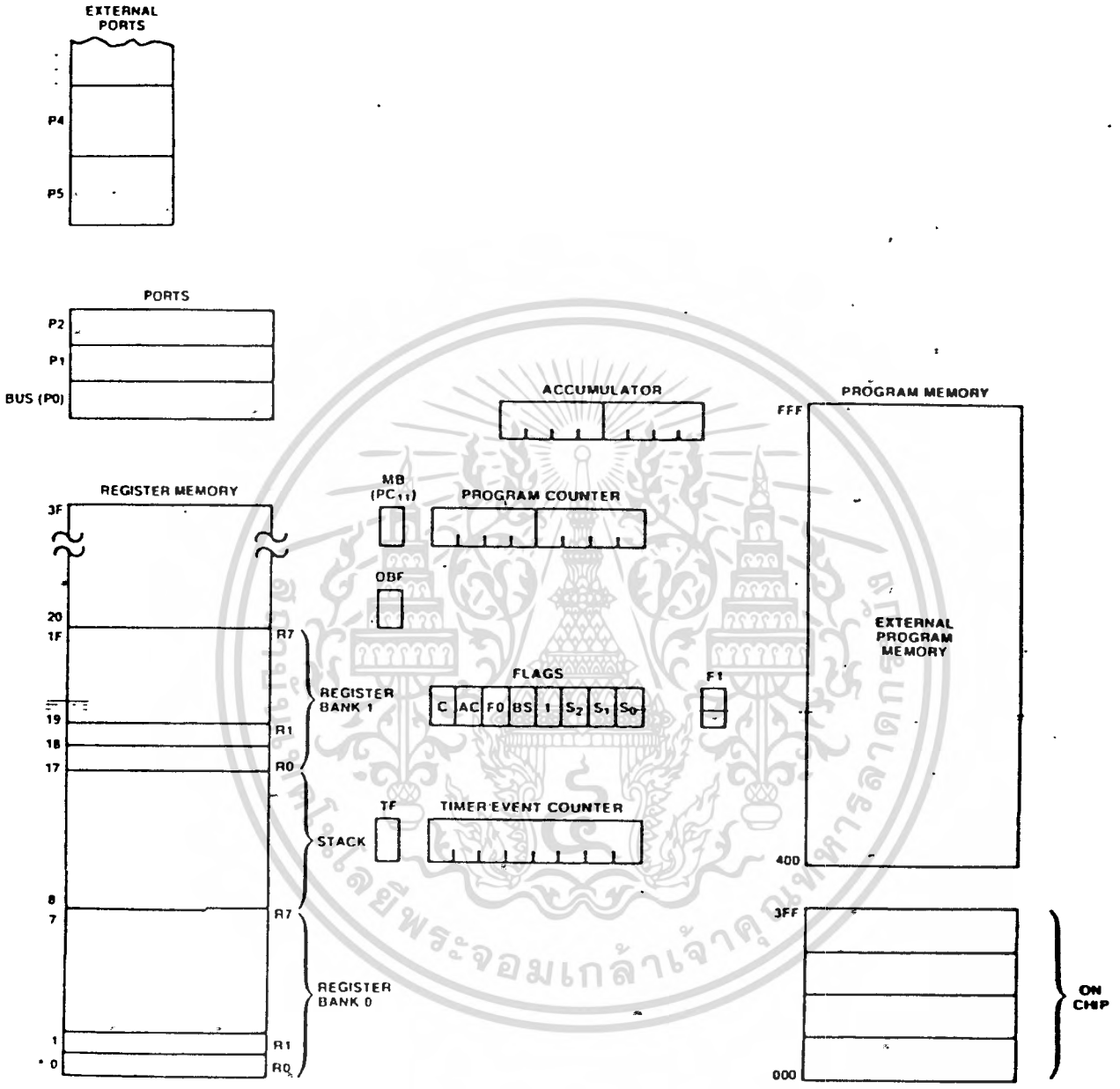


รูปที่ ๗.๑๑ (ก) แสดงการ พุชแสต็ค (PUSH STACK) ของ MCS-48



รูปที่ ๗.๑๑ (ข) แสดงการ พอพแสต็ค (POP STACK)ของ MCS-48

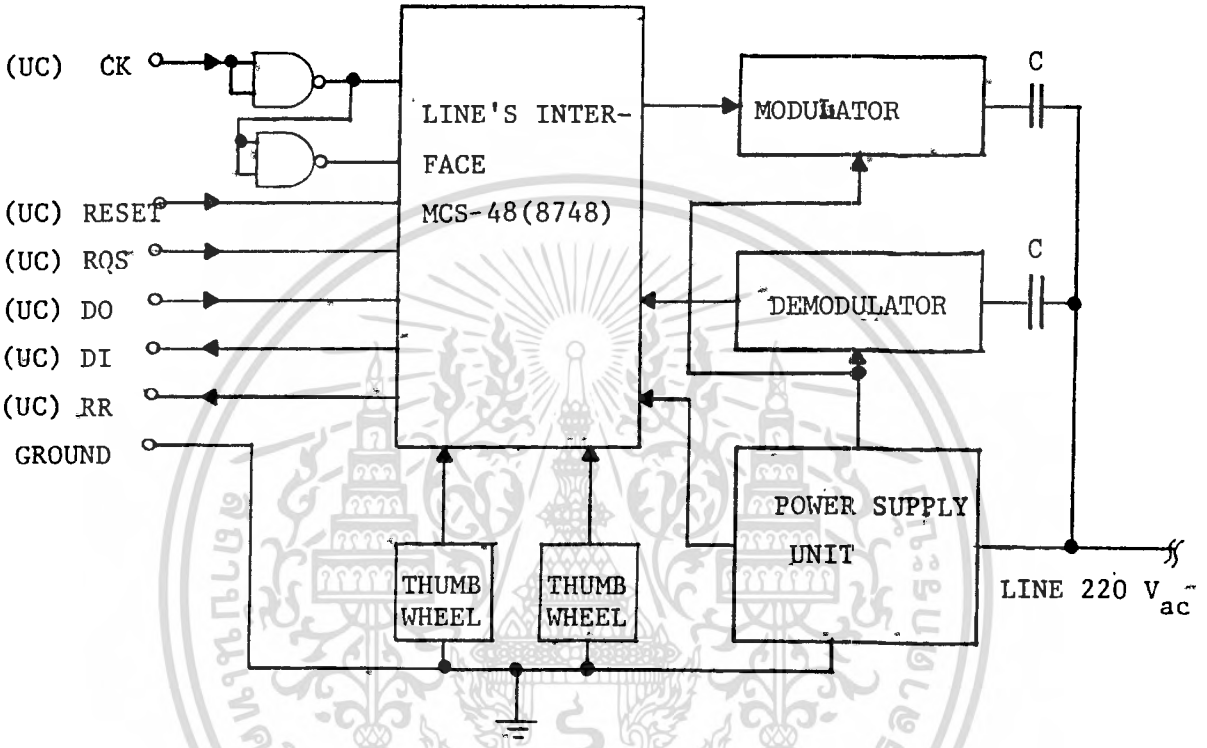
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.๑๒ แสดงโครงสร้างของเมมโมรีแม็ป (Memory map) ของ MCS-48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

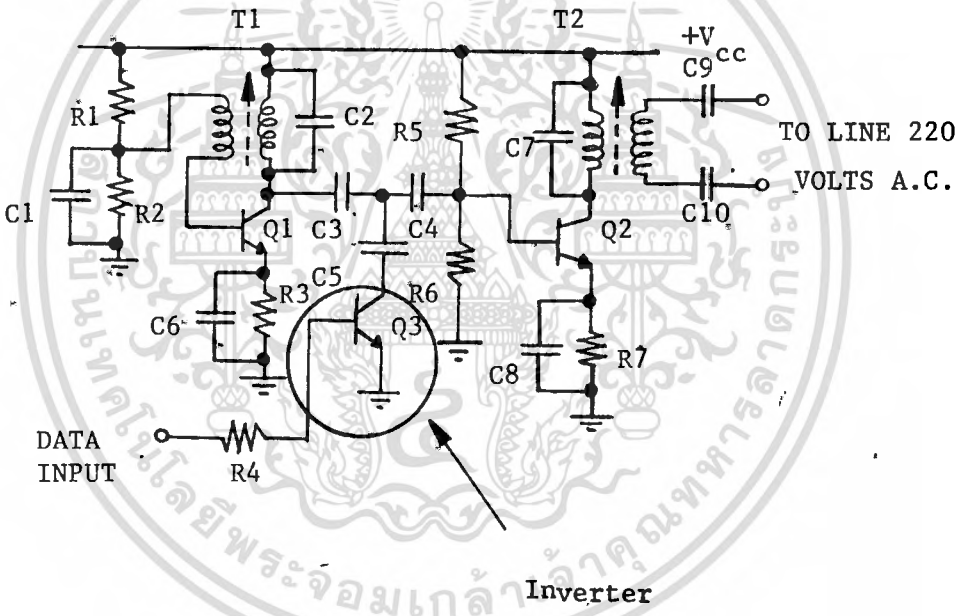
โครงสร้างของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์เป็นดังรูปที่ ๗.๑๓



รูปที่ ๗.๑๓ แสดงโครงสร้างของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์

ระบบของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ได้อธิบายมาบ้างแล้วในบทต้น ๆ ดังนั้นในส่วนนี้จะกล่าวเฉพาะโปรแกรมที่ใช้งานเท่านั้น โปรแกรมที่ใช้งานจะถูกแบ่งออกเป็น ๒ ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนแรกเป็นส่วนที่ใช้ติดต่อกับส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก โครงสร้างของโปรแกรมในส่วนนี้จะเหมือนกับส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กทุกประการจึงไม่ขอกล่าวอีกในที่นี้ สำหรับส่วนที่สองจะทำหน้าที่ส่งหรือรับข้อมูลจากสายไฟไลน์ ลักษณะของสัญญาณที่ส่งได้อธิบายมาแล้วในบทที่ ๖ แต่จะต้องดัดแปลงแก้ไขเล็กน้อย กล่าวคือ ในสภาวะปกติของขารับสัญญาณเข้าของ 8748 จะถูกต่อด้วยค่าความต้านทานเข้ากับไฟเลี้ยงทำให้ลอจิกเป็น ๑ อยู่ตลอด ดังนั้นถ้าให้ลอจิก ๑ ไปควบคุมการเปิดของสัญญาณความถี่สูงจะหาบิทที่เป็นบิทเริ่มต้นไม่พบ ดังนั้นจึงต้องทำการดัดแปลงให้เป็นตรงข้ามคือ ใช้ลอจิก ๐ ไปควบคุมการเปิดของสัญญาณความถี่สูงแทนดังแสดงในรูปที่ ๗.๑๔ เมื่อกระทำดังนี้แล้วจะไม่ต้องเสียเวลาในการส่งพัลส์นำมาก่อนดังที่กล่าวไว้ในบทที่ ๖

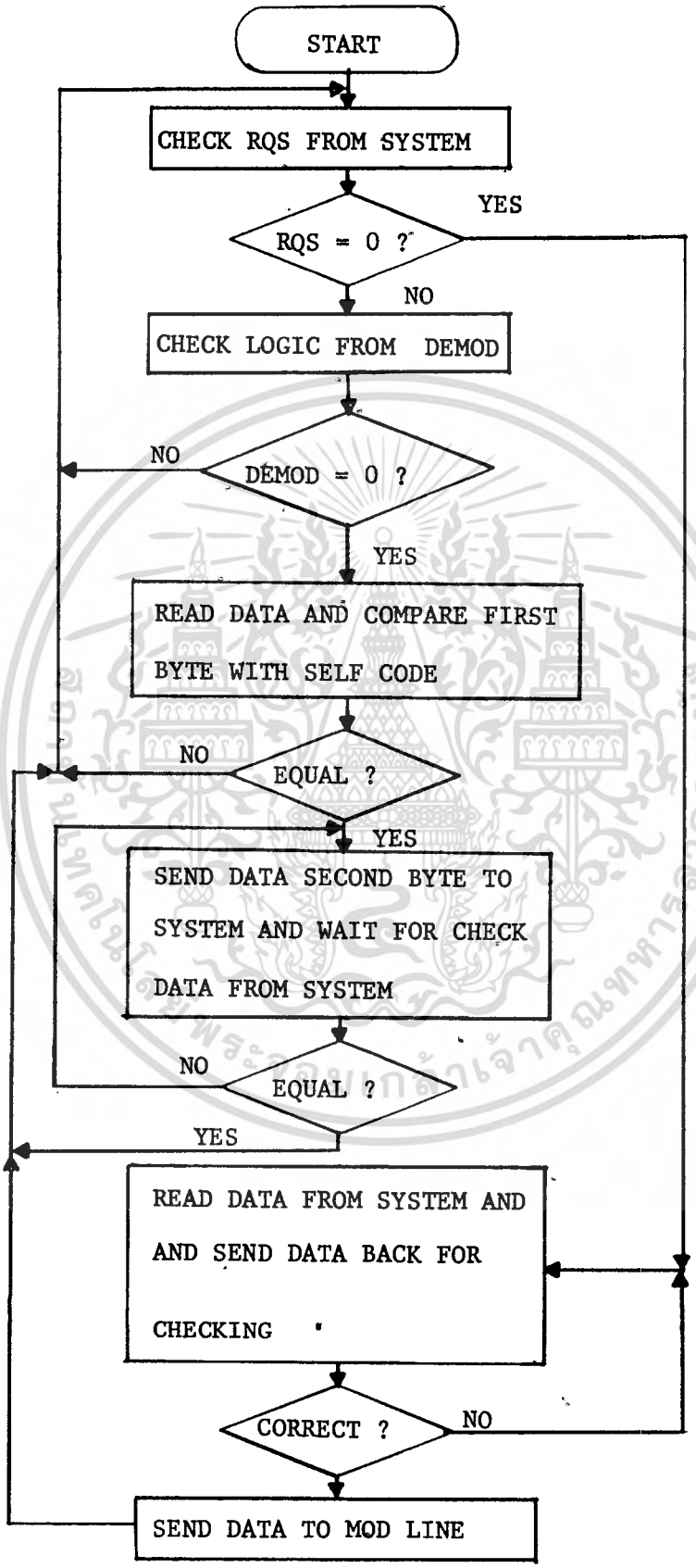
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.๑๔ แสดงการดัดแปลงให้เป็นลอจิก ๐ เข้าทำการเปิด
สัญญาณความถี่สูง

การดัดแปลงก็ไม่มีอะไรมากเพียงแต่ใส่อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เข้าเท่านั้น โปรแกรมที่ใช้งานทั้งหมดของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์สามารถเขียนเป็นโฟล์วชาร์ทได้ดังรูปที่ ๗.๑๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.๑๕ โฟล์วชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 ส่วนควบคุมรอง (Sub-system controller)

ส่วนควบคุมรองได้กล่าวถึงมาบ้างแล้วในบทที่ผ่านมาแต่ไม่ละเอียดนัก ดังนั้นในส่วนนี้จึงได้สรุปหน้าที่ที่สำคัญของส่วนควบคุมรองได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

ก. ตรวจสอบสัญญาณในสายไฟไลน์ว่ามีสัญญาณรหัสปรากฏอยู่หรือไม่ ถ้ามี

- ตรวจสอบดูว่ารหัสนั้นเป็นของยูนิตที่อยู่ในระบบเดียวกันหรือไม่ ในกรณีที่อยู่ในระบบเดียวกัน แสดงว่ามียูนิตใดยูนิตหนึ่งเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นและส่งรหัสแจ้งมา ต้องเก็บรหัสของยูนิตไว้ในหน่วยความจำพร้อมกับเวลา ที่ได้จากส่วนเวลา (Time unit) เพื่อสะดวกต่อการที่จะเรียกตรวจสอบในภายหลัง
- ส่งสัญญาณเตือนภัย
- ในกรณีที่ต่อเครื่องพิมพ์ไว้จะต้องพิมพ์ผลที่รับได้จากสายไฟไลน์ออกมา
- ถ้ามีอุปกรณ์ภายนอกต่ออยู่ต้องส่งรหัสของเครื่อง (Floor code) ออกไปยังอุปกรณ์ที่ต่ออยู่ เช่นเดียวกันในกรณีของส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

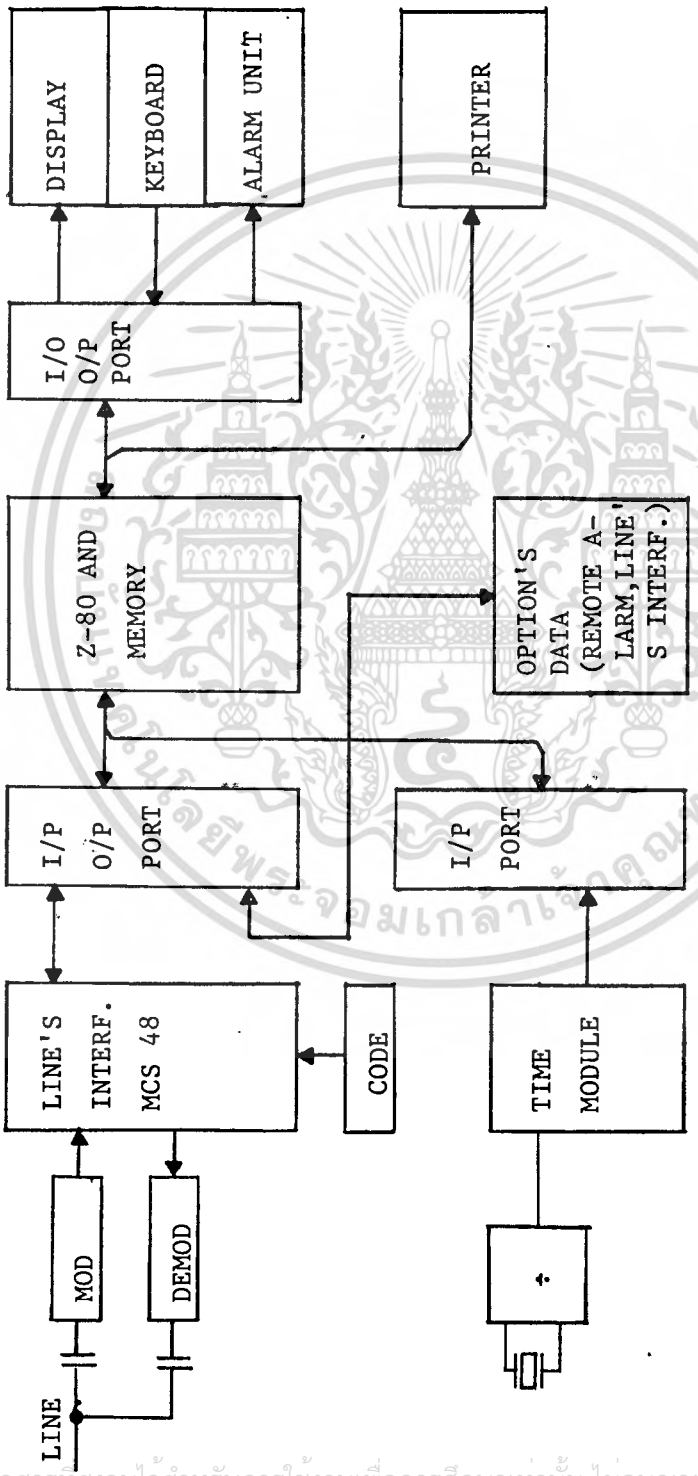
ข. เมื่อผู้ใช้ของตรวจสอบการทำงานแต่ละยูนิต จะต้องส่งรหัสขอตรวจสอบออกไปและรับผลที่ได้ออกมาแสดงให้ทราบว่ายูนิตที่ต้องการทดสอบนั้นกำลังทำงานอยู่หรือไม่

ค. ในสภาวะที่ว่างจากการรับรหัสและข้อมูลจากส่วนคีย์บอร์ดจะต้องนำเวลาจากส่วนเวลามาแสดงบนส่วนแสดงผล

จากที่กล่าวมานี้จะเห็นว่าส่วนควบคุมรองจะต้องมีส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์อยู่ด้วย ดังรูปที่แสดงไว้ในรูปที่ ๗.๒ ถ้านำมาเขียนโครงสร้างให้ละเอียดขึ้นจะได้ดังรูปที่ ๗.๑๖ ตามโครงสร้างของระบบที่เขียนขึ้นนี้จะมีหลายส่วนที่ซ้ำกับทางด้านของยูนิตจึงจะไม่กล่าวรายละเอียดของส่วนที่ซ้ำกันอีก ขณะเดียวกันส่วนที่เป็นไมโครโปรเซสเซอร์จะเลือกใช้บอร์ดไมโครโปรเซสเซอร์ ๑ (MPF 1) มาใช้งานเลย เพราะลักษณะโครงสร้างของบอร์ดเข้ากันได้ โดยทำการตัดคีย์บอร์ดที่ไม่จำเป็นออกไปและเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่ อีกประการหนึ่งบอร์ดนี้สามารถต่อเครื่องพิมพ์เข้าไปใช้งานได้เลย (เครื่องพิมพ์นี้เป็นอุปกรณ์สนับสนุนของบอร์ด MPF 1) ทำให้ลดเวลาในการสร้างลงไปได้มาก

จากรูปที่ ๗.๑๖ ส่วนที่เพิ่มขึ้นมาใหม่อีกส่วนหนึ่งคือส่วนเวลาจะเห็นว่าในส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กนั้นใช้ซอฟแวร์ (Software) เป็นตัวสร้างฐานของเวลาแต่ละ ๑ วินาทีขึ้นมา โดยการใช้

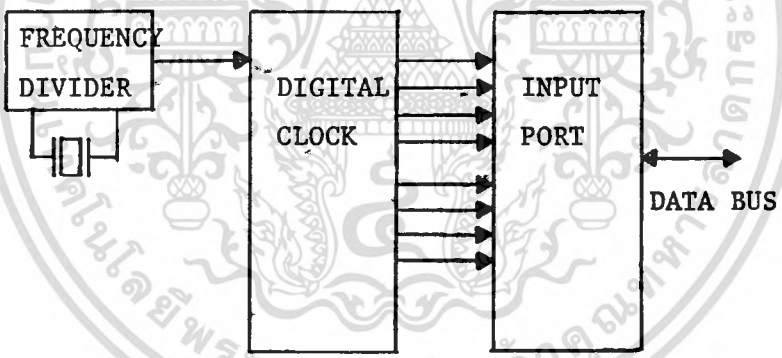
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.๑๖ แสดงโครงสร้างของส่วนควบคุมรองทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

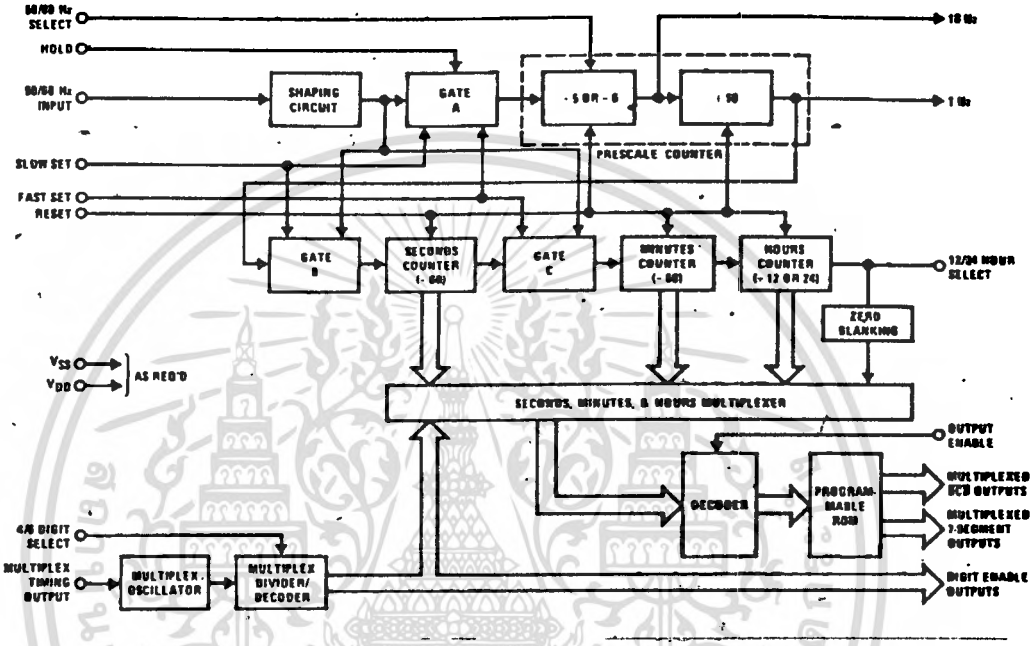
โปรแกรมแสดงผลหลาย ๆ ครั้ง ทั้งนี้โดยอาศัยสมมติฐานว่าการตรวจสอบตัวตรวจจับสัญญาณใช้เวลาแน่นอน การติดต่อกับอุปกรณ์ที่ต่ออยู่โดยการส่งข้อมูลแบบอนุกรมก็ใช้เวลาค่อนข้างแน่นอนเช่นเดียวกัน และในขณะที่ส่วนควบคุมเข้าทำงานในโปรแกรมปกติแล้วจะไม่มีการรับคำสั่งจากส่วนป้อนข้อมูลหรือคีย์บอร์ด ฉะนั้นค่าผิดพลาดของฐานของเวลาแต่ละ ๑ วินาทีจะไม่มาก แต่ในกรณีของส่วนควบคุมรองจะต้องเสียเวลาส่วนหนึ่งไปกับเครื่องพิมพ์ในกรณีที่เครื่องพิมพ์ต่ออยู่ซึ่งมากพอสมควร และถ้าส่วนเชื่อมต่อไปไลน์ขอส่งรหัสจะทำให้ต้องหยุดพิมพ์แล้วไปรับรหัสก่อนเพราะถือว่าสำคัญกว่าจึงทำให้ค่าเวลาที่ใช้ไม่แน่นอนนัก อีกประการหนึ่งคือ ในขณะทำงานปกติจะต้องคอยรับผลจากส่วนคีย์บอร์ดมาปฏิบัติด้วยทำให้ไม่สามารถนับค่าเวลาที่แน่นอนได้ เพื่อตัดปัญหาเหล่านี้จึงเปลี่ยนมาใช้ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เข้าช่วยโดยสร้างส่วนเวลาขึ้นมาคอยส่งข้อมูลของเวลาในรูปของรหัส บี.ซี.ดี. (BCD) มาให้ตลอดเวลา เมื่อต้องการใช้งานก็อ่านเข้ามาเท่านั้น โครงสร้างของส่วนนี้จะเป็นดังรูปที่ ๗.๑๗



รูปที่ ๗.๑๗ แสดงโครงสร้างของส่วนเวลา

ตามรูปที่ ๗.๑๗ และ ๗.๑๘ MM 5311 จะส่งข้อมูลป้อนไปยังพอทของไมโครโปรเซสเซอร์ในรูปของ บี.ซี.ดี. โดยมัลติเพล็กซ์สอดคล้องกับลอจิก ที่จะนำไปมัลติเพล็กซ์เลือกแต่ละหลักของส่วนแสดงผลในกรณีที่ต่อกับแผงแสดงผล แต่ในที่นี้ไม่ได้ต่อกับแผงแสดงผลแต่ต่อกับพอทแทน ดังนั้นจึงต้องใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำการตรวจสอบเอาว่าข้อมูล บี.ซี.ดี. ที่ได้เป็นของหลักไหน เนื่องจากไม่ต้องการเวลาที่ละเอียดเป็นวินาทีและเป็นการประหยัดพอทด้วย จึงเลือกแสดงผลแค่สี่หลักคือชั่วโมงและนาที โดยการปล่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

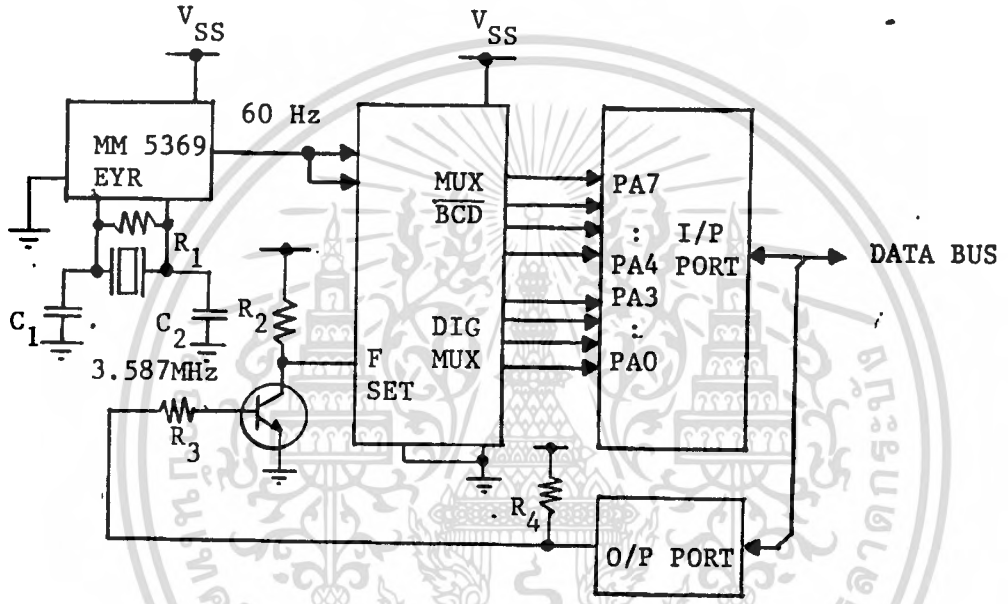


รูปที่ ๗.๑๘ แสดงโครงสร้างภายในของ ไอ.ซี. เบอร์ MM 5311 ซึ่งทำหน้าที่ป้อนข้อมูลของเวลาเข้าไปยังส่วนของไมโครโปรเซสเซอร์

ขา 4/6 Digit select ลอยไว้ไม่ต้องต่อกับอะไร ความเร็วของการมัลติเพล็กซ์แต่ละหลักขึ้นกับความถี่ที่ป้อนเข้าไปที่ขา Multiplex timing output และเลือกใช้สัญญาณ ๖๐ เฮิทซ์ที่ได้จากการหารก้อนผลึก (Crystal) ด้วย ไอ.ซี. เบอร์ 5369-60EYR จาก ๓.๕๘๗ เมกกะเฮิทซ์มาเป็น ๖๐ เฮิทซ์ นี้จะถูกป้อนเข้าที่ขา 50/60 H_z input ด้วย ขา 50/60 H_z select จะต้องต่อกับ V_{DD} เป็นการเลือกใช้สัญญาณ ๖๐ เฮิทซ์ ขา 12/24 Hour select ปล่อยลอยไว้เป็นการเลือกว่าใน ๑ วันให้แสดงผลเป็นระบบ ๒๔ ชั่วโมง อีกขาหนึ่งที่มีความสำคัญคือ ขา Slow set และ Fast set ขา Slow set จะไม่นำมาใช้จึงปล่อยไว้ ไม่ต้องต่อกับอะไร การตั้งเวลาจะกระทำผ่านขา Fast set

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยต่อเข้ากับ V_{DD} เมื่อต้องการให้เวลาที่แสดงไว้มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ในส่วนนี้จะกระทำการควบคุมผ่านไมโครโปรเซสเซอร์ โดยอาศัยพอทมาเป็นตัวสวิชต่อเข้ากับ V_{DD} แล้วอ่านค่าเข้าไปตรวจสอบว่าค่าได้เท่าที่ต้องการหรือยัง ถ้าเท่าตามที่ต้องการแล้วก็เลิกต่อขา Fast set เข้ากับ V_{DD} ตามที่ได้อธิบายมาสามารถเขียนวงจรที่ใช้งานจริงได้ดังรูปที่ ๗.๑๙



PA0 = MIN (unit)
PA1 = MIN (TEN)
PA2 = HR (unit)
PA3 = HR (TEN)
PA4 = LSB OF $\overline{BCD}$ MUX
PA5 = BIT 1 OF $\overline{BCD}$ MUX
PA6 = BIT 2 OF $\overline{BCD}$ MUX
PA7 = MSB OF $\overline{BCD}$ MUX

รูปที่ ๗.๑๙ แสดงวงจรที่ใช้งานของส่วนนาฬิการวมทั้งส่วนกำเนิดความถี่ ๖๐ เฮิทซ์ด้วย

จากรูปที่ ๗.๑๙ เมื่อต้องการอ่านข้อมูลเข้าไปจะต้องทำการตรวจสอบก่อนว่าข้อมูลที่ได้จาก PA0-PA3 ขณะนั้นเป็นของหลักใด เพื่อความสะดวกจะทำการรอให้เริ่มต้นที่ PA0 ก่อน จะได้อ่านข้อมูลเรียงกันไปอย่างถูกต้องเรียงกันไปดังนี้

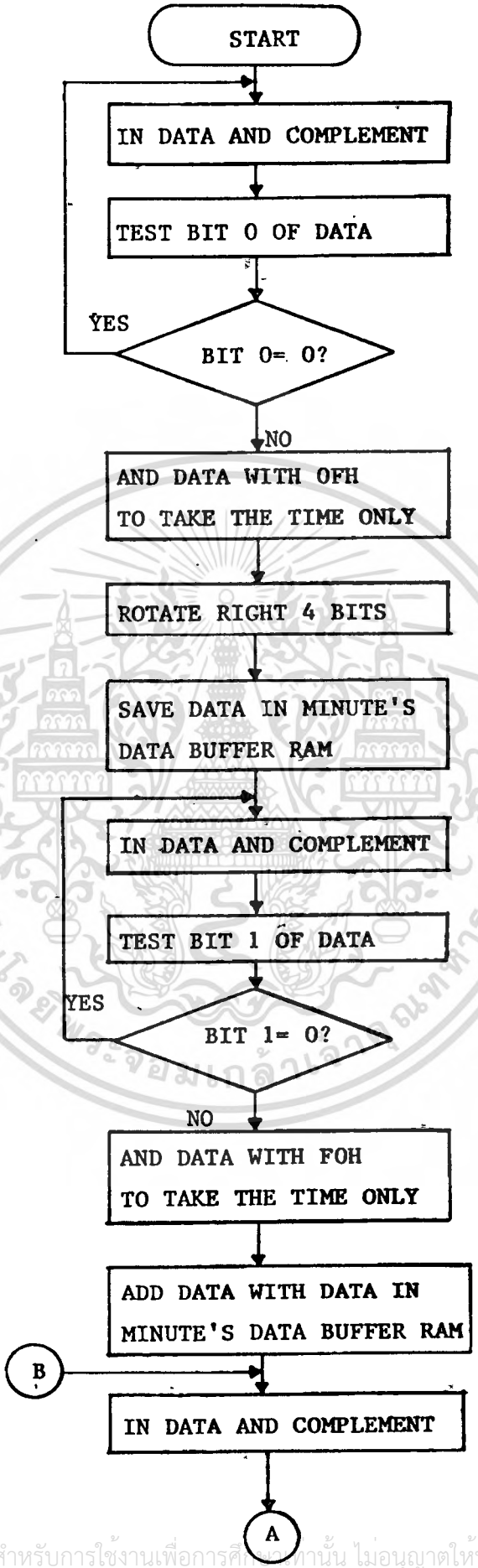
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PA0	PA1	PA2	PA3	Multiplex BCD of
1	0	0	0	Minute (unit)
0	1	0	0	Minute (ten)
0	0	1	0	Hour (unit)
0	0	0	1	Hour (ten)

และโครงสร้างของโฟล์วชาร์ทของการอ่านจะเป็นดังรูปที่ ๗.๒๐

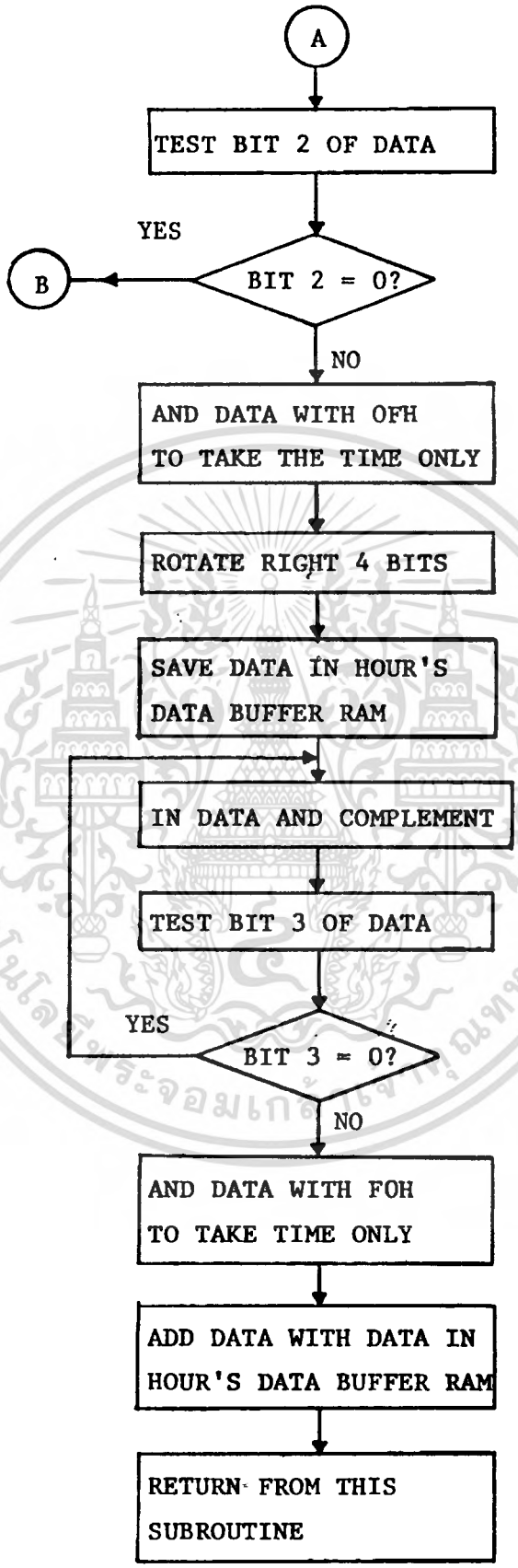
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ ๗.๒๐ โฟล์วชาร์ท
แสดงการอ่านข้อมูลของ
เวลาจากส่วนเวลา

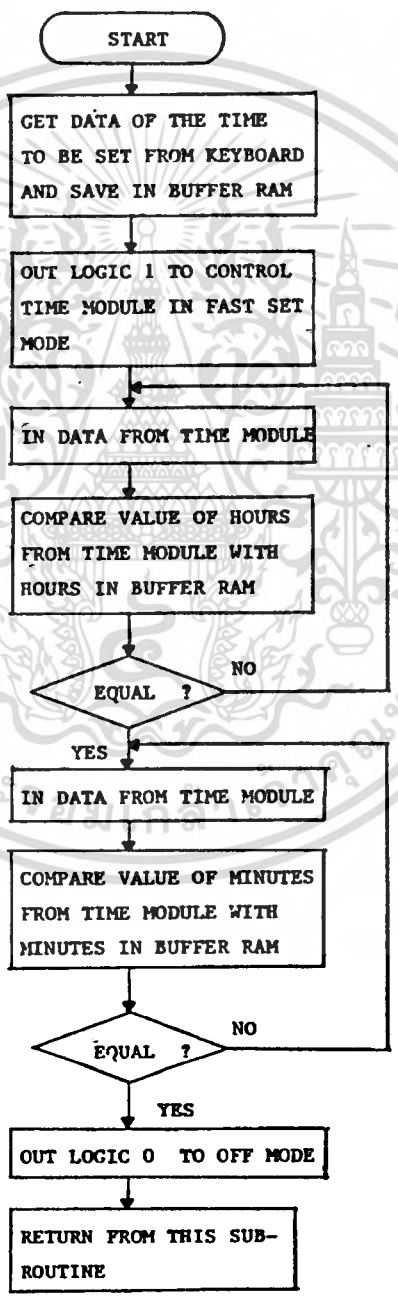
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.๒๐ ข) โฟล์วชาร์ทแสดงการอ่านข้อมูลของเวลาจากส่วนเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

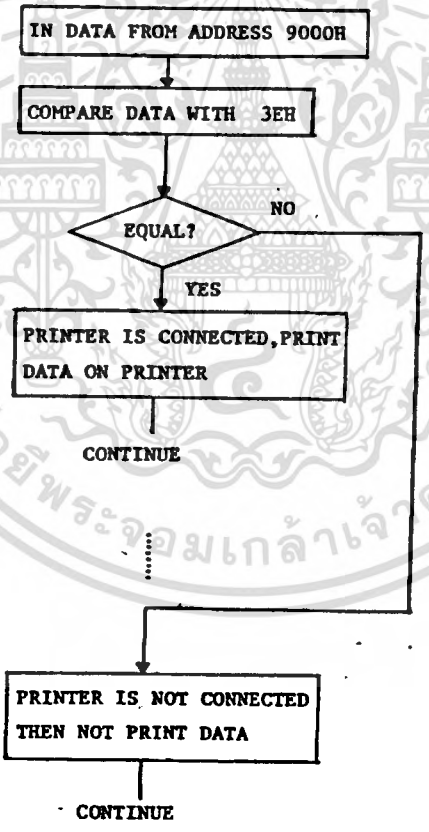
ส่วนการตั้งเวลานั้น เมื่อใช้ฟังก์ชั่นของ Fast set แล้ว การเพิ่มของตัวเลขที่แสดงบนแผงแสดงผลจะเร็วมาก จนคิดว่าเมื่อเวลาถึงตามต้องการแล้วจะไม่สามารถหยุดได้ทัน จึงเลือกใช้พอทมาควบคุมแทนที่จะใช้มือกดสวิช โดยอาศัยหลักการง่าย ๆ คือ ส่งลอจิก ๑ ออกไปที่พอทนี้เพื่อบังคับให้ขา Fast set ต่อกับ V_{DD} จากนั้นก็ทำการเอาข้อมูลเข้าไปทำการเปรียบเทียบตลอดเวลา เมื่อเท่ากันแล้วก็ส่งลอจิก ๐ ออกมายกเลิกการต่อ Fast set เข้ากับ V_{DD} ก็จะได้โครงสร้างของโฟล์วชาร์ทง่าย ๆ ดังรูปที่ ๗.๒๑



รูปที่ ๗.๒๑ แสดงการตั้งเวลาจากการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

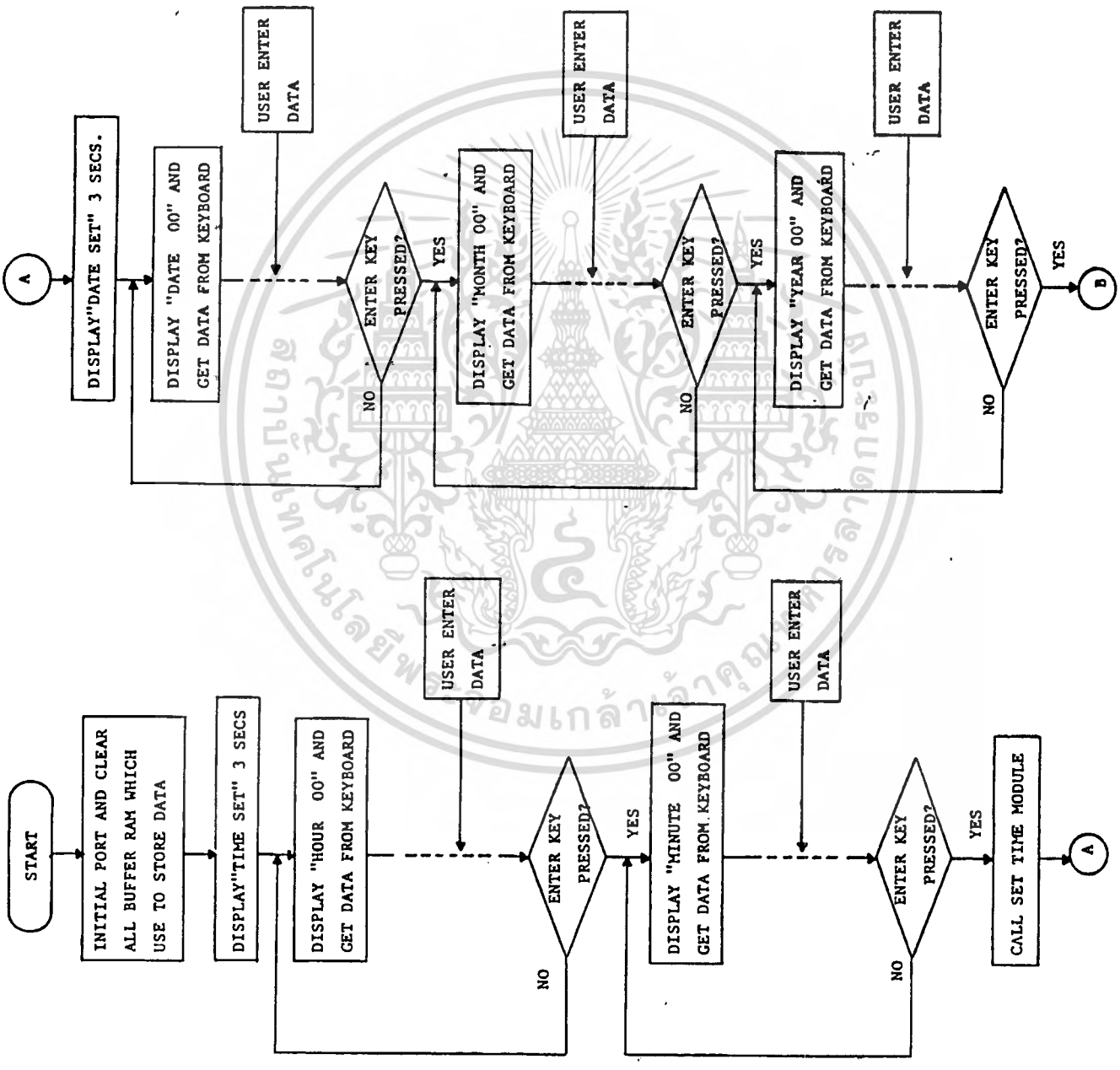
สำหรับโครงสร้างของโปรแกรมมีหลายส่วนที่ซ้ำกับส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก เช่น การสแกนแผงแสดงผล การสแกนคีย์บอร์ด การส่งข้อมูลไปยังส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ การรับข้อมูลจากส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ เป็นต้น ดังนั้นจะไม่กล่าวถึงโปรแกรมเหล่านี้อีก การตรวจสอบว่ามีเครื่องต่ออยู่หรือไม่ทำได้ง่าย ๆ โดยเรียกหน่วยความจำในเครื่องพิมพ์ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งซึ่งทราบอยู่แล้วว่ามีค่าเป็นเท่าไรมาทำการตรวจสอบ เช่น โปรแกรมของเครื่องพิมพ์เริ่มที่ แอดเดรส 9000H โดยขึ้นต้นด้วย LDA, 3EH: ฉะนั้นแอดเดรสที่ตำแหน่ง 9000H จะต้องมีข้อมูล 3EH อยู่ ถ้ามีการต่อเครื่องพิมพ์ไว้ แต่ถ้าไม่ต่อค่าที่ได้จะเป็นค่า FFH ซึ่งเป็นค่าของ ดาต้าบัส (Data bus) ที่ถูกต่อความต้านทานเข้าไฟเลี้ยงไว้ (pull up resister) หรือเขียนโฟล์วชาร์ทได้ดังรูปที่ ๗.๒๒



รูปที่ ๗.๒๒ วิธีการทดสอบว่ามีเครื่องพิมพ์ต่ออยู่หรือไม่

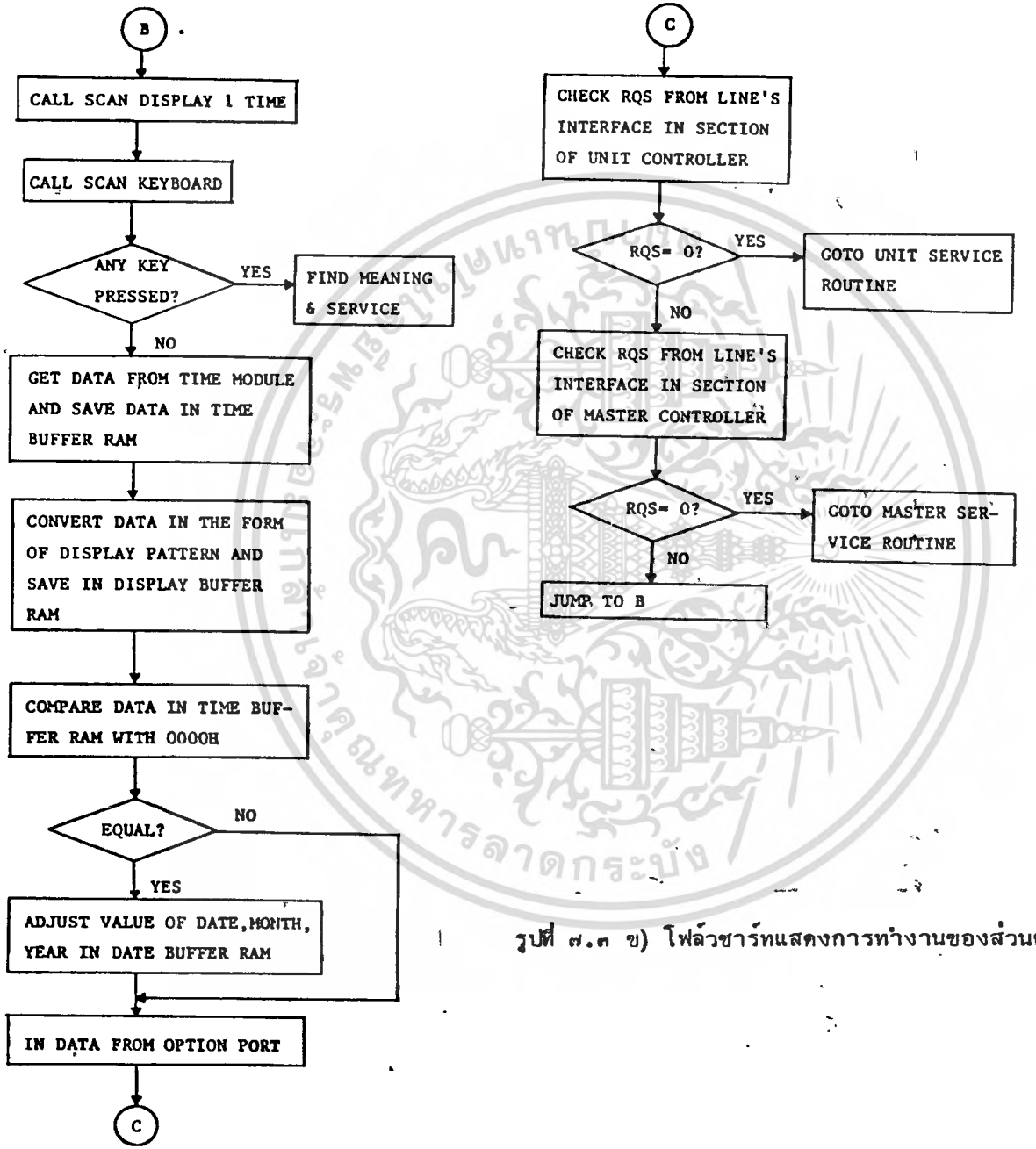
โฟล์วชาร์ทการทำงานของส่วนควบคุมรองในส่วนของที่ใช้ Z-80 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์อย่างคร่าว ๆ เป็นดังรูปที่ ๗.๒๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



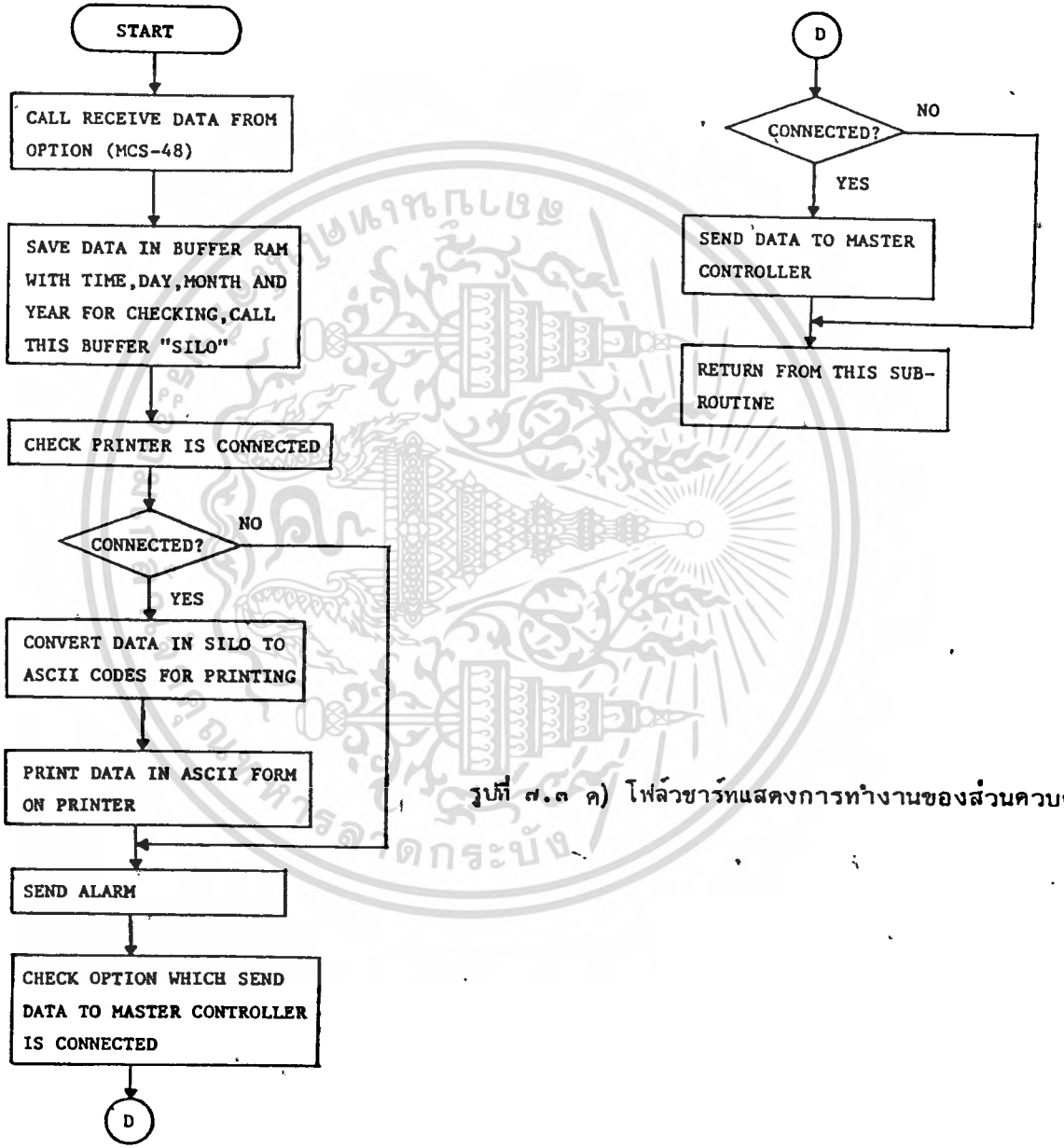
รูปที่ ๗.๓ ก) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของส่วนควบคุมรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



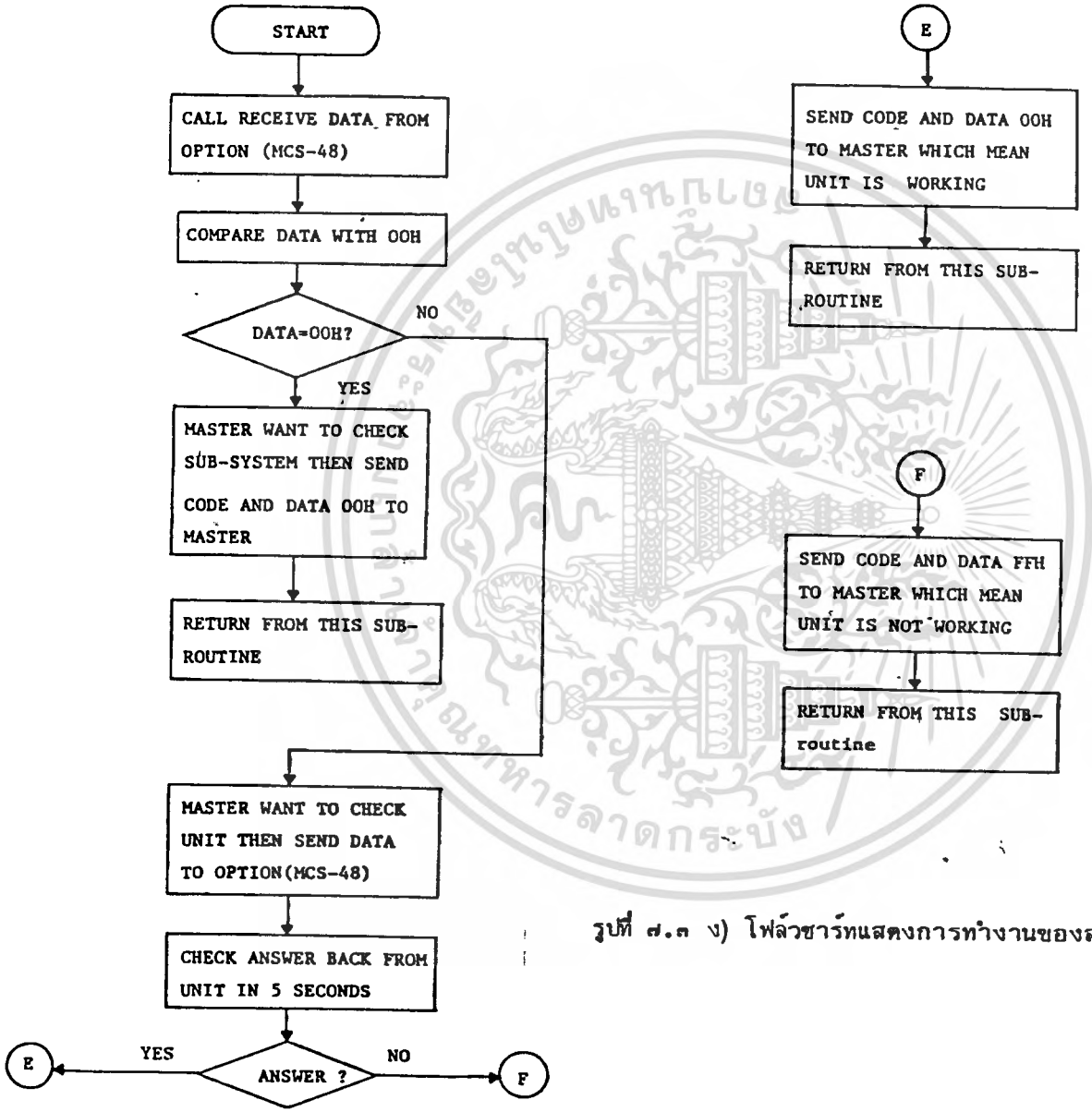
รูปที่ ๗.๓ ข) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของส่วนควบคุมรอง

UNIT SERVICE ROUTINE (RECEIVE DATA FROM UNIT CONTROLLER)

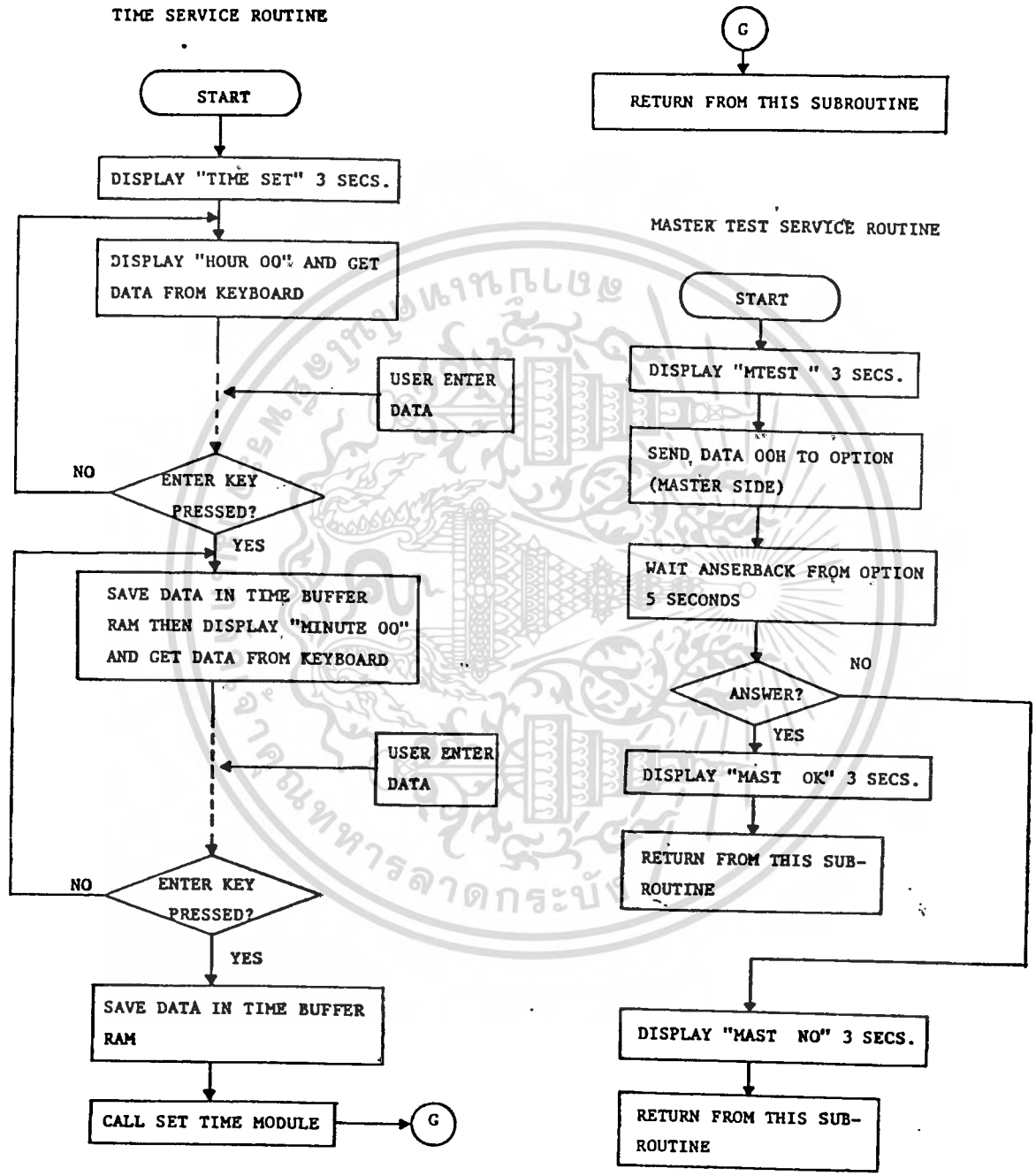


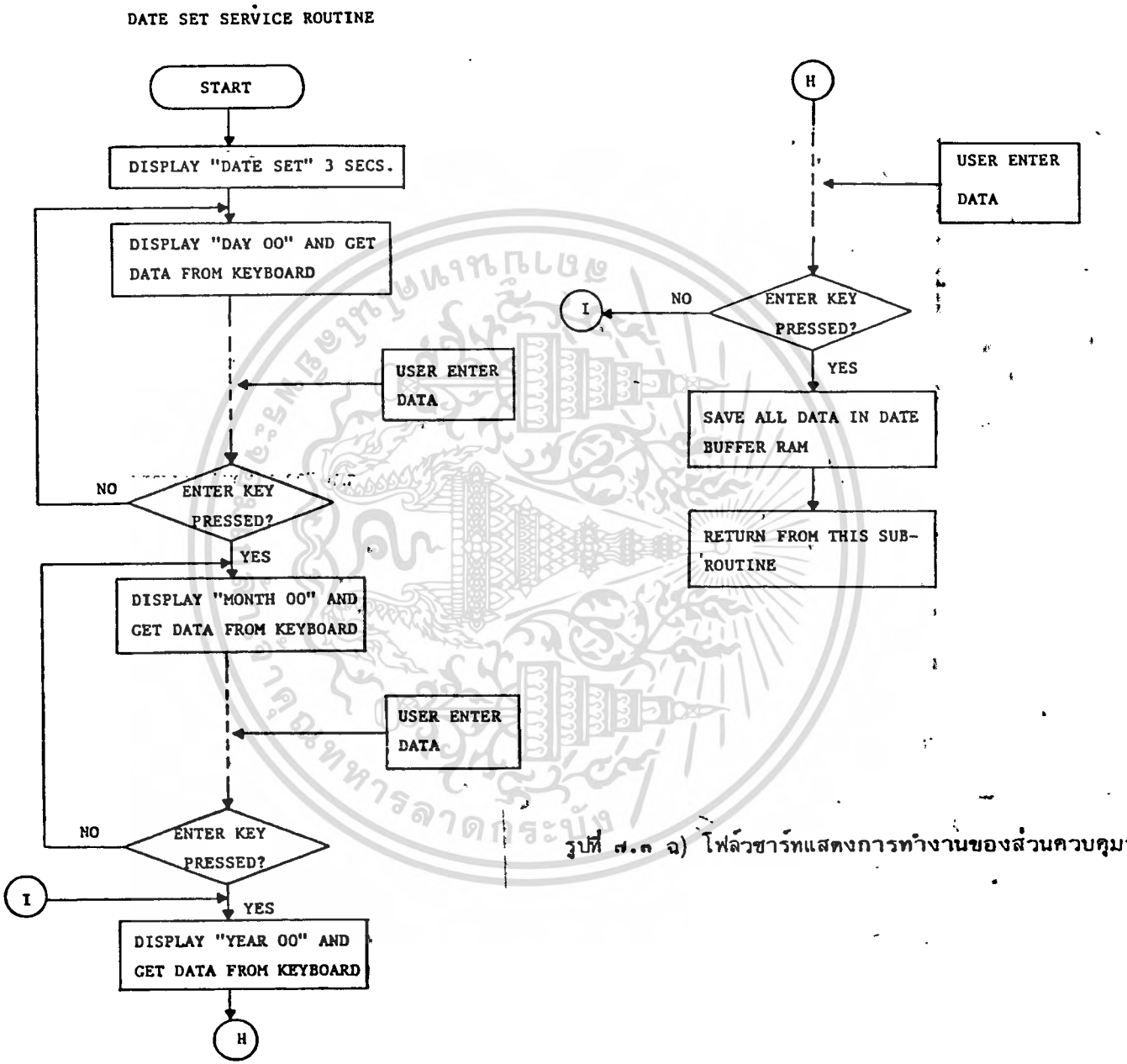
รูปที่ ๗.๓ ค) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของส่วนควบคุมรอง

MASTER SERVICE ROUTINE(RECEIVE DATA FROM MASTER CONTROLLER)

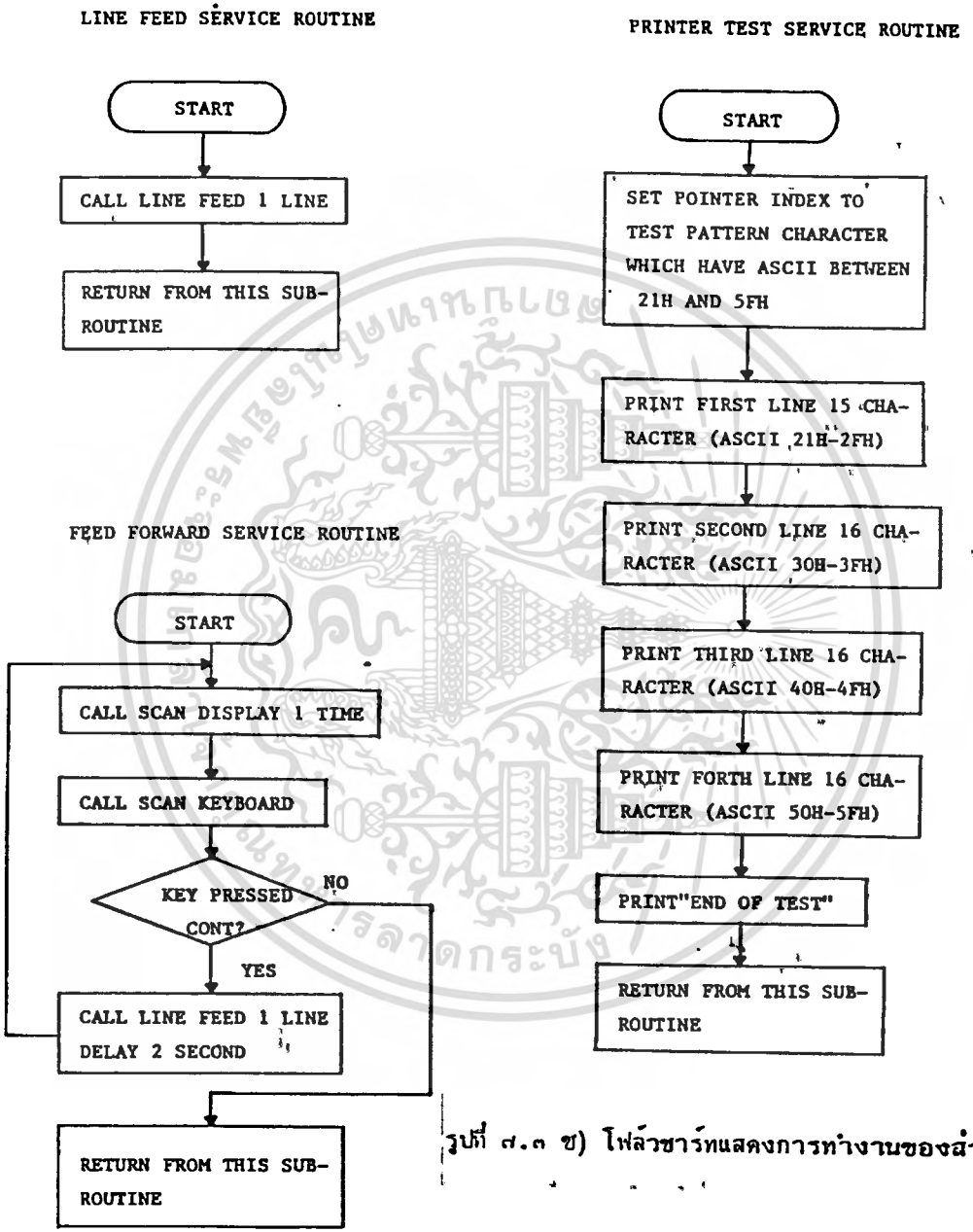


รูปที่ ๙.๓ ง) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของส่วนควบคุมรอง


TIME SERVICE ROUTINE
START
DISPLAY "TIME SET" 3 SECS.
DISPLAY "HOUR 00" AND GET DATA FROM KEYBOARD
USER ENTER DATA
NO
ENTER KEY PRESSED?
YES
SAVE DATA IN TIME BUFFER RAM THEN DISPLAY "MINUTE 00" AND GET DATA FROM KEYBOARD
USER ENTER DATA
NO
ENTER KEY PRESSED?
YES
SAVE DATA IN TIME BUFFER RAM
CALL SET TIME MODULE
G
G
RETURN FROM THIS SUBROUTINE
MASTER TEST SERVICE ROUTINE
START
DISPLAY "MTEST " 3 SECS.
SEND DATA 00H TO OPTION (MASTER SIDE)
WAIT ANSERBACK FROM OPTION 5 SECONDS
NO
ANSWER?
YES
DISPLAY "MAST OK" 3 SECS.
RETURN FROM THIS SUB-ROUTINE
DISPLAY "MAST NO" 3 SECS.
RETURN FROM THIS SUB-ROUTINE



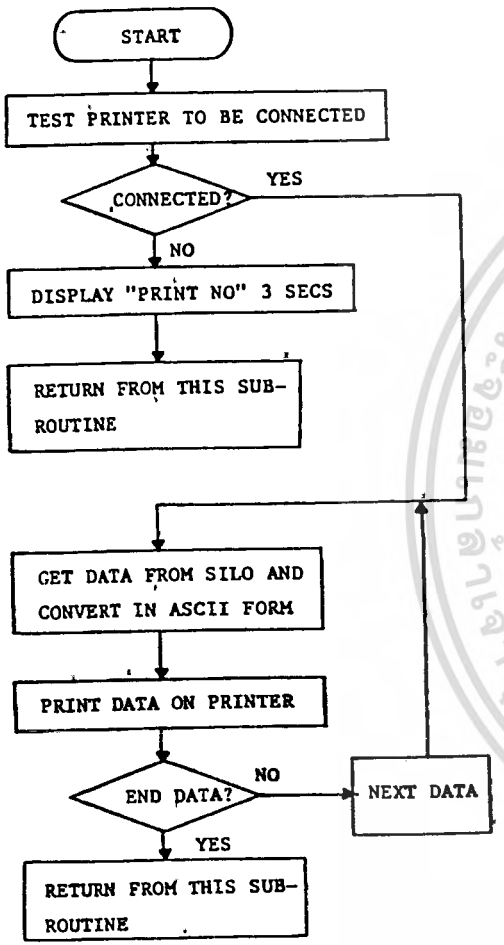
รูปที่ ๗.๓ ฉ) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของส่วนควบคุมรอง



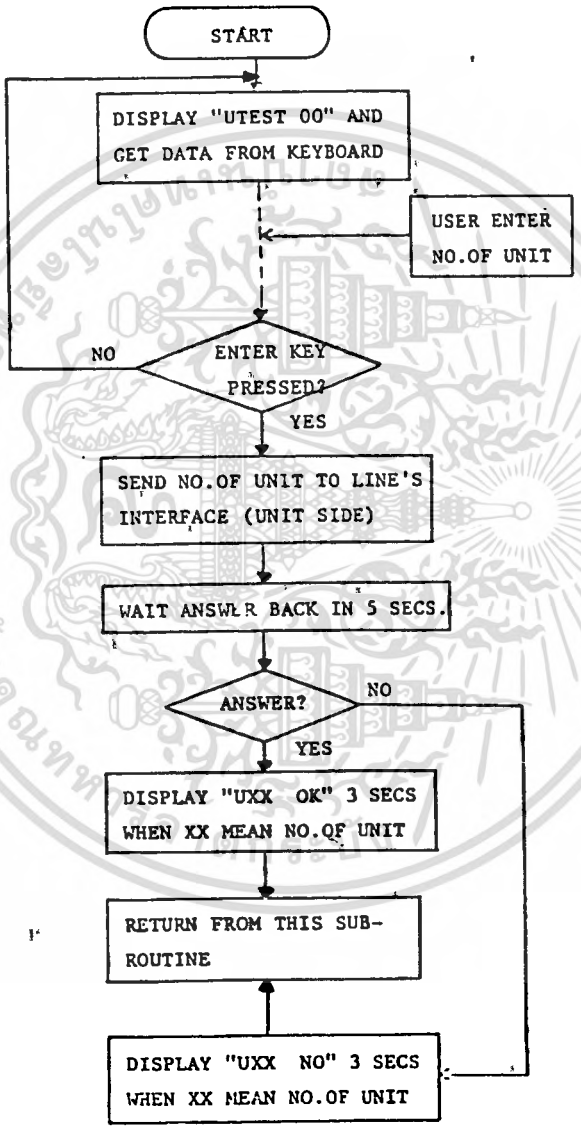
รูปที่ ๘.๓ ข) โฟล์วชาร์ทแสดงการทำงานของส่วนควบคุมรอง

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ในรูปแบบใดๆ โดยไม่ได้รับอนุญาต

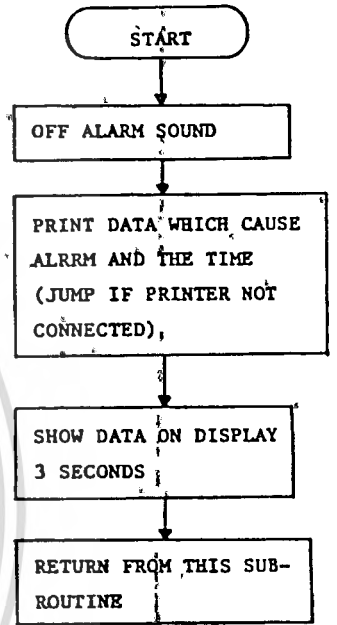
DUMP DATA FROM SILO TO PRINTER



UNIT TEST SERVICE ROUTINE



ALARM OFF SERVICE ROUTINE



บทที่ 8

การเชื่อมต่อระบบขนาดกลางเป็นระบบขนาดใหญ่

ในกรณีที่ต้องการเชื่อมต่อระบบขนาดกลางเข้าหากันเพื่อสามารถควบคุมได้ง่ายขึ้นกรณีเดียวกับส่วนควบคุมรองกระทำต่อระบบขนาดเล็กในแต่ละยูนิต ก็จะต้องมีส่วนควบคุมอีกส่วนหนึ่งเข้ามาจัดการ ในที่นี้ให้ชื่อว่า ส่วนควบคุมหลัก (Master controller) จุดมุ่งหมายหลักของส่วนนี้สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกมากกว่าเพราะโดยแท้จริงแล้ว จำนวนของยูนิตในแต่ละระบบของส่วนควบคุมรองสามารถขยายได้มากกว่า ๙๙ ยูนิต โดยทำการเพิ่มพอท ทั้มบัวลสวิช และจำนวนบิทที่ส่ง แต่ลองพิจารณาดูว่าในกรณีที่ยิ่งใช้ระบบขนาดเล็กจำนวนมากยูนิตแล้วใช้ส่วนควบคุมรองควบคุมตัวเดียว เวลาที่เกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นจะทำให้เสียเวลาตรวจสอบหาว่ายูนิตหมายเลขนั้นอยู่ที่ใด ด้วยปัญหานี้จึงมีแนวความคิดว่าควรจะแบ่งแยกออกเป็นส่วน ๆ ตามรูปในบทที่ ๒ ส่วนควบคุมหลักจะรับแจ้งเหตุจากส่วนควบคุมรองของแต่ละชั้นของตึกและส่วนควบคุมรองจะรับแจ้งเหตุเฉพาะส่วนควบคุมระบบขนาดเล็ก เฉพาะที่มีรหัสเป็นของตัวเองเท่านั้น นั่นย่อมหมายความว่าเมื่อเกิดการเตือนขึ้นที่ส่วนควบคุมหลัก ส่วนควบคุมหลักจะแจ้งออกมาว่าชั้นใดที่เกิดเหตุขึ้นและเมื่อทำการตรวจสอบกับส่วนควบคุมรองก็จะทราบว่าห้องใดในชั้นนี้เกิดเหตุขึ้น ความสะดวกอีกประการหนึ่งคือ การทดสอบต่าง ๆ ของแต่ละยูนิตก็สามารถแจ้งผ่านต่อส่วนควบคุมหลักได้เช่นกัน

โครงสร้างของระบบจะคล้ายกันกับส่วนควบคุมรองเชื่อมต่อกับยูนิตต่าง ๆ คือถ้าถือว่าส่วนควบคุมรองแต่ละส่วนเป็น ๑ ยูนิตแล้ว ส่วนควบคุมหลักก็คือส่วนควบคุมรองนั่นเอง ฉะนั้นจะสามารถเขียนโครงสร้างของระบบได้ดังรูปที่ ๘.๑

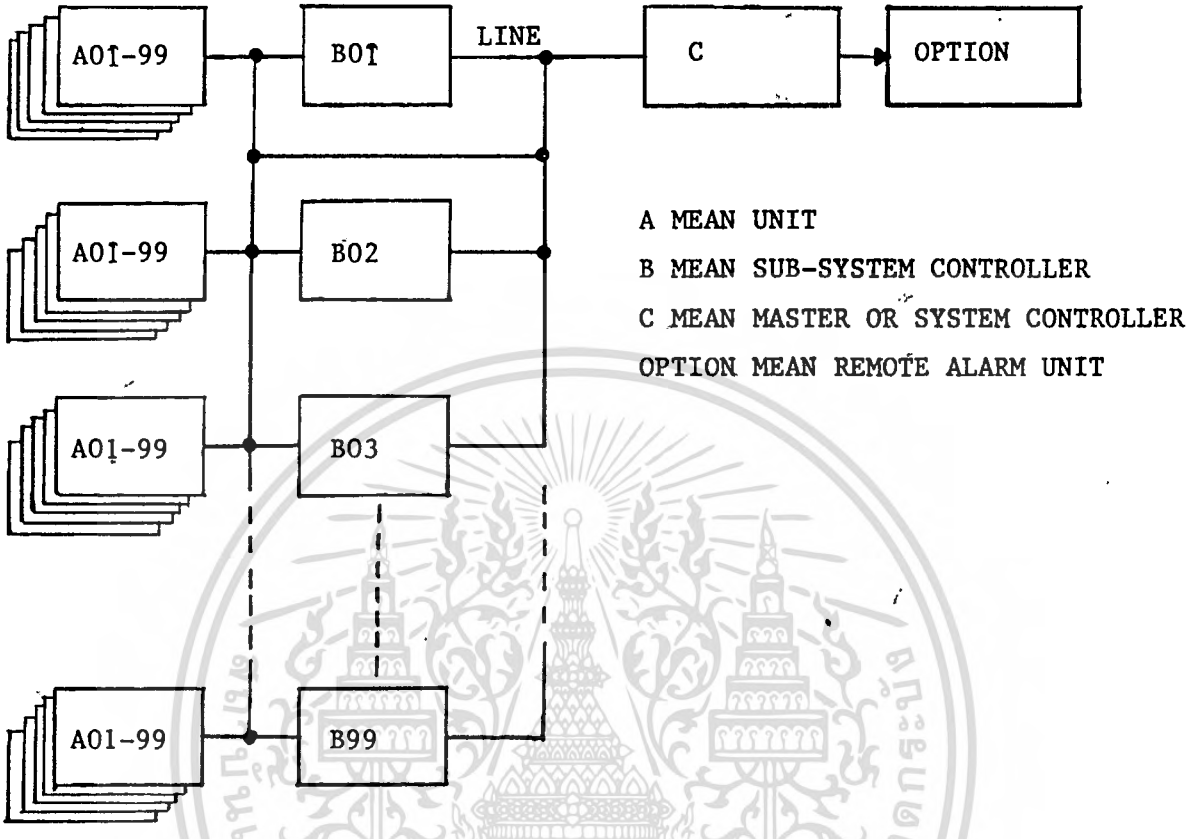
ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ ๘.๑ สมมติว่าส่วนควบคุมรองมีแค่สามระบบคือ ๐๑, ๐๒, ๐๓ และให้ยูนิตที่ ๑๖ ของส่วนควบคุมรองเกิดสัญญาณเตือนขึ้น ลำดับการส่งข้อมูลและเตือนภัยจะเป็นดังนี้

๑. เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณของยูนิตที่ ๑๖ (A16) ตรวจจับพบเหตุผิดปกติจะส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็ก

๒. ส่วนควบคุมของระบบขนาดเล็กจะทำการบันทึกหมายเลขของตัวตรวจจับสัญญาณไว้พร้อมทั้งเวลาที่ตรวจจับได้ จากนั้นจะส่งสัญญาณเตือนภัยดังขึ้นและส่งข้อมูลแบบอนุกรมออกมายังส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ (ข้อมูลที่ส่งคือ ๑๖ ตามที่สมมติขึ้น)

๓. ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะรับข้อมูลของรหัส ๑๖ เข้ามา จากนั้นจะทำการตรวจสอบสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๘.๑ แสดงโครงสร้างของระบบขนาดใหญ่

รหัสของระบบอื่นในสายไฟไลน์ก่อน ถ้าว่างหมายถึงไม่มีรหัสใด ๆ ในสายไฟไลน์ ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะส่งข้อมูลประจำคือ ๐๒ ออกไปยังส่วนเปลี่ยนสัญญาณก่อนแล้วตามด้วย ๑๖

๔. ส่วนเปลี่ยนสัญญาณรหัสแบบอนุกรมเป็นสัญญาณความถี่สูงจะเปลี่ยนสัญญาณรหัสของ ๐๒, ๑๖ ให้เป็นสัญญาณความถี่สูงแล้วป้อนไปตามสายไฟไลน์

๕. ส่วนเปลี่ยนสัญญาณจากสัญญาณความถี่สูงมาเป็นสัญญาณรหัสแบบอนุกรมแล้วป้อนให้ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์

๖. ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ของส่วนควบคุมรองทุกตัวจะรับรหัส ๐๒, ๑๖ นี้ได้เหมือนกันหมดและจะทำการเปรียบเทียบ ๐๒ นี้กับรหัสของตัวมัน ถ้าไม่เท่ากันจะคอยรับรหัสชุดอื่นต่อไป แต่ถ้าเท่ากัน (๐๒) ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะส่งรหัสที่ตามมาคือ ๑๖ เข้าไปยังส่วนของ Z-80 ซึ่งเป็นตัวทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๗. เมื่อ Z-80 ได้รับรหัส ๑๖ เรียบร้อยแล้วจะเก็บรหัสไว้ในหน่วยความจำพร้อมเวลาที่รับได้ พิมพ์ผลที่ได้บนเครื่องพิมพ์ ส่งสัญญาณเตือนภัย จากนั้นก็จะส่งรหัส ๑๖ นี้ออกไปยังส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ซึ่งคนละส่วนกับส่วนแรก

๘. ส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์จะรับสัญญาณ ๑๖ ได้จะทำเช่นเดียวกับข้อ ๓

๙. ส่วนเปลี่ยนสัญญาณจากสัญญาณอนุกรมไปเป็นสัญญาณความถี่สูงจะถูกเปลี่ยนความถี่ไปจากเดิม คือสูงหรือต่ำกว่าในกรณีของข้อ ๔ และข้อ ๕ จะเปลี่ยนสัญญาณอนุกรมที่ได้จากส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์เป็นสัญญาณความถี่สูงป้อนเข้าไฟไลน์ (รหัสที่เปลี่ยนเป็นสัญญาณความถี่สูงคือ ๐๒, ๑๖)

๑๐. ส่วนเปลี่ยนสัญญาณรหัสจากสัญญาณความถี่สูงมาเป็นสัญญาณรหัสแบบอนุกรม จะทำการเปลี่ยนสัญญาณแล้วป้อนให้กับส่วนควบคุมหลัก

๑๑. ส่วนควบคุมหลักจะเก็บข้อมูลนี้ไว้และพร้อมกันนั้นก็จะแสดงออกมาบนแผงแสดงผลพร้อมสัญญาณเตือนภัย

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วถึงทางเดินของรหัสในลักษณะการแจ้งเหตุ สำหรับการทดสอบระบบซึ่งกระทำผ่านทางส่วนควบคุมหลักจะมีหลักการกลับกันกับที่แสดงไว้ และพอสรุปประโยชน์ของส่วนควบคุมหลักได้คร่าว ๆ ดังนี้

๑. สะดวกต่อการตรวจสอบยูนิตที่เกิดเหตุ ไม่ต้องเดินตรวจสอบไปทุก ๆ ส่วนควบคุมรอง

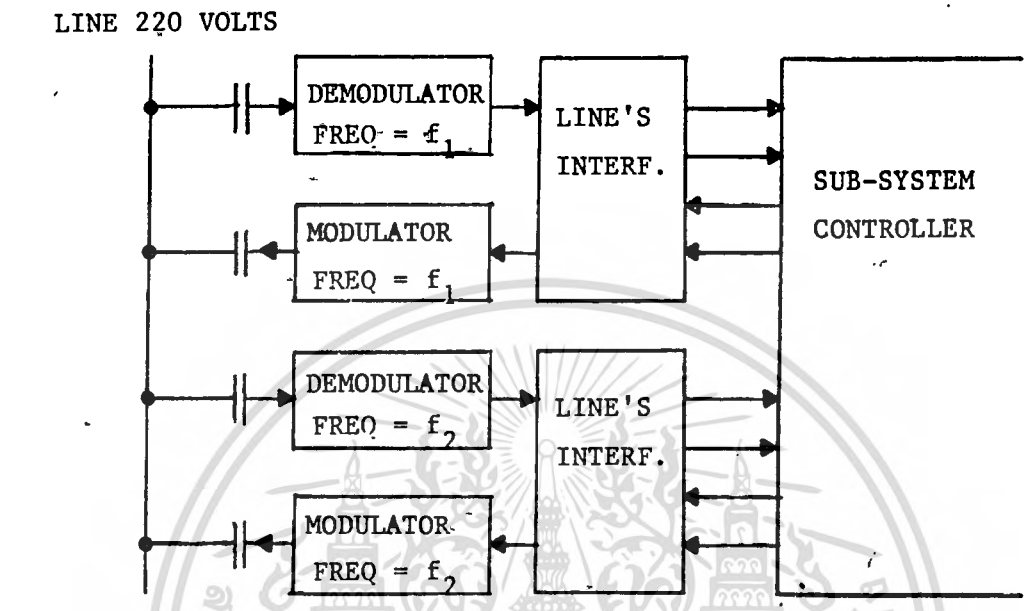
๒. สะดวกต่อการทดสอบการทำงานแต่ละยูนิต

๓. ประหยัดอุปกรณ์แจ้งเหตุ เช่น เครื่องแจ้งเหตุผ่านทางเครื่องส่ง เป็นต้น โดยใช้ที่ส่วนควบคุมหลักที่เดียว แต่ถ้าใช้กับส่วนควบคุมรองจะเสียหลายเครื่อง

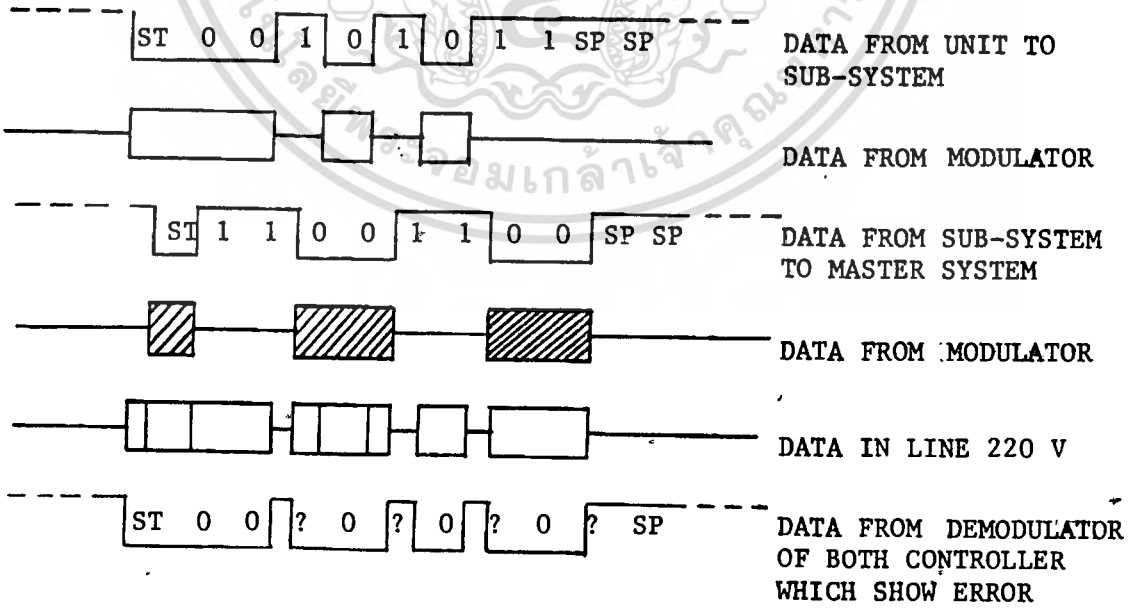
ส่วนควบคุมรองที่จะใช้กับระบบขนาดใหญ่ขึ้นจะต้องเพิ่มส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์เข้าไปอีก ๑ ชุด ที่ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกดังแสดงในรูปที่ ๘.๒

จากรูปที่ ๘.๒ ส่วนเปลี่ยนสัญญาณจากสัญญาณอนุกรมเป็นสัญญาณความถี่สูง และจากสัญญาณความถี่สูงเป็นสัญญาณอนุกรมชุดที่สองจะต้องใช้ความถี่ต่างจากชุดแรก เพราะมิฉะนั้นแล้วส่วนเชื่อมต่อกับไฟไลน์ทั้งสองชุดจะรับสัญญาณได้เหมือนกันทำให้ส่วนควบคุมรองแยกไม่ออกว่าข้อมูลชุดที่รับได้มาจากส่วนไหน และถ้ามีการส่งสัญญาณพร้อมกันสัญญาณจะผสมกันจนแยกไม่ออกทำให้ผิดพลาด ดังรูปที่แสดงไว้รูปที่ ๘.๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๘.๒ แสดงการเพิ่มส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ชุดที่ ๒ เข้าไปเพื่อติดต่อกับส่วนควบคุมหลัก

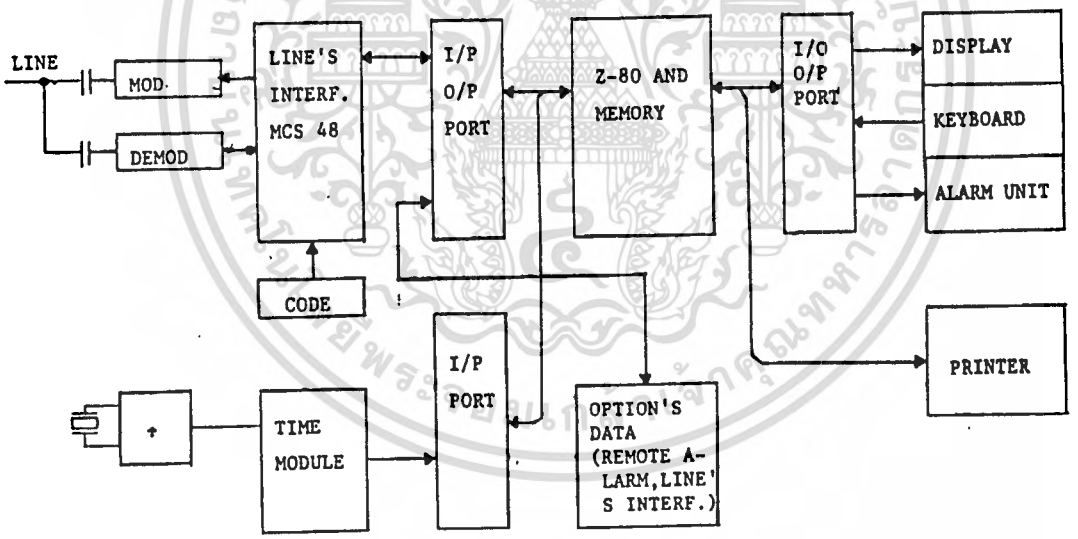


รูปที่ ๘.๓ แสดงการผิดพลาดของการส่งข้อมูลในเวลาเดียวกัน เมื่อใช้สัญญาณความถี่สูงที่ความถี่เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าในรูปที่ ๘.๓ ใช้ความถี่ที่ต่างกันคือจากยูนิตไปส่วนควบคุมรองหรือส่วนควบคุมรองไปยูนิต ใช้ความถี่ f_1 และจากส่วนควบคุมรองไปยังส่วนควบคุมหลักหรือส่วนควบคุมหลักไปยังส่วนควบคุมรองใช้ความถี่ f_2 แล้วจะตัดปัญหานี้ออกไป เพราะในส่วนเปลี่ยนสัญญาณจากสัญญาณความถี่สูงมาเป็นสัญญาณแบบอนุกรมจะมีส่วนกรองความถี่แบบแท้งค์จูน (tank tune) อยู่ ส่วนนี้จะยอมให้เฉพาะความถี่ที่ได้ปรับตั้งไว้ผ่านไปได้เท่านั้น ดังนั้นส่วนที่ใช้กับทางเดินของสัญญาณระหว่างยูนิตกับส่วนควบคุมรองจะแยกเอาเฉพาะสัญญาณที่มีความถี่ f_1 และส่วนที่ใช้กับทางเดินของสัญญาณระหว่างส่วนควบคุมรองกับส่วนควบคุมหลักก็จะแยกเอาเฉพาะสัญญาณที่มีความถี่ f_2 เท่านั้น

เมื่อพิจารณาถึงโครงสร้างของส่วนควบคุมหลักจะสามารถเขียนได้ดังรูปที่ ๘.๔



รูปที่ ๘.๔ แสดงโครงสร้างของส่วนควบคุมหลัก

จากรูปที่ ๘.๔ จะเห็นได้ว่าเหมือนกับส่วนควบคุมรองทุกประการ ลักษณะการทำงานก็เช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงสามารถใช้ส่วนควบคุมรองได้ โดยเปลี่ยนเฉพาะความถี่ของส่วน MOD และ DEMOD ให้มีความถี่ต่างกันกับของยูนิตเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่กล่าวถึงโครงสร้างและโปรแกรมซ้ำอีก

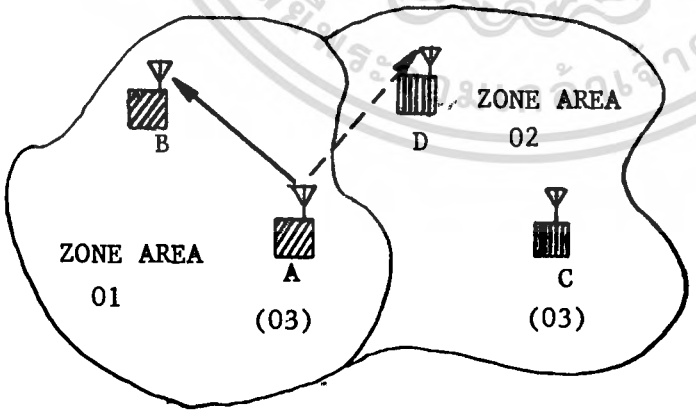
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9

การแจ้งเหตุผ่านทางเครื่องรับ-ส่งวิทยุ เอ.เอ็ม.

การแจ้งเหตุเตือนภัยเป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งของระบบเตือนภัย เพราะถ้าระบบแจ้งเหตุทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว การให้ความช่วยเหลือจะทันต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น แต่ระบบเตือนภัยตามที่ได้กล่าวมาในบทก่อนจะใช้การเตือนภัยเพียงส่งเสียงดังออกมาเท่านั้นซึ่งยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เพราะยังอยู่ในวงแคบเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากไม่สามารถดังไปได้ไกล ๆ ได้ เพื่อให้ระบบป้องกันภัยมีประสิทธิภาพมากขึ้นจึงได้ทำการพัฒนาระบบแจ้งเหตุขึ้นมาใช้งานสองระบบ ระบบแรกกระทำโดยอาศัยเครื่องรับส่งวิทยุเข้าช่วยซึ่งจะอธิบายต่อไปในบทนี้ ระบบที่สองกระทำโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์เข้าช่วยจะได้อธิบายในบทต่อไป

การใช้เครื่องรับ-ส่งวิทยุเข้าช่วยถ่ายทอดรหัสทำให้สามารถแจ้งเหตุไปได้ไกล ๆ แต่ขึ้นอยู่กับ กำลังของเครื่องส่งที่ใช้งานด้วย การแจ้งเหตุด้วยวิธีนี้สามารถแจ้งไปยังสถานีตำรวจได้เลย (ต้องตกลงกันให้แน่นอน) ปัญหาประการหนึ่งที่อาจเกิดขึ้นได้คือ เมื่อมีจุดรับสัญญาณแจ้งเหตุหลายจุดจะทำให้เกิดการสับสนได้ง่ายขอให้พิจารณาจากรูปที่ ๙.๑



รูปที่ ๙.๑ แสดงการใช้รหัสแบ่งเขตเข้าช่วยเพื่อป้องกันการสับสน

จากรูปที่ ๙.๑ สมมติให้ A และ B เป็นบ้านที่ติดตั้งระบบป้องกันภายไว้และใช้ระบบการแจ้งเหตุโดยอาศัยเครื่องรับส่งวิทยุ แต่บ้าน A และ B อยู่ในเขตรับผิดชอบของสถานีตำรวจที่แตกต่างกัน คือ

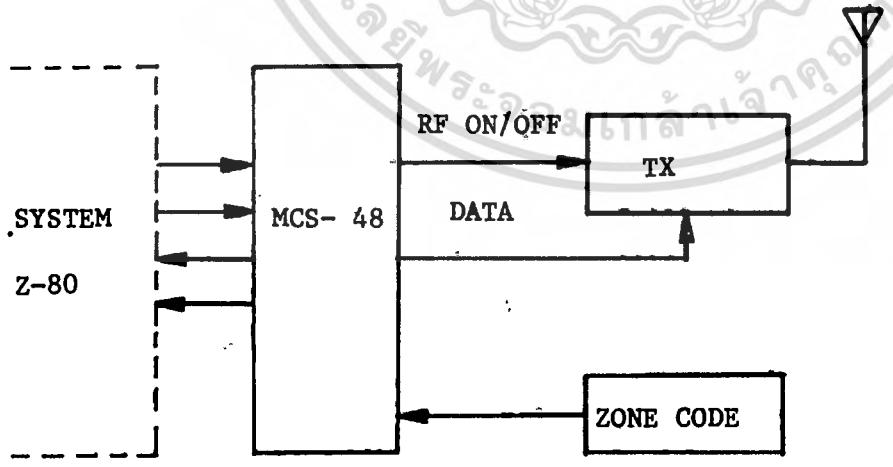
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ้าน A อยู่ในเขตรับผิดชอบของสถานีตำรวจ B ส่วนบ้าน C อยู่ในเขตรับผิดชอบของสถานีตำรวจ D ทั้งสองบ้านต่างมีรหัสประจำเครื่องเป็น 03 เช่นเดียวกัน เมื่อบ้าน A เกิดเหตุผิดปกติขึ้นก็จะทำการส่งรหัส 03 ออกอากาศไปยังสถานีตำรวจ B ตามที่ได้ตกลงกันไว้แต่แรกแล้ว แต่เนื่องจากกำลังส่งของบ้าน A พอที่จะทำให้สถานีตำรวจ D รับรหัสได้ด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วสถานีตำรวจ D จะตีความหมายว่าบ้าน C เกิดปัญหาขึ้นทันที นั่นย่อมหมายความว่าได้เกิดความผิดพลาดขึ้นแล้ว เพื่อแก้ปัญหานี้จึงได้ใช้รหัสแบ่งเขตเข้าช่วย (Zone codes) เหมือนกับการใช้รหัสประจำตัวที่ได้อธิบายมาแล้ว สมมติว่าสถานีตำรวจ B มีรหัสเป็น 01 และสถานีตำรวจ D มีรหัสเป็น 02 ดังนั้นบ้าน A จะต้องส่งรหัสใหม่เป็น 0103 เมื่อสถานีตำรวจ D รับรหัสได้จะเปรียบเทียบรหัสสองตัวหน้ากับรหัสแบ่งเขตประจำตัวของมันก่อนซึ่งจะพบว่าไม่เท่ากัน ทำให้ทราบได้ว่ารหัส 03 ที่ตามมานั้นไม่ได้อยู่ในบริเวณที่รับผิดชอบ

ขอแยกการอธิบายออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนส่งรหัสและส่วนรับรหัส ดังนี้

9.1 ส่วนส่งรหัสเพื่อแจ้งเหตุออกอากาศ

ส่วนส่งรหัสออกอากาศจะทำหน้าที่รับรหัสประจำเครื่องจากส่วนควบคุมที่ใช้อยู่มาทำการเพิ่มรหัสแบ่งเขตเข้าไปข้างหน้า แล้วส่งสัญญาณนี้ไปควบคุมการปิดเปิดคลื่นพาห์ (Carrier) ของเครื่องส่งวิทยุอีกทีหนึ่ง โครงสร้างของส่วนนี้เป็นดังรูปที่ ๙.๒

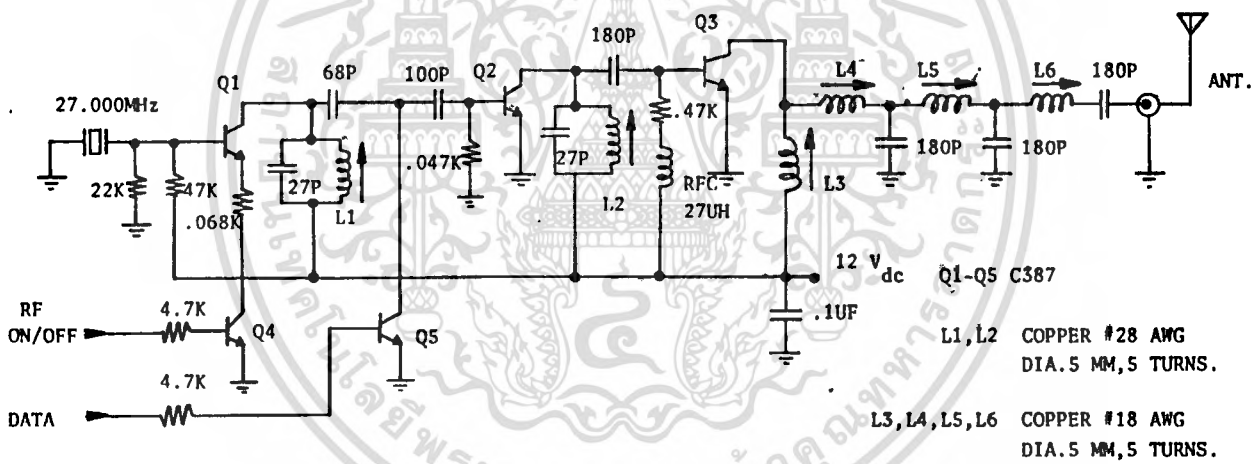


รูปที่ ๙.๒ ส่วนส่งรหัสเพื่อแจ้งเหตุออกอากาศ

จากรูปที่ ๙.๒ เมื่อระบบตรวจพบสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นจะทำการส่งรหัสประจำเครื่องออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก MCS-48 จะรับรหัสนี้เข้ามาเก็บไว้ จากนั้นจะนำรหัสแบ่งเขตเข้ามาจากส่วนตั้งรหัสรวบเข้ากับรหัสประจำเครื่อง หลังจากนี้ MCS-48 จะส่งสัญญาณไปบังคับให้ส่วนกำเนิดคลื่นพาห์ในเครื่องส่งทำงานจ่ายคลื่นพาห์ออกมา MCS-48 จะส่งสัญญาณปิดเปิดตามลักษณะของรหัสเพื่อควบคุมให้คลื่นพาห์จายออกไปยังส่วนขับสัญญาณเพื่อส่งออกอากาศเป็นช่วง ๆ คล้ายกับกรณีของส่วนส่งข้อมูลไปตามสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ ในส่วนของ MCS-48 ได้อธิบายมาบ้างแล้วในบทที่ ๖ จึงไม่กล่าวซ้ำอีก ส่วนเครื่องส่งวิทยุที่ใช้งานจะไม่กล่าวถึงการสร้าง เนื่องจากหาอ่านได้ทั่วไป วงจรที่ใช้งานนี้จะเป็นดังรูปที่ ๔.๒

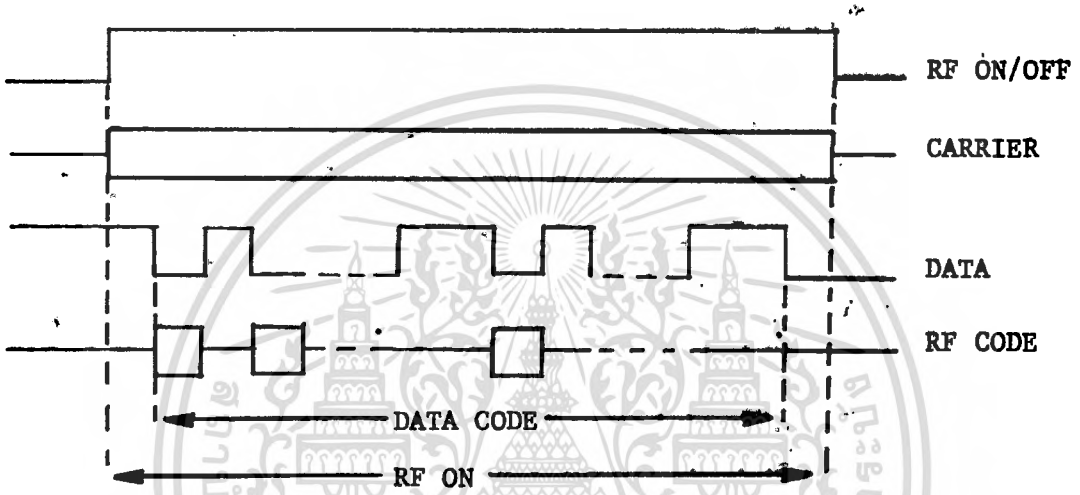


รูปที่ ๔.๓ แสดงวงจรเครื่องส่งวิทยุระบบ เอ.เอ็ม. ที่นำมาใช้งาน

จากรูปที่ ๔.๓ ส่วนกำเนิดคลื่นพาห์ที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ Q_1 และก้อนผลึกจะทำการออสซิลเลท (Oscillate) ออกมาก็ต่อเมื่อทำการบังคับให้ทรานซิสเตอร์ Q_4 ทำงานเท่านั้น สาเหตุที่ต้องทำเช่นนี้เพราะป้องกันไม่ให้คลื่นพาห์ไปกวนอุปกรณ์อย่างอื่นในขณะที่ไม่ต้องการส่งรหัสออกอากาศและเป็นการประหยัดไฟด้วย หลังจากที่บังคับให้ส่วนกำเนิดคลื่นพาห์ทำงานแล้ว คลื่นพาห์จะผ่านไปยังส่วนรับสัญญาณคือวงจรส่วนที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ Q_2 และ Q_3 หรือไม่จะขึ้นอยู่กับทรานซิสเตอร์ Q_5 ในขณะที่ทรานซิสเตอร์ Q_5ทำงาน สัญญาณของคลื่นพาห์จะถูกดึงลงกราวด์โดยผ่านจากขาคอลเล็คเตอร์ไปสู่ขาอีมิตเตอร์ เมื่อทรานซิสเตอร์ Q_5 หยุดทำงาน คลื่นพาห์จะคัปปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุ C_3 เข้าสู่ส่วนรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านออกอากาศไปทันที แผนผังของเวลาจะเป็นดังรูปที่ ๔.๔ สำหรับส่วนของ MCS-48 นั้นจะทำการส่งรหัสซ้ำ ๆ กันอยู่ตลอดเวลาจนกว่าผู้ใช้งานจะมาทำการรีเซ็ทเครื่อง - โฟล์วชาร์ทของ MCS-48 ของส่วนจะคล้ายกับส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ จึงไม่ขอกล่าวซ้ำอีก

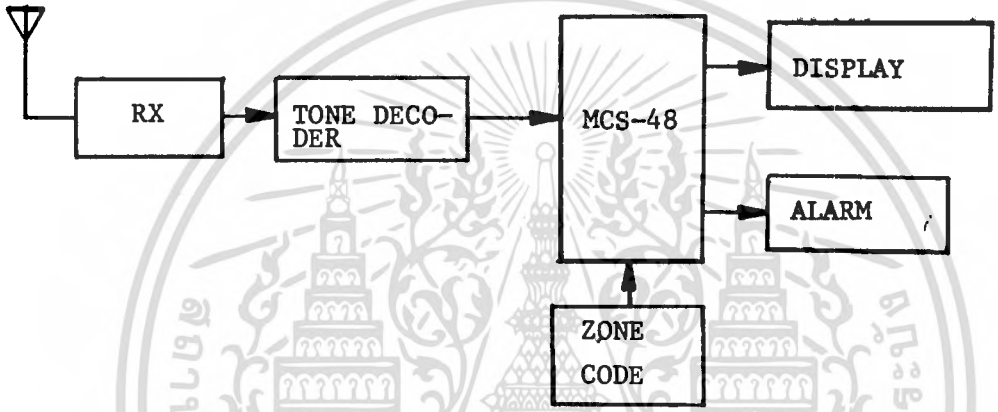


รูปที่ ๔.๔ แสดงแผนผังของเวลาของการควบคุมเครื่องวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2 ส่วนรับสัญญาณรหัส

สำหรับส่วนนี้จะทำหน้าที่รับคลื่นพาห์ที่ส่งมาทำการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของรหัสตามเดิมแล้วป้อนเข้าไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล MCS-48 เช่นเดียวกับทางด้านส่งรหัส MCS-48 จะทำการตรวจสอบรหัสแบ่งเขตว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้องจะแสดงรหัสของเครื่องที่ส่งมาทางแผงแสดงผลพร้อมกับส่งสัญญาณเรียกดังขึ้น โครงสร้างของส่วนนี้เป็นดังรูปที่ ๔.๕

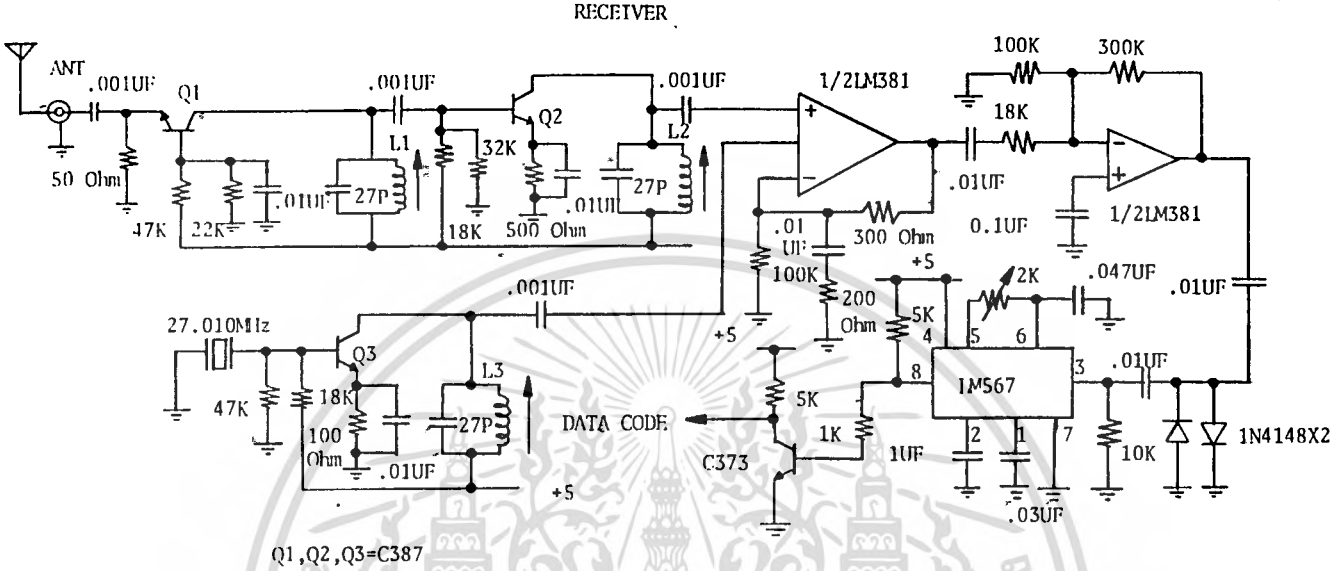


รูปที่ ๔.๕ โครงสร้างของส่วนรับสัญญาณรหัส

สัญญาณจากสายอากาศจะถูกขยายให้มีกำลังแรงขึ้นแล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของความถี่ ไอ.เอฟ. (Intermediate frequency (I.F.)) ประมาณ ๑๐๐ กิโลเฮิทซ์ โทนดีโค้ดเดอร์จะเปลี่ยนความถี่ไอ.เอฟ. ที่เป็นช่วง ๆ ตามลักษณะข้อมูลให้เป็นสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรมป้อนไปให้ MCS-48 เครื่องรับวิทยุที่สร้างขึ้นใช้งานจะเป็นดังรูปที่ ๔.๖

จากรูปที่ ๔.๖ สัญญาณที่ได้จากสายอากาศจะถูกนำมาขยายสัญญาณให้แรงขึ้นด้วยวงจรของทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 ผลที่ได้จะถูกนำมาผสมกับสัญญาณที่ได้จากส่วนโลคอลออสซิลเลเตอร์ (Local oscillater) มีส่วนมิกเซอร์ (Mixer) ที่ประกอบขึ้นจาก ไอ.ซี.๑ สัญญาณที่ได้จะเป็นสัญญาณความถี่ ไอ.เอฟ. ที่มีความถี่ประมาณ ๑๐๐ กิโลเฮิทซ์ สัญญาณความถี่ ไอ.เอฟ. นี้จะถูกขยายให้แรงขึ้นด้วยวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟสที่ประกอบจาก ไอ.ซี.๒ สัญญาณที่ได้จากส่วนนี้จะถูกป้อนไปให้วงจรโทนดีโค้ดเดอร์เปลี่ยนเป็นสัญญาณรหัสแบบอนุกรมอีกทีหนึ่ง โฟล์วชาร์ทของส่วนนี้ตามโครงสร้างหลักๆแล้ว ยังคงเหมือนส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ เพียงแต่เพิ่มส่วนแสดงผลเข้าไปเท่านั้น จึงจะไม่กล่าวซ้ำอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๔.๗ แสดงวงจรเครื่องรับที่สร้างขึ้นมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 10

การแจ้งเหตุผ่านทางคู่สายโทรศัพท์

การแจ้งเหตุผ่านทางคู่สายโทรศัพท์เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถแจ้งเหตุฉุกเฉินไปยังตำแหน่งที่ไกลออกไปได้ การแจ้งเหตุโดยวิธีนี้ได้ทำการออกแบบไว้เพื่อใช้แจ้งเหตุไปยังศูนย์ยามรักษาการณ์หรือสถานที่ซึ่งสามารถให้ความช่วยเหลือได้อย่างทันท่วงที เช่น หมู่บ้านจัดสรรหลาย ๆ บ้านมักจะมียามรักษาการณ์อยู่ เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นแต่ละบ้านก็จะแจ้งไปยังยามรักษาการณ์หรือแจ้งไปยังบ้านข้างเคียงซึ่งจะต้องตกลงช่วยเหลือซึ่งกันและกันไว้ล่วงหน้าแล้ว เป็นต้น การแจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์นี้จะแยกทำได้สองแบบคือ แบบแรกโดยการบันทึกข้อความที่ต้องการแจ้งไว้ในเทปบันทึกเสียง เมื่อต้องการแจ้งเหตุก็ทำการควบคุมให้เทปบันทึกเสียงป้อนข้อมูลเหล่านี้เข้าไปยังคู่สายโทรศัพท์ แบบที่สองใช้การส่งข้อมูลเป็นแบบรหัสคล้ายกับส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ ในวิทยานิพนธ์บทนี้จะเน้นทางด้านการใช้รหัสทำการแจ้งเหตุมากกว่า เพราะจะทำให้มีความมั่นใจได้มากกว่าแบบใช้เทปบันทึกเสียง ซึ่งจะได้กล่าวถึงข้อดีข้อเสียในภายหลัง แต่ก็จะอธิบายถึงหลักการให้เข้าใจทั้งสองแบบ เพื่อความเข้าใจได้ง่ายขึ้นจะได้แบ่งหัวข้ออธิบายออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้

10.1 การใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำการหมุนเลขหมายโดยอัตโนมัติ

การแจ้งเหตุทางโทรศัพท์จะต้องประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนหนึ่งเป็นตัวส่งข้อมูลแจ้งเหตุซึ่งอยู่ทางต้นทาง อีกส่วนหนึ่งเป็นตัวรับรหัสจะอยู่ทางด้านปลายทาง ตัวส่งข้อมูลจะต้องทำการหมุนเลขหมาย (Dial) โดยอัตโนมัติ ตามเลขหมายโทรศัพท์ที่ทำการตั้งไว้แล้ว ตามปกติเครื่องโทรศัพท์เมื่อทำการยกหูฟัง (Hand set) ขึ้นจากที่วางจะมีค่าอิมพีแดนซ์ประมาณ ๖๐๐ โอห์ม ทำให้ระดับศักดาไฟตรงในคู่สายโทรศัพท์มีค่าลดลงจาก ๔๘ โวลท์ เหลือไม่กี่โวลท์ซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่าการโฮลไลน์ (Hold line) เมื่อทำการหมุนเลขหมายหรือไดแอลออกไป สวิชจากไดแอลจะทำการตัดต่อสายโทรศัพท์กับค่าอิมพีแดนซ์นี้เป็นช่วง ๆ ซึ่งทางชุมสายโทรศัพท์จะนำพัลส์ (Pulse) เหล่านี้ไปทำการถอดรหัสต่อไปอีกทีหนึ่ง จำนวนพัลส์ของแต่ละเลขหมายที่ออกไปจากเครื่องโทรศัพท์เข้าชุมสายจะเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

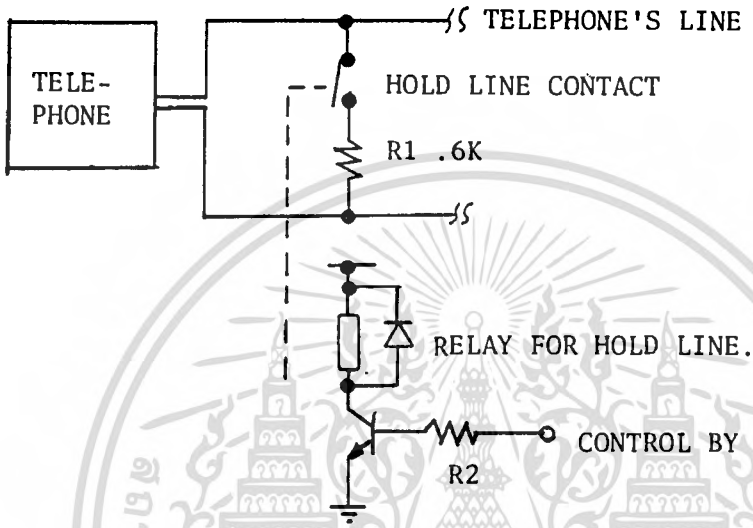
หมายเลข	0	จะมีจำนวนพัลส์	10	พัลส์
"	1	"	1	"
"	2	"	2	"
"	3	"	3	"
"	4	"	4	"
"	5	"	5	"
"	6	"	6	"
"	7	"	7	"
"	8	"	8	"
หมายเลข	9	จะมีจำนวนพัลส์	9	พัลส์

ในที่นี้จะไม่สนใจระบบโทรศัพท์ที่เป็นระบบหลายความถี่ (Multi-frequency) เพราะในประเทศไทยยังไม่มีใช้ ความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่ปล่อยออกไปจะต้องสอดคล้องกับชุมสายที่ใช้ซึ่งมีอยู่ ๒ ความถี่คือ ๑๐ พัลส์ต่อวินาที และ ๒๐ พัลส์ต่อวินาที ปัจจุบันนี้ส่วนมากจะใช้แบบ ๒๐ พัลส์ต่อวินาที แต่ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ใช้แบบ ๑๐ พัลส์ต่อวินาที เพื่อชุมสายใดที่ยังใช้ขนาด ๑๐ พัลส์ต่อวินาทีสามารถใช้ได้ ส่วนชุมสายใดที่ยังใช้ขนาด ๒๐ พัลส์ต่อวินาทีสามารถใช้ได้

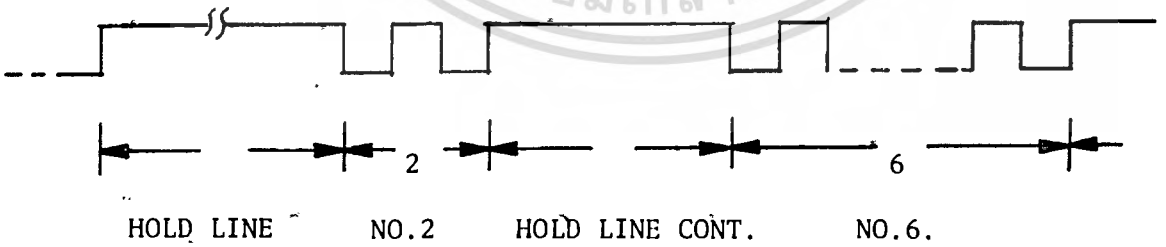
ช่วงเวลาที่ใช้ระหว่างเลขหมายต่อเลขหมายจะต้องไม่เร็วเกินไปเพราะจะทำให้ชุมสายแยกไม่ออก ในขณะเดียวกันก็จะต้องไม่ช้ามากนัก จึงเลือกใช้ช่วงเวลาห่างกันระหว่างเลขหมายต่อเลขหมายประมาณ ๕๐๐ มิลลิวินาที การใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เข้าทำการเลียนแบบการไดแอลจะเป็นดังรูปที่ ๑๐.๑

สภาวะปกติที่ไม่ต้องการโทรศัพท์ รีเลย์ ๑ จะเปิดหน้าสัมผัสออกทำให้เครื่องโทรศัพท์ที่ติดตั้งอยู่ทำงานได้เป็นปกติ เมื่อต้องการโทรศัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการบังคับให้รีเลย์ ๑ ปิดหน้าสัมผัสก่อนช่วงเวลาหนึ่งเพื่อเป็นการโฮลไลน์ ต่อจากนั้นก็จะเป็นการสร้างพัลส์ตามเลขหมายที่ต้องการโทรเพื่อให้รีเลย์ทำการปิดเปิดเป็นช่วง ๆ ดังนั้นค่ากระแสตรงในคู่สายโทรศัพท์จะเปลี่ยนแปลงสูงต่ำตามการปิดเปิดหน้าสัมผัสของรีเลย์ สมมติว่าต้องการโทรไป เลข ๒๖ จะต้องป้อนพัลส์ดังรูปที่ ๑๐.๒

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๐.๑ แสดงการใช้รีเลย์เสียนแบบการไดแอลโทรศัพท์



รูปที่ ๑๐.๒ การสร้างพัลส์ป้อนให้ขาเบสของทรานซิสเตอร์
เมื่อต้องการโทรศัพท์ไปยังหมายเลข ๒๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

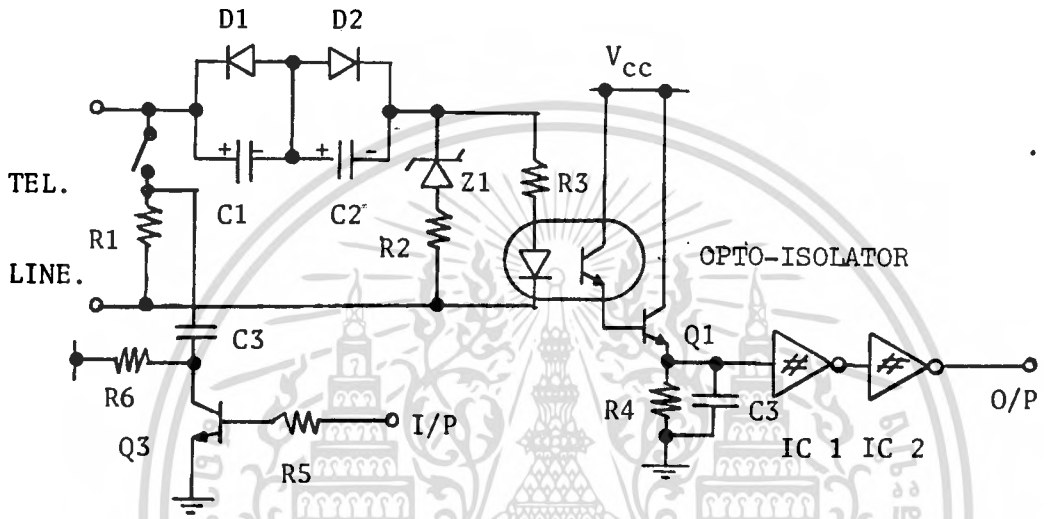
10.2 การตรวจสอบสัญญาณต่าง ๆ ของคู่สายโทรศัพท์

โดยทั่วไปชุมสายโทรศัพท์ในประเทศไทยจะจ่ายศักดาไฟตรง ๔๘ โวลท์มาให้เครื่องโทรศัพท์ และถ้าโทรศัพท์ไม่เสีย เมื่อยกหูฟังจะได้ยินเสียงไดแอลโทน (Dial Tone) ขนาดความถี่ ๔๐๐ เฮิทซ์ สัญญาณเป็นรูปของคลื่นรูปสี่เหลี่ยมมีขนาดประมาณ ๑๒ โวลท์ หลังจากทำการไดแอลหรือหมุนหมายเลขที่ต้องการติดต่อไปเรียบร้อยแล้ว จะมีสัญญาณสองสัญญาณตอบกลับมาทางผู้เรียก ถ้าเครื่องโทรศัพท์ทางด้านปลายสายไม่ว่าง ทางชุมสายจะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ตอบกลับมา สัญญาณนี้มีความถี่ประมาณ ๔๐๐ เฮิทซ์ ลักษณะไม่ต่อเนื่อง คือเป็นช่วง ๆ ช่วงมีสัญญาณ ๑ วินาที ช่วงไม่มีสัญญาณ ๑ วินาทีกลับกันไปตลอดเวลา ถ้าเครื่องโทรศัพท์ทางด้านปลายสายว่าง ทางชุมสายจะส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) ตอบกลับมา สัญญาณนี้ มีขนาดของความถี่ประมาณ ๒๕ เฮิทซ์ ลักษณะไม่ต่อเนื่องเช่นเดียวกันแต่ช่วงมีสัญญาณจะเป็นเวลา ๑ วินาที ช่วงไม่มีสัญญาณ ๓ วินาที สัญญาณอีกสัญญาณหนึ่งที่ชุมสายใช้เป็นสัญญาณแจ้งให้ทางปลายสายทราบว่ามีผู้ต้องการติดต่อด้วยคือ สัญญาณเรียก (Ringing Tone) ลักษณะสัญญาณเหมือนกับสัญญาณเรียกกลับแต่ขนาดสัญญาณจะสูงกว่ามากโดยทั่ว ๆ ไปจะมีขนาดประมาณ ๗๕ โวลท์ อาร์.เอ็ม.เอส. (75 Volts (rms))

จากสัญญาณต่าง ๆ ที่ได้อธิบายมานี้จะเห็นว่าไม่สามารถใช้พอทของไมโครโปรเซสเซอร์ต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ได้โดยตรง จึงต้องมีส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์เข้าช่วยเปลี่ยนสัญญาณต่าง ๆ ให้มีขนาดเหมาะสมอีกทีหนึ่ง วงจรที่ออกแบบไว้เป็นดังรูปที่ ๑๐.๓

จากรูปที่ ๑๐.๓ ไดโอด D_1, D_2 และตัวเก็บประจุ C_1, C_2 จะทำหน้าที่กั้นไฟตรงจากคู่สายโทรศัพท์ไม่ให้เข้ามารบกวนในวงจร การใช้ตัวเก็บประจุต่อในลักษณะนี้เพื่อใช้แทนตัวเก็บประจุแบบไฟสลับที่มีศักดาไฟฟ้าต่ำคล่อมสูงประมาณ ๑๐๐ โวลท์ซึ่งหาซื้อได้ยากกว่าแบบธรรมดา เซเนอร์ไดโอด Z_1 จะทำหน้าที่จัดขนาดของสัญญาณไม่ให้สูงกว่ากำหนดที่จะทำให้ L.E.D. ภายในตัวออปโต-ไอโซเลเตอร์ (Opto-Isolator) เกิดการเสียหายได้ ออปโต-ไอโซเลเตอร์จะทำหน้าที่แยกกราวด์ออกจากระบบของโทรศัพท์เพื่อป้องกันการรบกวนผ่านทางกราวด์เข้าระบบของไมโครโปรเซสเซอร์ สัญญาณที่ได้จากตัวออปโต-ไอโซเลเตอร์จะถูกนำมาต่อในลักษณะดาลิงตัน (Darlington) กับทรานซิสเตอร์ Q_1 เพื่อให้ได้สัญญาณเรียกกลับมีขนาดแรงพอสมควร R_4C_3 จะช่วยจัดสัญญาณให้ดีขึ้นผลที่ได้ถูกป้อนให้ อินเวอทเตอร์ (IC 1, 2) ที่เป็นแบบชมิท (Schmit) เพื่อต้องการรบกวนสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการออกไปอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



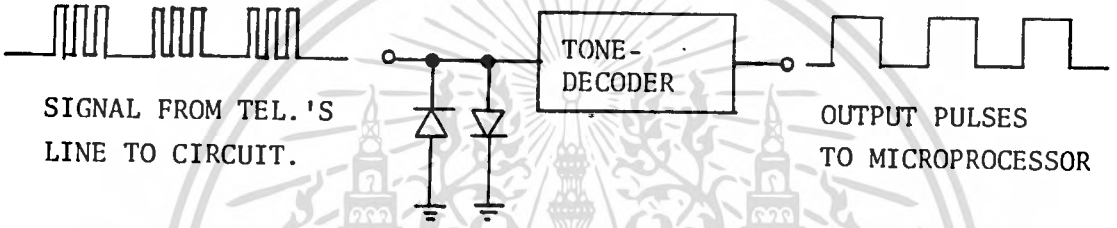
รูปที่ ๑๐.๓ แสดงวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์

สัญญาณออกจากอินเวอทเตอร์จะถูกนำไปป้อนเข้าพอทของไมโครโปรเซสเซอร์ การส่งสัญญาณเข้าคู่สายโทรศัพท์จะทำผ่านทางทรานซิสเตอร์ Q_2

เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ต้องการโทรศัพท์จะทำการโฮลไลน์ แล้วทำการตรวจสอบสัญญาณไดแอลโทนก่อน เพื่อตรวจสอบว่าเครื่องว่างหรือไม่ (ทางด้านต้นทาง) เมื่อตรวจพบไดแอลโทนจึงทำการสร้างพัลส์ตามเลขหมายป้อนไปตามคู่สายโทรศัพท์เข้าสู่ชุมสายโทรศัพท์ ชุมสายโทรศัพท์จะทำการถอดรหัสและตรวจสอบเลขหมายที่ต้องการดูว่าว่างหรือไม่ ถ้าว่างชุมสายจะส่งสัญญาณเรียกไปยังเครื่องทางด้านปลายสาย ขณะเดียวกันก็ส่งสัญญาณเรียกกลับตอบมาทางด้านต้นสาย เมื่อทางด้านปลายสายยกหูฟัง ชุมสายโทรศัพท์จะทำการต่อสายเข้าหากันใช้เป็นทางส่งสัญญาณพูด (Talking path) และตัดสัญญาณเรียกและเรียกกลับออกพร้อมทั้งสลับขั้วศักดาในคู่สายโทรศัพท์ ในกรณีที่ปลายสายไม่ว่างชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่างมายังต้นทาง ไมโครโปรเซสเซอร์จะยกเลิกการโฮลไลน์แล้วเริ่มทำการไดแอลใหม่ ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการตรวจสอบสัญญาณต่าง ๆ โดยทำการสุ่มเอาเช่นเดียวกับที่อธิบายผ่านมาแล้วในบทต้น ๆ ซึ่งจะเห็นว่ายิ่งความถี่สูงเท่าไรการสุ่มจะมีโอกาสพลาดมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นสามารถจะเปลี่ยนสัญญาณเหล่านี้ให้สามารถตรวจสอบได้ง่ายเข้าดังรูปที่ ๑๐.๔



รูปที่ ๑๐.๔ แสดงการเปลี่ยนรูปของสัญญาณเพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบโดยการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

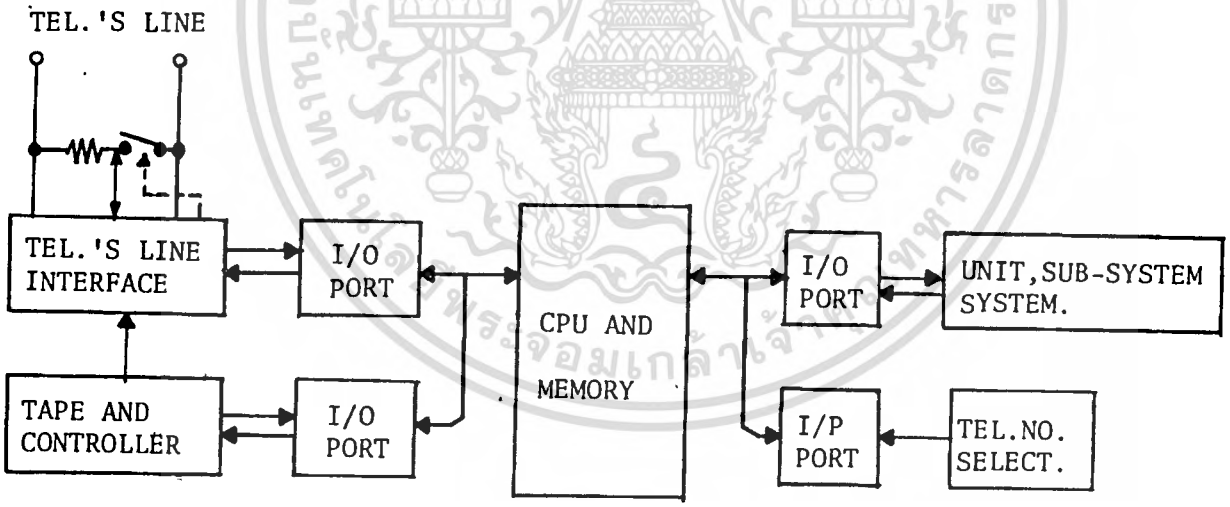
จากรูปที่ ๑๐.๔ การแยกเอาเฉพาะเอนเวลลอป (Envelop) สามารถทำได้หลายแบบแต่ทั่ว ๆ ไปจะทำกันสองวิธีคือ การใช้ RC ทำการอินทีเกรด (Integrate) และการใช้โทนดีโค้ดเดอร์ซึ่งจะมีข้อดีข้อเสียต่างกันดังนี้ การใช้ RC ประหยัดกว่าแต่ต้องอาศัยสัญญาณที่แรงพอควร และไม่สามารถแยกความถี่ที่จะทำอินทีเกรดได้อย่างแม่นยำ ฉะนั้นปัญหาที่ตามมาคือในกรณีที่เป็นสัญญาณเรียกกลับซึ่งมีขนาดต่ำมากจนต้องทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้นยังผลให้สัญญาณรบกวนเกิดขึ้นด้วย (มักจะเกิดเมื่อมีการโทรศัพท์ข้ามชุมสายที่ห่างไกลกัน) ในทำนองกลับกันเมื่อสัญญาณแรงขึ้น (ใช้โทรศัพท์ในชุมสายเดียวกัน) จะทำให้วงจรขยายสัญญาณเกิดการแซทูเรท (Saturate) จึงต้องใช้การควบคุมอัตราการขยายจึงต้องใช้การควบคุมอัตราการขยายแบบอันโนมัติซึ่งก็ยุ่งพอสมควร ส่วนการใช้โทนดีโค้ดเดอร์ ข้อดีก็คือสามารถปรับเลือกค่าความถี่ได้แม่นยำพอสมควร ทำให้ใช้เลือกความถี่ที่ต้องการได้ง่าย สัญญาณอินพุทที่ต้องการมีขนาดต่ำพอควรจึงมักไม่ต้องการวงจรขยายสัญญาณ ถ้าสัญญาณมีขนาดแรงขึ้นสามารถใช้ไดโอดต่อขนานกันโดยสลับขั้วกันต่อขนานกับอินพุทไว้ ปัญหานี้ก็จะหมดไป แต่ข้อเสียที่ปรากฏคือ มักจะมีการคลาดเคลื่อนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ที่ตั้งไว้ ทำให้เกิดปัญหาเมื่อใช้เลือกความถี่โดยปรับค่าแบนวิดธ์แคบ ๆ คือ ทำงานได้บ้างไม่ได้บ้าง ประการสำคัญก็คือ ขณะที่สัญญาณต่ำ ๆ สัญญาณรบกวนในคู่สายโทรศัพท์มักจะทำให้โทนดีโค้ดเดอร์ทำงานได้ ทำให้การสุ่มเกิดการผิดพลาดขึ้นได้

10.3 การใช้เทปบันทึกเสียงช่วยแจ้งเหตุ

การใช้เทปบันทึกเสียงช่วยแจ้งเหตุ จะต้องการบันทึกข้อความที่ต้องการแจ้งให้ทางปลายสายทราบไว้ก่อนล่วงหน้า เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการควบคุมให้เทปทำการเล่นกลับ (Playback) ป้อนสัญญาณเสียงเข้าไปในคู่สายโทรศัพท์จนจบข้อความ การแจ้งเหตุโดยวิธีนี้จะต้องอาศัยการตรวจสอบสัญญาณจากชุมสายโทรศัพท์เป็นหลัก โครงสร้างของระบบเป็นดังรูปที่ ๑๐.๔



รูปที่ ๑๐.๔ แสดงโครงสร้างของเครื่องช่วยแจ้งเหตุผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยใช้เทปบันทึกเสียง

จากรูปที่ ๑๐.๔ เป็นโครงสร้างอย่างง่าย ๆ ของระบบที่ใช้งาน ขอแยกอธิบายเป็นส่วน ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.3 ก) ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ (Telephone's line interface) ส่วนนี้ก็คือส่วนที่ใช้คัปปลิ้งเอาสัญญาณต่าง ๆ จากชุมสายมาทำการตรวจสอบ ดังอธิบายมาแล้วในหัวข้อแรก ๆ จึงไม่กล่าวซ้ำอีกในส่วนนี้ แต่จะพิจารณาผลอันหนึ่งที่พบเห็นบ่อยในการใช้โทรศัพท์คือ บางครั้งไดแอลหมายเลขออกไปแล้วไม่มีสัญญาณตอบรับจากชุมสายโทรศัพท์เลยแม้แต่สัญญาณเดียว ซึ่งสาเหตุอันนี้สามารถแก้ได้โดยใช้ซอฟแวร์ทำการตรวจสอบได้โดยตั้งเวลาไว้ช่วงหนึ่ง เพื่อทำการหาสัญญาณเมื่อผ่านช่วงเวลานี้ไปแล้วตรวจไม่พบสัญญาณใด ๆ เลยก็จะทำการยกเลิกการโฮลไลน์แล้วไดแอลใหม่ อีกประการหนึ่งคือ ขณะที่มีสัญญาณเรียกกลับมายังต้นสายแล้วสัญญาณขาดหายไปเองโดยที่ทางด้านปลายสายมิได้ยกหูขึ้นรับสาย กรณีนี้ถ้าใช้ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์อย่างเดียวจะทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์ตรวจสอบได้เป็นการยกหูโทรศัพท์ทางด้านปลายสายก็จะทำการควบคุมให้เทปเล่นกลับทันที นั่นหมายความว่าระบบการแจ้งเหตุซึ่งสำคัญมากส่วนหนึ่งทำงานผิดพลาด เพื่อแก้เหตุการณ์ในกรณีนี้จึงต้องทำการตรวจสอบการสลับขั้วศักดาจากชุมสายด้วยโดยเพิ่มวงจรเข้าไปอีกส่วนดังรูปที่ ๑๐.๖

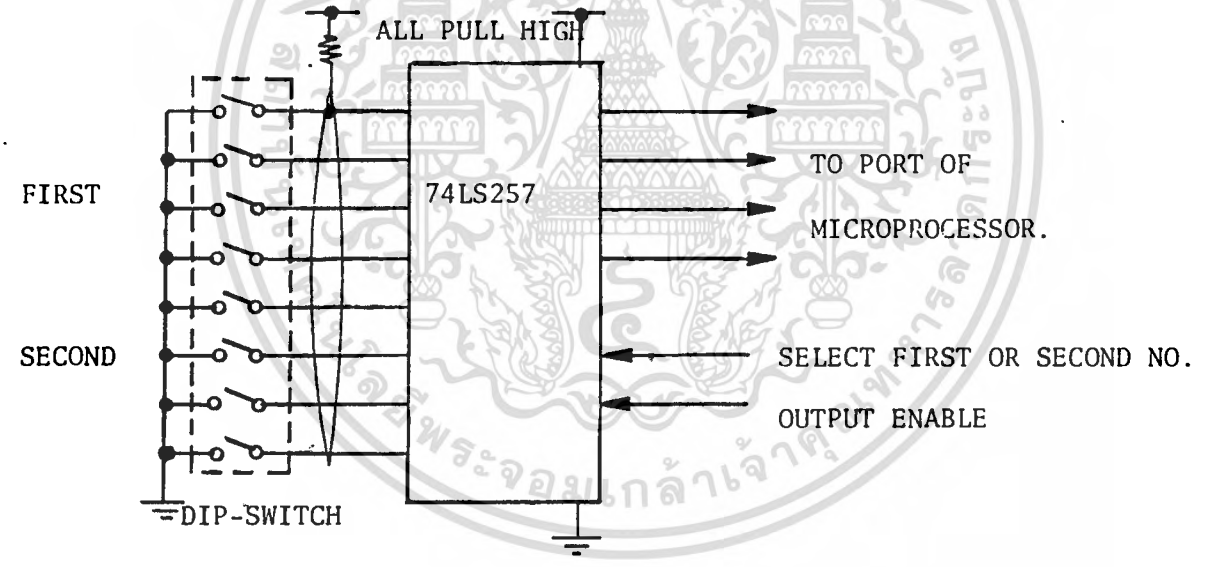
รูปที่ ๑๐.๖ แสดงการตรวจสอบการสลับขั้วศักดาในคู่สายโทรศัพท์

ตามรูปที่ ๑๐.๖ ในขณะที่ทางด้านปลายสายยังไม่ยกหูโทรศัพท์ออกจากที่วางสมมติว่าชุมสายจ่ายกระแสมาดังรูป ก. เมื่อนำค่าความต้านทานมาต่ออนุกรมกับสายโทรศัพท์จะได้ศักดาที่ตกคล่อมมีขั้วดังแสดงไว้ ต่อมาทางด้านปลายสายยกหูโทรศัพท์จากที่วาง ชุมสายจะทำการสลับขั้วศักดาของไฟที่จ่ายเลี้ยงเครื่องโทรศัพท์ ทางด้านต้นทางกระแสจะไหลกลับทิศทำให้ศักดาที่ตกคล่อมความต้านทานนี้กลับขั้วด้วย ฉะนั้นถ้านำวงจรขยายสัญญาณแบบขยายผลต่าง (D.C. Differential Amplifier) มาตรวจสอบผลอันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าสัญญาณออกของวงจรจะใช้สถานะทางลอจิกเปลี่ยนจากเดิมทันทีที่มีการสลับขั้วของศักดาเกิดขึ้น จากที่ได้กล่าวมานี้จะเห็นว่าไมโครโปรเซสเซอร์ต้องตรวจสอบสองจุดนี้จึงจะมั่นใจได้ว่าทางด้านปลายสายได้ยกหูฟังเรียบร้อยแล้ว

10.3 ข) ส่วนตั้งหมายเลขโทรศัพท์ (Telephone number selector) ส่วนนี้จะเป็นส่วนนี้เป็นส่วนที่ผู้ใช้จะต้องตั้งไว้ให้เรียบร้อยตามเลขหมายที่ต้องการแจ้งเหตุไปให้ทราบ เช่น ๑๙๑ หรือ ๑๒๓ เป็นต้น การเลือกหมายเลขโทรศัพท์จะอาศัยการปิดเปิดดิป-สวิช (Dip-switch) เป็นตัวตั้งหมายเลขในรูปของรหัส 8421 BCD สาเหตุที่เลือกใช้ ดิป-สวิช แทนทั้มวีลสวิชเพราะราคาถูกกว่ามาก และสวิชเล็ก ๆ ของแต่ละพิพจะมี ๘ สวิช ซึ่งพอดีกับพอทซึ่งมี ๘ ไลน์เช่นกัน ดังแสดงรูปที่ ๑๐.๗



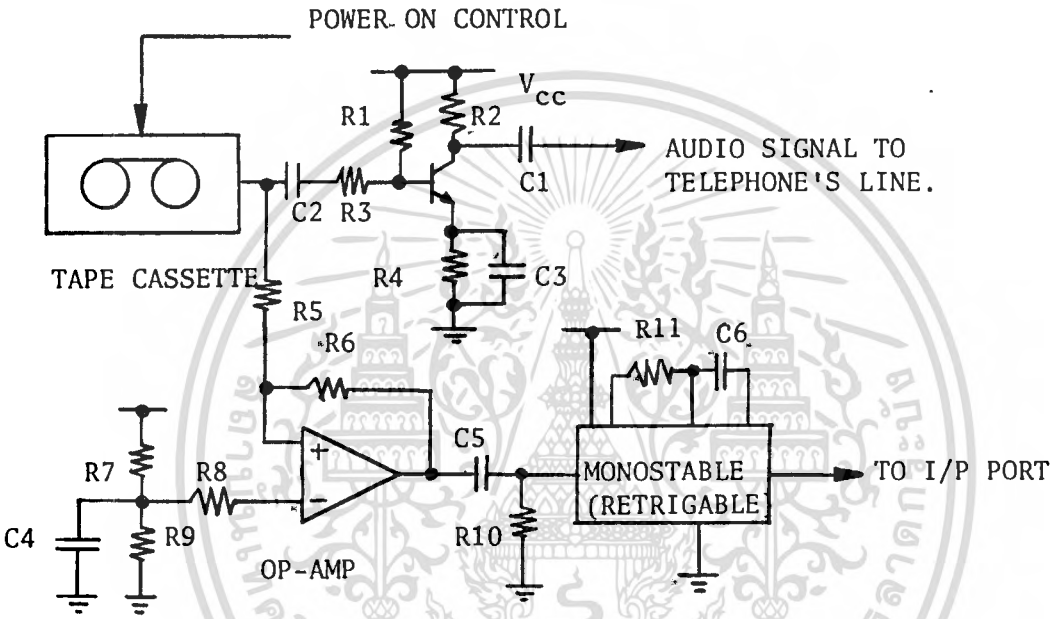
รูปที่ ๑๐.๗ แสดงการใช้ดิป-สวิช เป็นตัวตั้งหมายเลขโทรศัพท์

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ออกแบบไว้ให้สามารถเลือกเลขหมายได้ทั้งหมด ๑๐ หลัก หลักใดที่ไม่ใช้ให้เปิดสวิชไว้ทั้งหมด ไมโครโปรเซสเซอร์จะตรวจสอบได้เองโดยถือว่าหลักใดที่มีค่าเกิน ๙ หลักนั้นไม่ใช้

10.3 ค) ส่วนเทปบันทึกเสียงและส่วนควบคุม (Tape and controller)

การควบคุมเครื่องเทปทำได้ง่าย ๆ คือใช้รีเลย์ตัดไฟจ่ายให้เครื่องเท่านั้นแล้วใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เข้าควบคุมรีเลย์อีกทีหนึ่ง การตรวจสอบว่าหมดข้อความที่บันทึกไว้หรือยังสามารถทำได้ง่าย ๆ ดังรูปที่ ๑๐.๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๐.๘ แสดงการตรวจสอบสัญญาณจากเทปว่าหมดข้อความหรือยัง

จากรูปที่ ๑๐.๘ สัญญาณเสียงจากเทปจะถูกแยกมาส่วนหนึ่งป้อนเข้าวงจรเปรียบเทียบระดับศักดาสัญญาณ ระดับศักดาที่ใช้อ้างอิงจะต้องสูงกว่าสัญญาณรบกวนที่ได้ในขณะที่สัญญาณเสียงบันทึกลงไปในเทป สัญญาณเสียงนี้จะมีบางช่วงสูงกว่าระดับศักดาอ้างอิง บางช่วงก็ต่ำกว่า ทำให้วงจรเปรียบเทียบระดับศักดาให้สัญญาณออกมามีลักษณะเป็นพัลส์ สัญญาณนี้จะถูกป้อนไปกระตุ้นให้วงจรโมโนสเตเบิลแบบรีทริกทำงานให้ลอจิก ๑ ที่ขา Q ตลอดเวลาที่มีเสียงพูด การเว้นระหว่างประโยคต่อประโยคจะต้องไม่มากกว่าค่า RC ของโมโนสเตเบิล เพราะถ้าน้อยกว่าขา Q ของวงจรโมโนสเตเบิลจะเปลี่ยนกลับมาเป็นลอจิก ๐ ซึ่งไมโครโปรเซสเซอร์จะตรวจพบว่าจบข้อมูลในเทปจึงทำการหยุดการทำงานของรีเลย์ ตัดไฟเลี้ยงที่จ่ายให้เครื่องเทป ดังรูปที่ ๑๐.๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ๑๐.๙ แสดงแผนผังของเวลาในวงจรที่ได้จากรูปที่ ๑๐.๘

และสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานได้ง่าย ๆ ดังนี้

- รับสัญญาณอนุกรมจากส่วนควบคุมที่เครื่องนี้ต่อยู่ โดยใช้ทางเดินของสัญญาณผ่านทางส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

- ทำการโฮลไลน์ แล้วตรวจสอบหาสัญญาณไดแอลโทน ถ้าไม่มีให้ยกเลิกการโฮลไลน์ แล้วทำการโฮลไลน์พร้อมทั้งตรวจสอบใหม่ ถ้ามีสัญญาณไดแอลโทน

- เอาข้อมูลจากดิป-สวิชเข้าตรวจสอบโดยตรวจสอบจากหลักสูงสุดมายังหลักต่ำสุด หลักแรกที่ทำการตรวจสอบโดยทำการเปรียบเทียบกับ ๙ ถ้าเกิน ๙ แสดงว่าหลักนี้ไม่ใช้ ตรวจสอบหลักต่อไปจนกระทั่งพบหลัก ที่มีค่าเท่ากับ ๙ หรือน้อยกว่า ๙,หลักแรก จะถือหลักนี้เป็นหลักเริ่มต้นสร้างจำนวนพัลส์ ตามด้วยหลักถัดมาทางด้านต่ำจนครบทุกหลัก จากนั้น

- ทำการตรวจสอบสัญญาณที่ได้จากชุมสายโทรศัพท์ ถ้าเป็นสัญญาณไม่ว่างให้ยกเลิกการโฮลไลน์แล้วเริ่มโทรใหม่ ถ้าเป็นสัญญาณเรียกกลับไมโครโปรเซสเซอร์จะตรวจสอบจนสัญญาณเรียกกลับขาดหายไป จากนั้นจะไปตรวจสอบที่ส่วนตรวจการกลับขั้วศักดา ถ้ายังไม่มีการกลับขั้วศักดา จากชุมสายโทรศัพท์แสดง

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

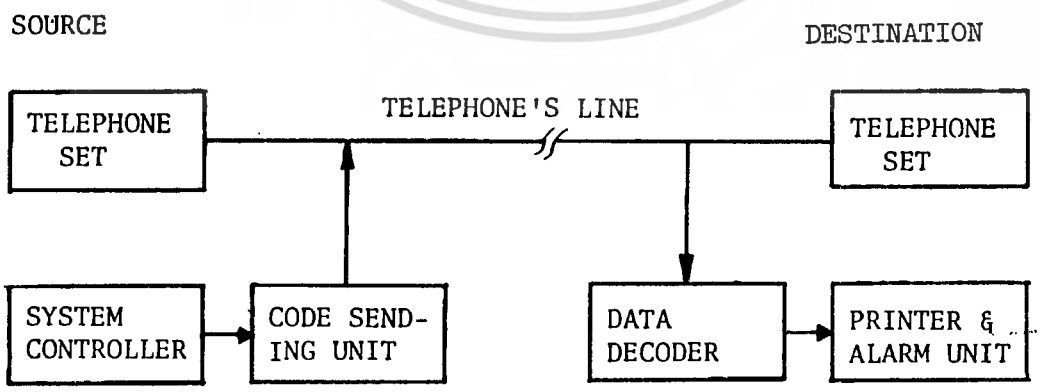
ว่าเกิดผิดพลาดขึ้น ให้ยกเลิกการโฮลไลน์ทำการไดแอลใหม่ แต่ถ้ามีการกลับขั้วสัญญาณเรียบร้อยแล้ว

- ไมโครโปรเซสเซอร์สั่งให้รีเลย์ทำการปิดหน้าสัมผัสจ่ายไฟให้เครื่องเทป ต่อจากนี้จะหน่วงเวลาไว้สักครู่จึงเริ่มทำการตรวจสอบว่าจบข้อความในเทปโดยผ่านทางขา Q ของโมโนสเตเบิล จนกระทั่ง Q ของโมโนสเตเบิลเปลี่ยนลอจิกมาเป็นลอจิก ๐ ไมโครโปรเซสเซอร์จะบังคับให้รีเลย์เปิดหน้าสัมผัสหยุดจ่ายไฟให้กับเครื่องเทป ยกเลิกทำการโฮลไลน์ เป็นอันจบสิ้นขบวนการ

อย่างไรก็ตาม การแจ้งเหตุโดยวิธีนี้ไม่ค่อยจะให้ความมั่นใจได้มากนัก เพราะบ่อยครั้งที่เวลาใช้โทรศัพท์สายที่ติดต่อกันอยู่ขาดหายไปเฉย ๆ (ที่เรียกกันง่าย ๆ โดยทั่วไปว่า"สายขาด") ทำให้การแจ้งเหตุล้มเหลวโดยสิ้นเชิง อีกประการหนึ่งคือ การผิดหมายเลข โทรไปเบอร์หนึ่งแต่ไปติดอีกเบอร์หนึ่งซึ่งไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการตรวจสอบไม่ได้ เพราะสัญญาณต่าง ๆ ถูกต้องทุกประการ เพื่อตัดปัญหาเหล่านี้จึงได้ทำการพัฒนาการแจ้งเหตุโดยอาศัยรหัสแทนซึ่งจะให้ความมั่นใจได้มากกว่า

10.4 การใช้รหัสช่วยแจ้งเหตุ

จากปัญหาที่กล่าวไว้ในหัวข้อ ๑๐.๓ ได้ทำการเปลี่ยนการแจ้งเหตุมาใช้เป็นการส่งข้อมูลโดยใช้รหัสข้อมูลแบบอนุกรมป้อนเข้าคู่สายโทรศัพท์แทนสัญญาณเสียงซึ่งจะติดปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนไปได้มาก การแจ้งเหตุโดยวิธีนี้จะต้องมีเครื่องรับรหัสและตีความทางด้านปลายสายด้วยโครงสร้างของระบบที่ออกแบบจะเป็นดังรูปที่ ๑๐.๑๐

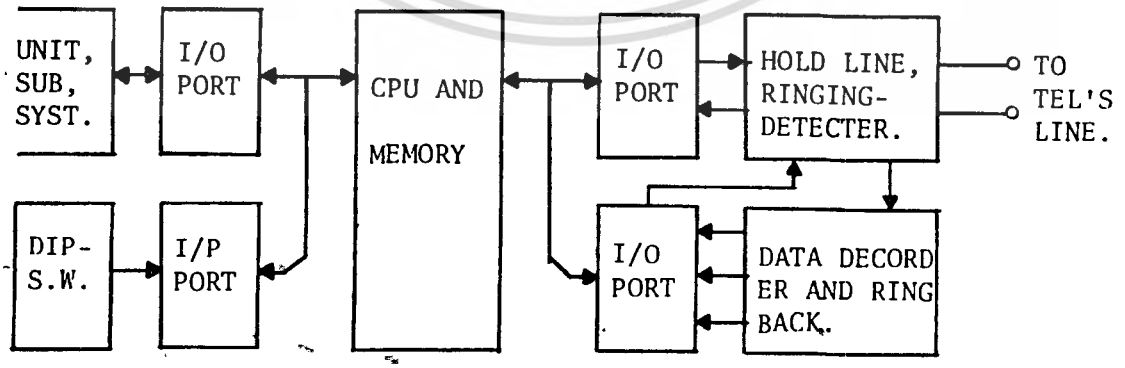


รูปที่ ๑๐.๑๐ แสดงการส่งรหัสผ่านคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ๑๐.๑๐ เมื่อส่วนควบคุมของระบบตรวจสอบพบเหตุผิดปกติจากตัวตรวจจับสัญญาณ ส่วนควบคุมจะส่งรหัสมาให้ตัวส่งข้อมูลเข้าคู่สายโทรศัพท์ เมื่อตัวส่งข้อมูลรับรหัสเรียบร้อยแล้วก็จะทำการไดแอลโทรศัพท์ไปยังหมายเลขที่ได้ตั้งไว้ล่วงหน้าเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะตรวจสอบสัญญาณเรียกกลับ เมื่อสัญญาณเรียกกลับขาดหายไป ตัวส่งข้อมูลจะส่งความถี่ ๑ กิโลเฮิทซ์ผ่านคู่สายโทรศัพท์ไปยังปลายสาย ถ้าปลายสายมีตัวรับข้อมูลต่ออยู่ตัวรับข้อมูลจะส่งความถี่ ๑ กิโลเฮิทซ์ตอบกลับมา จากนั้น ส่งรหัสในรูปแบบเช่นเดียวกับการส่งผ่านเข้าสายไฟไลน์ไปยังตัวรับข้อมูล ตัวรับข้อมูลจะทำการถอดรหัสที่ได้แล้วส่งไปพิมพ์ทางด้านเครื่องพิมพ์ การกระทำเช่นนี้จะเห็นได้ว่า รหัสที่ถูกส่งออกไปจะต้องไปยังหมายเลขที่ต้องการอย่างแน่นอน เพราะถ้าเกิดการผิดเลขหมายขึ้นจะไม่มีสัญญาณ ๑ กิโลเฮิทซ์ส่งตอบกลับมา ข้อดีอีกประการหนึ่งคือการส่งรหัสแบบนี้จะกินเวลาน้อยกว่าการใช้เทปบันทึกเสียง โอกาสที่สายจะขาดในระหว่างการส่งรหัสจะน้อยกว่ามาก ข้อเสียก็คือ ในขณะที่เปิดเครื่องรหัสไว้เมื่อมีสายนอกโทรเข้ามา เครื่องรับรหัสจะทำการโฮลไลน์ทุกครั้ง ฉะนั้นทางด้านผู้โทรจะต้องเสียเงินค่าโทรศัพท์ทุกครั้งเช่นกัน เพื่อง่ายต่อความเข้าใจจะแยกการอธิบายออกเป็น ๒ ส่วนคือ

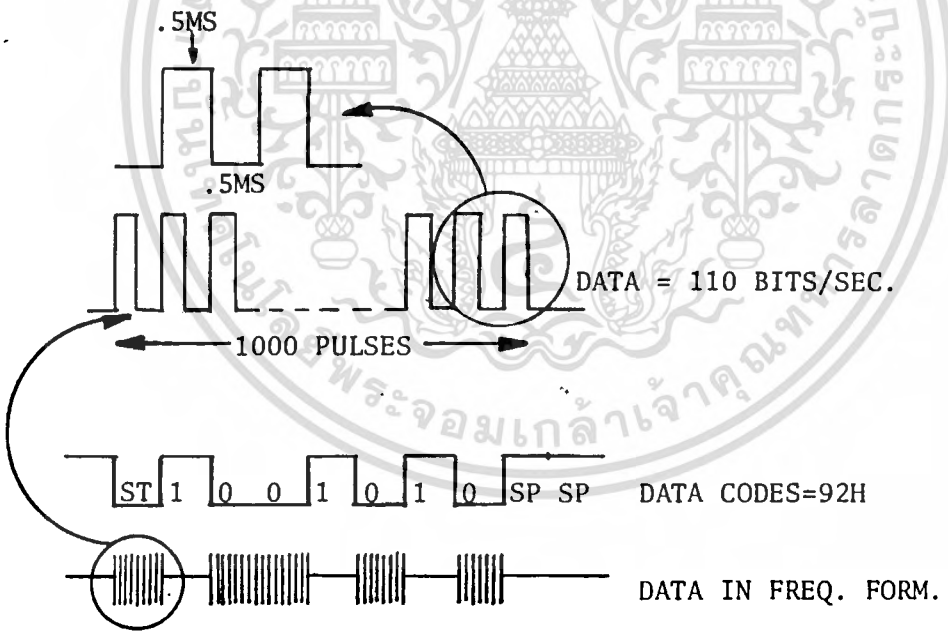
10.4 ก) ด้านเครื่องส่งรหัส โครงสร้างของระบบในส่วนนี้จะมีลักษณะเป็นเช่นเดียวกับในกรณีของใช้กับเทปบันทึกเสียงแต่ไม่จำเป็นต้องอาศัยส่วนตรวจสอบการกลับศักดา ในสายโทรศัพท์ สามารถเขียนโครงสร้างง่าย ๆ ดังรูปที่ ๑๐.๑๑



รูปที่ ๑๐.๑๑ แสดงโครงสร้างของเครื่องส่งรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ยังคงเหมือนกับการใช้เทปบันทึกเสียง การส่งรหัสป้อนเข้าคู่สายโทรศัพท์จะต้องเปลี่ยนรูปของรหัสเช่นเดียวกับการส่งเข้าในสายไฟไลน์ แต่การเปลี่ยนรูปใช้ไมโครโปรเซสเซอร์สร้างขึ้นเลยโดยไม่ต้องอาศัยออสซิลเลเตอร์เข้าช่วย การสร้างความถี่ ๑ กิโลเฮิทซ์ทำได้โดยการส่งลอจิกหนึ่งออกมาที่พอท จากนั้นทำการหน่วงเวลาไว้ .๕ มิลลิวินาที จากนั้นก็ส่งลอจิกศูนย์ออกมาที่พอทและหน่วงเวลาไว้อีก .๕ มิลลิวินาที ถ้าทำเช่นนี้ซ้ำ ๆ กันก็จะได้ความถี่ ๑ กิโลเฮิทซ์ ฉะนั้นเมื่อต้องการส่งลอจิก ๐ เข้าไปยังคู่สายโทรศัพท์ด้วยอัตรา ๑๑๐ บิทต่อวินาที ในรูปของความถี่ ๑ กิโลเฮิทซ์ก็จะทำได้โดยการส่งลอจิก ๑ แล้วหน่วงเวลาไว้ .๕ มิลลิวินาที จากนั้นส่งลอจิก ๐ ออกไปแล้วหน่วงเวลาไว้ .๕ วินาที ทำซ้ำ ๆ กัน ๑๐๐๐ ครั้ง ก็จะได้ลักษณะการส่งข้อมูลตามต้องการดังรูปที่ ๑๐.๑๒



รูปที่ ๑๐.๑๒ แสดงลักษณะการสร้างสัญญาณที่สอดคล้องกับรหัสเพื่อส่งเข้าไปในคู่สายโทรศัพท์

การส่งรหัสในรูปความถี่สูงเข้าคู่สายโทรศัพท์เพื่อหลบเลี่ยงปัญหา อันเกิดจากการลดทอนสัญญาณที่มีความถี่ต่ำกว่า ๒๐๐ เฮิทซ์ เพราะแบนวิดธ์ (Bandwidth) ของคู่สายโทรศัพท์จะมีค่าอยู่ระหว่าง

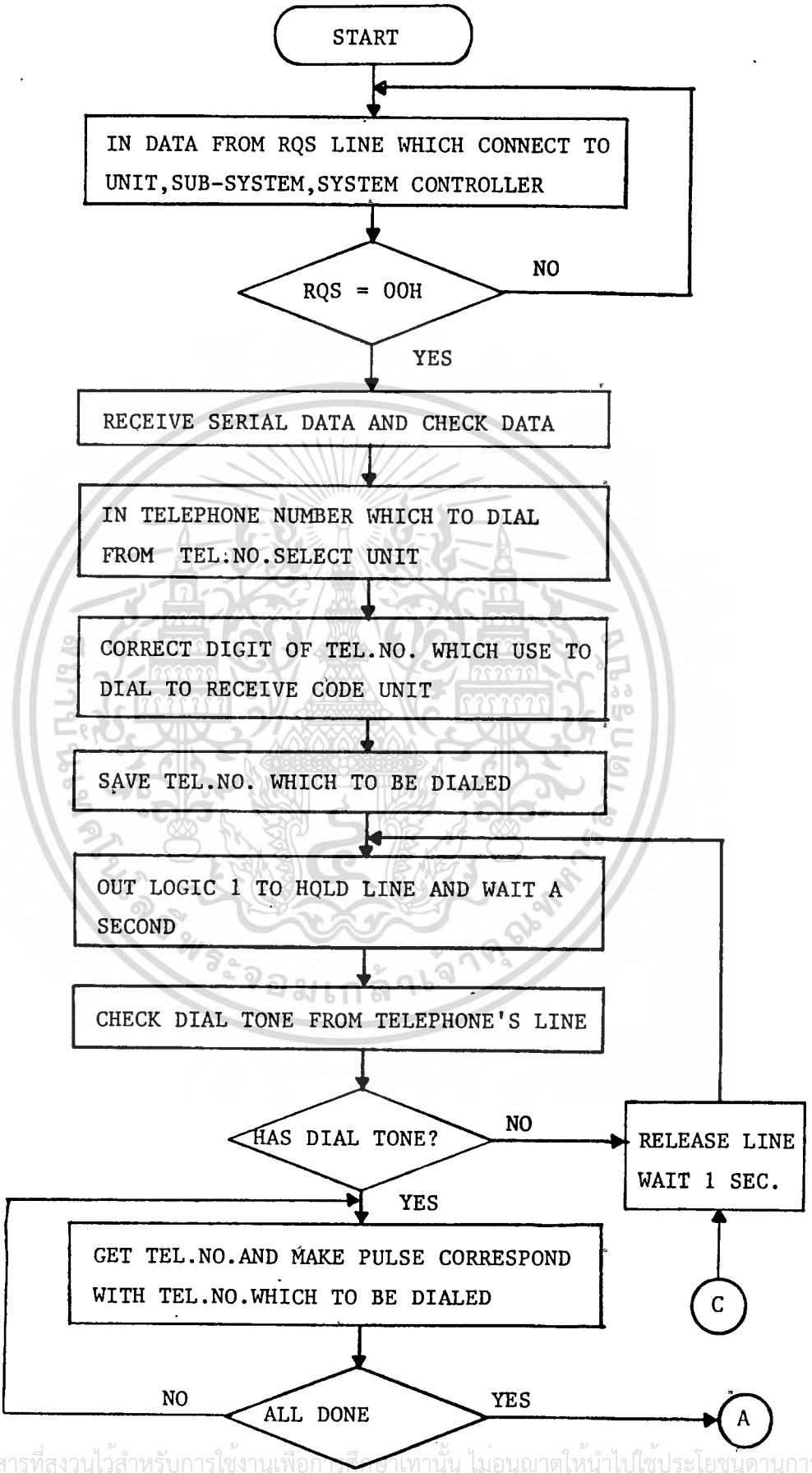
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๒๐๐ เฮิทซ์ ถึง ๓ กิโลเฮิทซ์ ถ้าส่งสัญญาณข้อมูลขนาด ๑๑๐ บิทต่อวินาทีเข้าไปจะเกิดการลดทอนสัญญาณ ทำให้ทางด้านปลายสายรับสัญญาณได้ไม่ดีนัก โฟล์วชาร์ทของเครื่องส่งรหัสจะเป็นดังรูปที่ ๑๐.๑๓

ข) ด้านเครื่องรับรหัส ส่วนนี้จะมีโครงสร้างของระบบเช่นเดียวกับทางด้านส่งรหัส เพียงแต่ตัดส่วนตั้งหมายเลขโทรศัพท์ทิ้งไปเท่านั้น เพื่อสะดวกในการสร้างใช้งานจึงเลือกใช้บอร์ด MPF 1 มาทำเครื่องรับรหัสพร้อมทั้งต่อเครื่องพิมพ์เอาไว้สำหรับพิมพ์รหัสที่ส่งมา การสร้างโปรแกรมย่อยต่าง ๆ เช่นการสแกนคีย์บอร์ด การสแกนแผงแสดงผล ได้อธิบายมาแล้วในบทต้น ๆ จึงไม่กล่าวอีก จะกล่าวเฉพาะโครงสร้างหลัก ๆ เท่านั้น โฟล์วชาร์ทของโปรแกรมที่ใช้งานจะเป็นดังรูปที่ ๑๐.๑๔

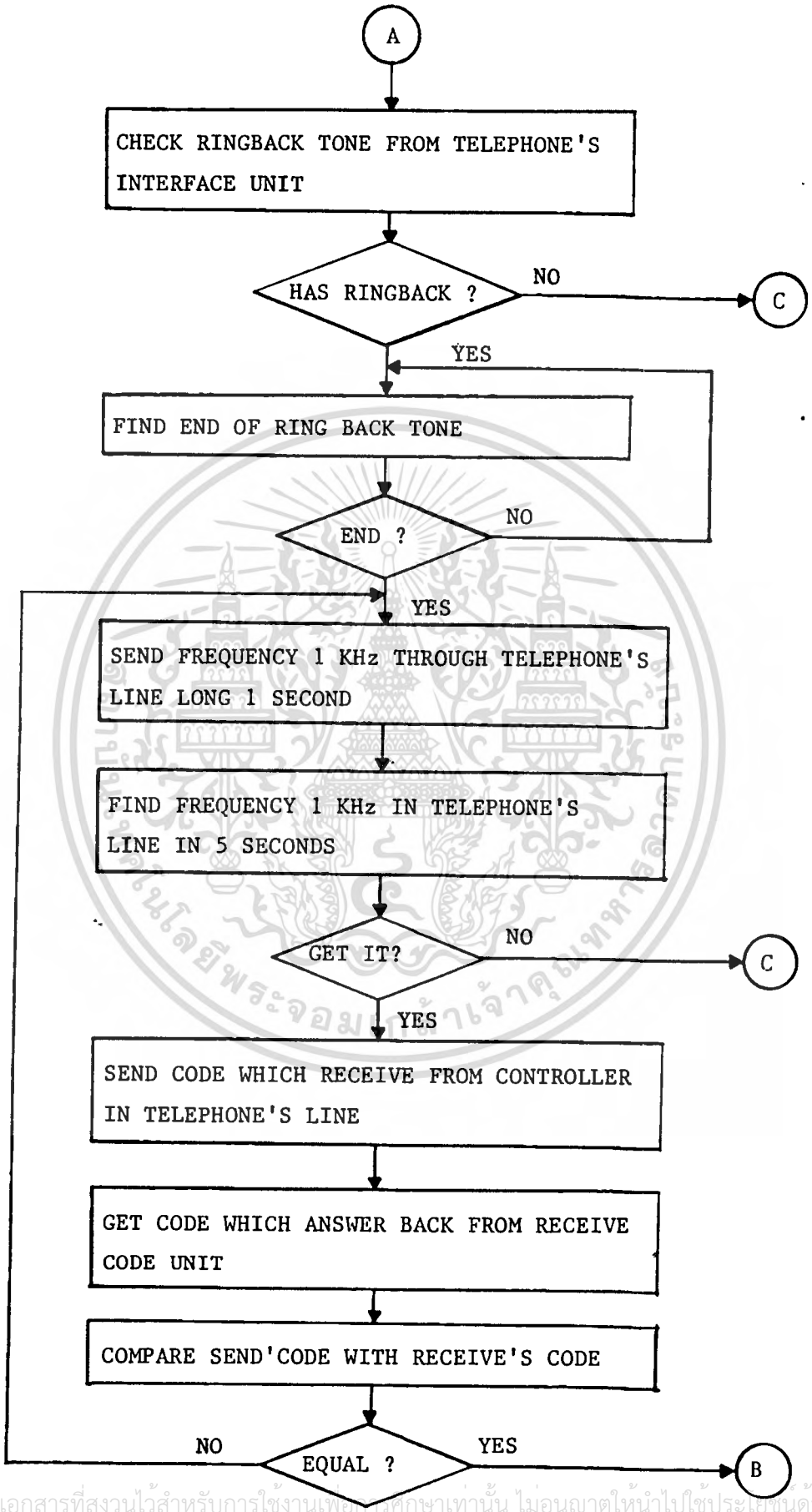
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



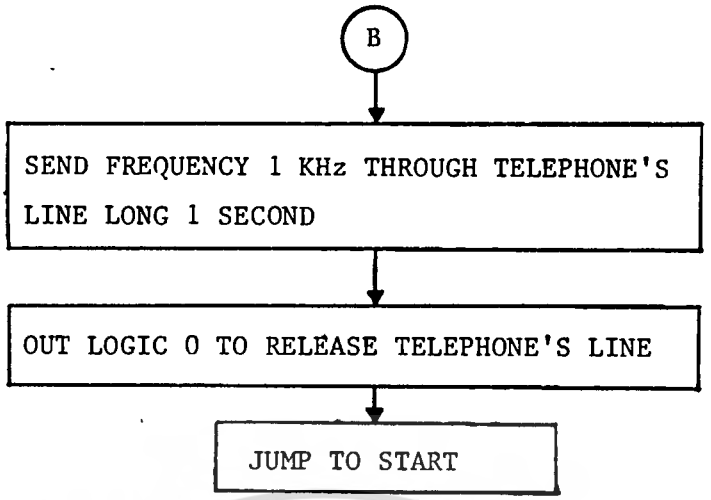
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ๑๐.๑๔ ก) โฟล์วชาร์ทแสดงการแจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์



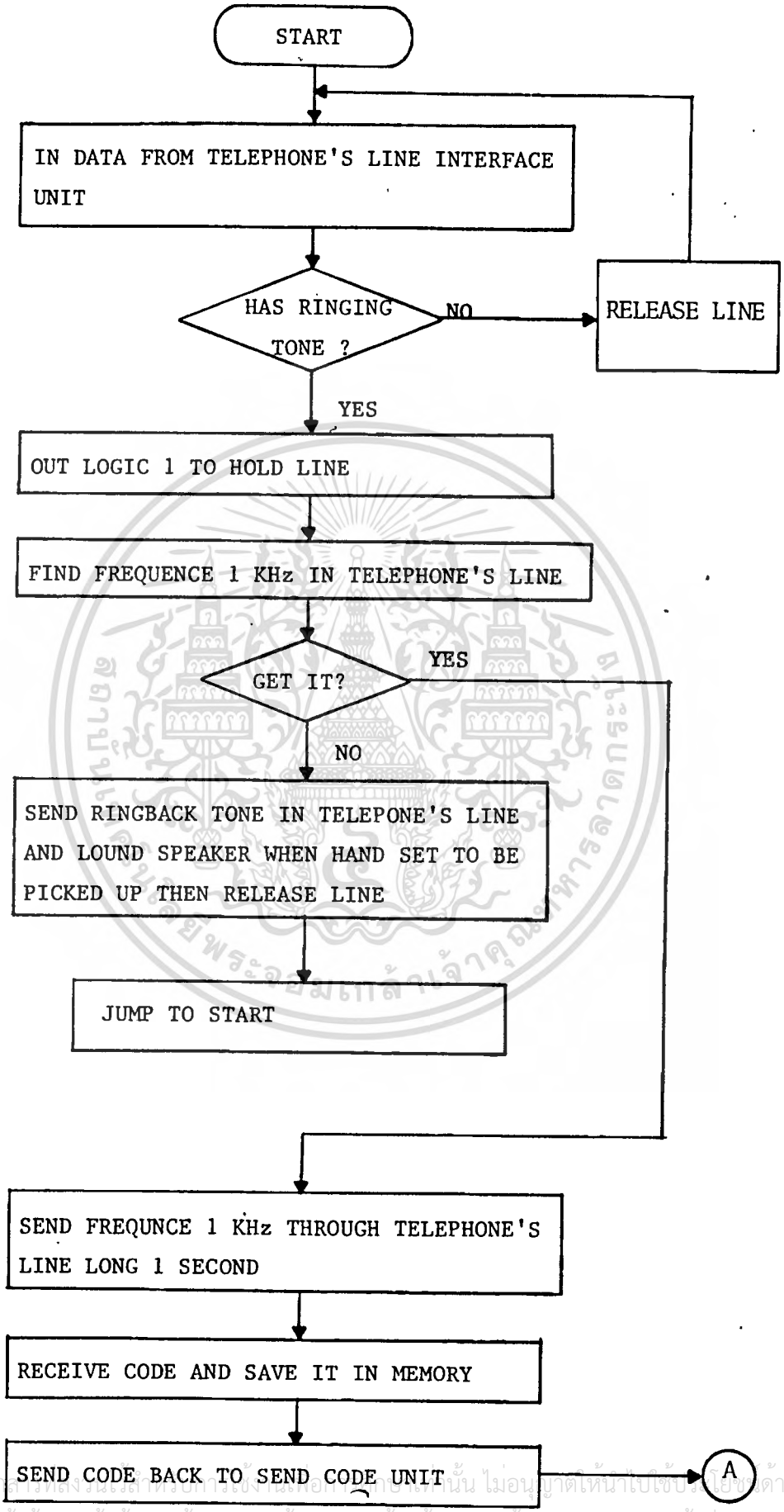
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ๑๐.๑๔ ข) โฟล์วชาร์ทแสดงการแจ้งเหตุโดยใช้คู่สายโทรศัพท์



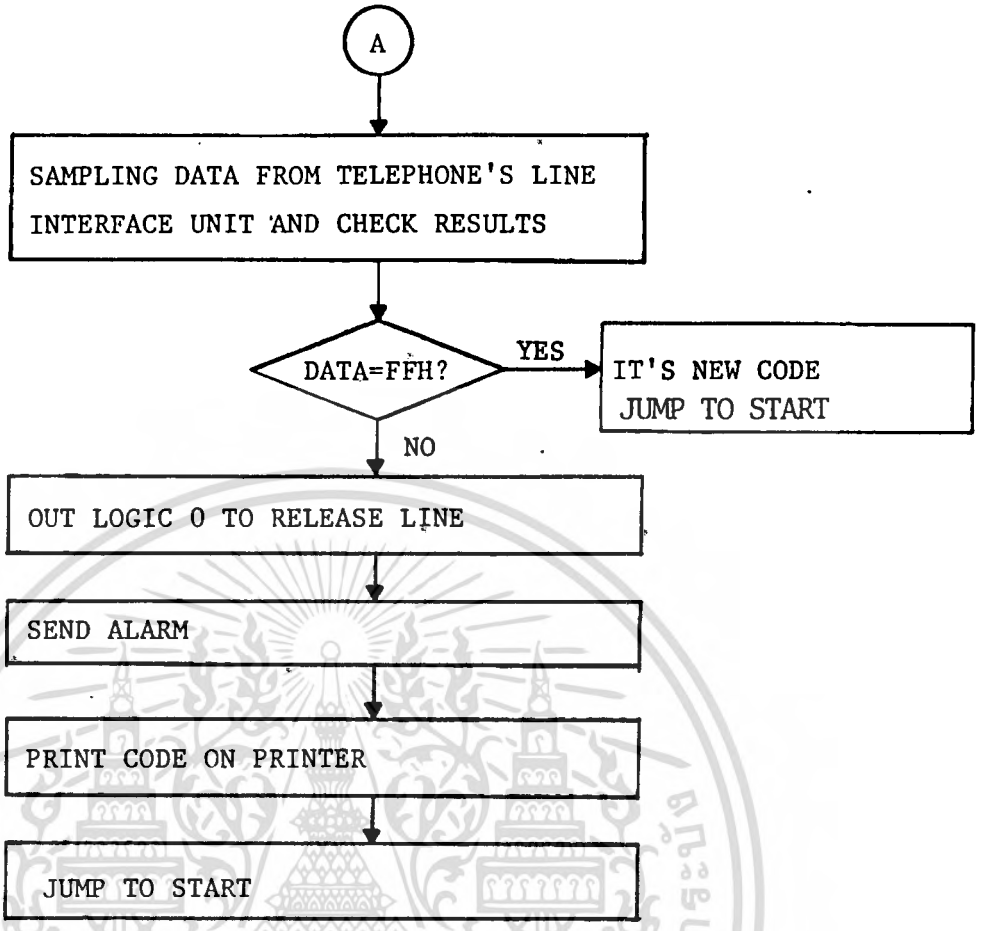
รูปที่ ๑๐.๑๔ ค) โฟล์วชาร์ทแสดงการแจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๐.๑๔ ง) โฟล์วชาร์ทแสดงการแจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๐.๑๔ จ) โฟล้วชาร์ทแสดงการแจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 11

วงจรที่ใช้งานพร้อมรายละเอียด

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงรายละเอียดของวงจรที่ใช้งานและการปรับแต่งต่าง ๆ ที่จำเป็น ก่อนที่จะได้อธิบายถึงวงจรที่ใช้ทดลอง ใคร่ขอชี้แจงว่า วงจรบางอย่างที่คล้ายกันจะไม่กล่าวซ้ำอีก การอธิบายจะแยกออกเป็นส่วน ๆ เพื่อป้องกันการสับสนโดยแยกออกได้ดังนี้

- วงจรที่ใช้กับระบบขนาดเล็ก
- วงจรที่ใช้เป็นส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์
- วงจรที่ใช้กับระบบขนาดกลางและขนาดใหญ่
- วงจรที่ใช้แจ้งเหตุโดยอาศัยเครื่องรับส่งวิทยุระบบ เอ.เอ็ม.
- วงจรที่ใช้แจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์

วงจรที่แสดงไว้ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในแผ่นเดียวกันได้หมดจึงได้แยกเขียนออกเป็นส่วน ๆ โดยระบุไว้ภายในวงจรที่เขียนขึ้นว่าเป็นแผ่นที่เท่าไรในจำนวนกี่แผ่น เช่น SHEET 2 OF 9 หมายถึง แผ่นที่ ๒ ในจำนวนทั้งหมด ๙ แผ่น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.1 วงจรที่ใช้ในระบบป้องกันภัยขนาดเล็ก

วงจรที่ใช้ในระบบป้องกันภัยขนาดเล็กได้แสดงไว้ในหัวข้อนี้ ประกอบด้วยวงจรทั้งหมด ๔ แผ่น แต่ละแผ่นมีโครงสร้างคร่าว ๆ ดังนี้

ก. <u>แผ่นที่</u> ๑ เป็นส่วนของตัวไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 หน่วยความจำแบบอีพรอม (EPROM) เบอร์ 2732 มีความจุ ๔ กิโลไบท์ หน่วยความจำแบบแรม (RAM) เบอร์6116 มีความจุ ๒ กิโลไบท์ โปรแกรมที่แสดงไว้ในภาคผนวกที่ ๑.ก จะถูกโปรแกรมไว้ในอีพรอม ไอ.ซี. เบอร์ 74LS139 จะทำหน้าที่เลือกแอดเดรสตัวหนึ่ง อีกตัวหนึ่งใช้ทำการเลือกควบคุมพอทต่าง ๆ สัญญาณนาฬิกา (Clock) ที่ป้อนให้กับ Z-80 ได้จาก ไอ.ซี. 74LS74 ซึ่งทำหน้าที่หารความถี่ที่ได้จากก้อนผลึก ๔.๔ เมกกาเฮิทซ์ลงมาเหลือ ๒.๒ เมกกาเฮิทซ์ ขณะเดียวกันสัญญาณนาฬิกาที่ยังไม่ได้หารส่วนหนึ่งจะถูกป้อนไปให้อุปกรณ์ภายนอกที่นำมาต่ออยู่ ไอ.ซี. 555 ตัวที่ต่ออยู่กับ ออ-เกท จะทำหน้าที่เป็นตัวรีเซทระบบทั้งหมดเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้กับวงจร ไอ.ซี. 555 ตัวที่สองจะทำหน้าที่เกี่ยวกับการขอเข้าระบบโดยมีสัญญาณจากส่วนแม่กุญแจมากระตุ้นให้สร้างพัลส์ลบที่แคบ ๆ ไปอินเทอรัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์ สาเหตุที่ต้องทำเช่นนี้เพราะว่ามีทางเป็นไปได้ที่ตัวแม่กุญแจจะถูกทำลาย ดังนั้นถ้าเอาสัญญาณจากแม่กุญแจมาทำการอินเทอรัพท์โดยตรงแล้ว ตัวไมโครโปรเซสเซอร์อาจถูกขออินเทอรัพท์อยู่ตลอดเวลาได้ ทำให้โปรแกรมส่วนทำการตรวจสอบตัวตรวจจับสัญญาณไม่ถูกนำมาใช้งานระบบจึงผิดพลาดได้ เมื่อทำการขอเข้าระบบและไมโครโปรเซสเซอร์ตอบรับแล้วผู้ขอเข้าระบบจะต้องมาทำการรีเซ็ทเครื่องโดยอาศัยกุญแจปิดเปิด (Key-switch) ก่อนที่จะหมดการหน่วงเวลาที่ได้ตั้งไว้ มิฉะนั้นไมโครโปรเซสเซอร์จะกลับเข้าสู่โปรแกรมปกติ สาเหตุที่เลือกใช้สวิทแบบกุญแจแทนคีย์บอร์ด เพราะสามารถป้องกันได้ดีกว่าในกรณีที่ผู้บุกรุกหลุดเข้าไปในระบบได้ ผู้บุกรุกอาจกดคีย์บอร์ดพร้อม ๆ กันทำให้ถูกต้องตามที่ตั้งไว้ได้ แต่ถ้าเป็นกุญแจโอกาสที่จะแก้ไขได้จะใช้เวลานานกว่าจนทำให้หมดสภาวะของการหน่วงเวลาไปแล้ว อีกประการหนึ่ง ถ้าใช้การกดคีย์บอร์ดในรูปของรหัสหลายตัวก็จะป้องกันได้ดีขึ้นจริงอยู่ แต่โอกาสที่ผู้ใช้เองเกิดลืมรหัสก็จะมีโอกาสเป็นไปได้มาก โดยเฉพาะที่ระบบส่งสัญญาณเตือนภัยดังขึ้นทำให้ผู้ใช้ตกใจกลัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. <u>แผ่นที่ ๒</u> เป็นส่วนของพอทของไมโครโปรเซสเซอร์ใช้ ไอ.ซี. เบอร์ 8255 PPI (Programable Pheripheral Interface) โดยพอท A จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลที่ต้องการแสดงออกไปยังแผงแสดงผลทางด้านอะโนด โดยผ่านทางทรานซิสเตอร์ที่ใช้เป็นตัวขับ (Anode driver) แผงแสดงผลประกอบด้วย L.E.D. แบบ ๗ ส่วน ชนิดคาโถดร่วมนำมาต่อกัน ๘ ตัว โดยต่อแต่ละส่วนเข้าหากันหมดทั้ง ๘ ตัว คือ ส่วน a ต่อถึงกันทั้งหมด ส่วน b ต่อถึงกันทั้งหมด เป็นต้น ขาคาโถดของแต่ละตัวจะถูกทำการมัลติเพล็กซ์โดยพอท C (PC0-PC2) ผ่าน ไอ.ซี. 74LS138 ทำหน้าที่ถอดรหัสจาก ๓ เส้นไปเป็น ๘ เส้น สัญญาณลอจิกส่วนหนึ่งจาก 74LS138 จะถูกนำมาทำการสะแกนทางด้านแกนตั้งของคีย์บอร์ด ผลที่ได้จากคีย์บอร์ดตามแกนนอนจะถูกป้อนเข้าทางพอท C (PC4-PC6) เช่นกัน พอท C ที่เหลืออีกเส้นหนึ่งนั้นจะถูกนำไปควบคุมฟลิปฟลอปเบอร์ 74LS74 เพื่อทำการปิดเปิดรีเลย์จ่ายไฟไปให้กับอุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือนภัย พอท B ที่เหลือจะต่อเข้ากับทั้มวิลป์สวิทที่ใช้ตั้งรหัสประจำเครื่อง

ค. <u>แผ่นที่ ๓</u> เป็นวงจรที่ใช้ตรวจสอบสัญญาณที่ได้จากสายส่งสัญญาณ แยกการตรวจสอบออกเป็นสองส่วน คือ ระดับศักดาไฟตรงในสายส่งสัญญาณผลที่ได้จะถูกป้อนเข้าที่พอท A ของ ไอ.ซี. 8255 ตัวที่ ๒ อีกส่วนหนึ่งจะทำการตรวจสอบสัญญาณความถี่ในสายส่งสัญญาณ ผลที่ได้ถูกป้อนเข้าที่พอท A,B ตามที่ได้กล่าวผ่านมาแล้วในบทต้น ๆ เมื่อต่อเข้ากับตัวตรวจจับสัญญาณแล้วจะต้องปรับความต้านทานแบบปรับค่าได้ ๕๐ กิโลโอห์ม ให้มีค่าเหมาะสม โดยสังเกตุจาก L.E.D. ที่ใช้มอนิเตอร์จะติดสว่าง อนาล็อกสวิท (CD4016) จะเป็นตัวต่อสัญญาณเมื่อต้องการทดสอบระบบโดยในสภาวะปกติ อนาล็อกสวิทจะทำการต่อเอาสัญญาณจากสายส่งสัญญาณป้อนเข้าวงจร แต่เมื่อทำการทดสอบระบบ ไมโครโปรเซสเซอร์จะควบคุมให้อนาล็อกสวิทตัวนี้เปิดวงจรออกแล้วต่อสัญญาณความถี่กับระดับศักดาที่จัดเตรียมไว้เพื่อทำการทดสอบระบบเข้าไปแทน เมื่อป้อนระดับศักดาไปตรงเข้าไปจะทำให้สถานะทางลอจิกที่พอท A เป็นลอจิก ๑ ส่วนที่พอท B เป็นลอจิก ๐ ในทางกลับกันถ้าป้อนสัญญาณความถี่เข้าไปจะทำให้สถานะทางลอจิกเป็นตามที่กล่าวมาแล้ว แสดงว่ามีเหตุบกพร่องเกิดขึ้นกับวงจรในส่วนนี้ต้องทำการแก้ไขทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. <u>แผ่นที่ ๔</u> แสดงการต่อส่วนตรวจสอบสายส่งสัญญาณและตัวตรวจจับสัญญาณเข้าด้วยกัน พอทของ ไอ.ซี. 8255 ตัวที่สอง ซึ่งจะเห็นไว้ว่า ส่วนตรวจสอบสายส่งสัญญาณจะต้องใช้ทั้งหมด ๘ วงจรต่อเข้ากับพอท A และ B ดังรูป แทนที่จะใช้พอท C มาทำการส่งสัญญาณเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ ๒ ชุด ดังกล่าวไว้ในตอนต้น จะใช้เพียงชุดเดียวคือ PC 0, PC 1, PC 4, PC 5 ส่วนที่เหลือจะนำไปทำการควบคุมอนาล็อกสวิทที่ใช้ตัดต่อการทดสอบระบบโดย PC 6 ทำหน้าที่ควบคุมการป้อนสัญญาณความถี่ PC 7 ควบคุมการป้อนสัญญาณไปตรงที่มีระดับศักดาสูงกว่าเปรียบเทียบของวงจรเปรียบเทียบระดับศักดา จากรูปจะเห็นว่าไม่ว่าจะทำการทดสอบอะไรก็ตาม นอร์-เกท จะทำการบังคับให้อนาล็อกสวิทตัดสัญญาณจากสายส่งสัญญาณออกไปเสมอ

จ. <u>แผ่นที่ ๕</u> เป็นส่วนป้อนสัญญาณเข้าสายส่งสัญญาณ โดยมี ไอ.ซี. CD4047 เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ ๑ กิโลเฮิทซ์ ป้อนเข้าวงจรรับสัญญาณทั้ง ๘ วงจร แต่ละวงจรจะถูกไบอัสไว้ให้มีระดับศักดาไฟตรงที่ขาอีมิตเตอร์เป็น ๖ โวลท์ เนื่องจากวงจรรับสัญญาณที่ทดลองสร้างขึ้นนี้ใช้ทรานซิสเตอร์ที่จ่ายกระแสได้ไม่มากจึงไม่ควรใช้กับสายส่งสัญญาณที่ยาวมากนัก เพราะจะเกิดการโหลด (Load) ทำให้ระดับศักดาไฟตรงจากสายส่งสัญญาณที่ป้อนให้กับวงจรเปรียบเทียบระดับศักดามีค่าต่ำกว่าศักดาเปรียบเทียบได้ เป็นผลให้ระบบการตรวจสอบสายส่งสัญญาณผิดพลาดได้

ฉ. <u>แผ่นที่ ๖</u> เป็นวงจรของลูกกุญแจที่ใช้ขอเข้าระบบ เมื่อต้องการเข้าระบบให้กดสวิทจ่ายไฟเลี้ยงเข้าวงจร ตัวเก็บประจุ ๔.๗ ไมโครฟาร์ดจะค่อย ๆ ถูกชาร์ททำให้ระดับศักดาค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งทรานซิสเตอร์จะทำงาน เป็นผลให้สถานะทางลอจิกที่ขาคอลเล็คเตอร์เปลี่ยนกลับมาเป็นลอจิก ๐ ไปกระตุ้นให้ ไอ.ซี. 145026 ทำงาน ไอ.ซี. 145026 จะนำรหัสที่ตั้งโดย ดิป-สวิท เข้าทำการเข้ารหัสแล้วส่งออกมากระตุ้นให้ทรานซิสเตอร์ที่ขับ L.E.D. แบบอินฟราเรดก็จะติดดับเป็นจังหวะตามไปด้วย เนื่องจาก L.E.D. ที่ใช้งานเป็นแบบธรรมดาที่มีวัตต์ (Watt) ต่ำจึงไม่สามารถส่งแสง ออกไปได้ไกล เวลาใช้งานควรนำไปใกล้ ๆ กับตัวแม่กุญแจ สาเหตุที่ต้องใช้ตัวเก็บประจุทำการหน่วงเวลาไว้เล็กน้อยก็เพื่อรอให้ส่วนออสซิลเลเตอร์ของ MC145026 มีเสถียรภาพพอเพียงเสียก่อน

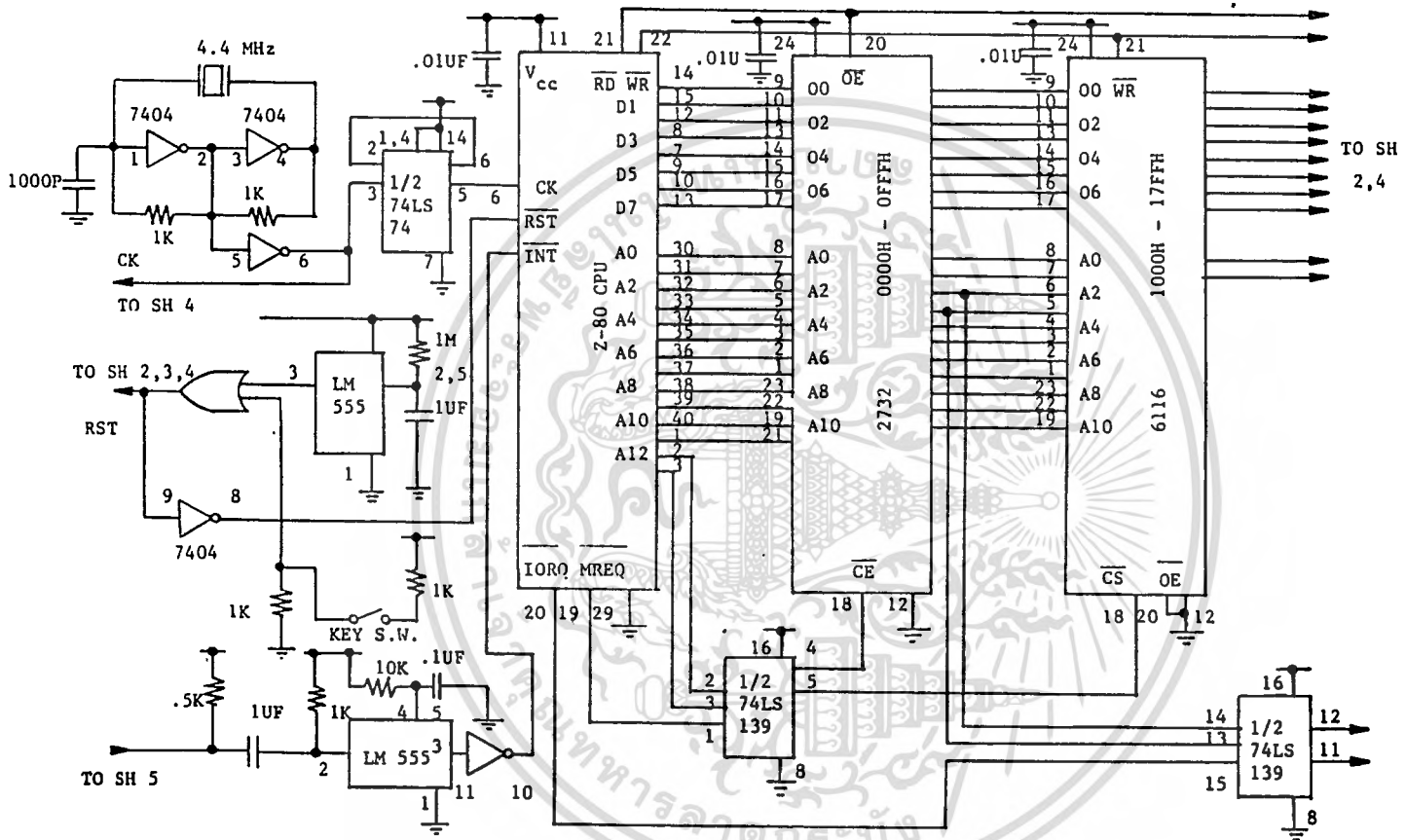
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช. <u>แผ่นที่ ๗</u> เป็นส่วนของวงจรแม่กุญแจซึ่งจะต้องตั้งรหัสให้ตรงกับส่วนลูกกุญแจซึ่งได้อธิบายการทำงานมาบ้างแล้ว รีเลย์ ๑ นั้นในสภาวะปกติจะเปิดหน้าสัมผัสอยู่ หน้าสัมผัสนี้ส่วนหนึ่งจะถูกต่อลงกราวด์อีกส่วนหนึ่งจะต่อกับสายสัญญาณจากแผ่นที่ ๑ เมื่อมีการขอเข้าระบบอย่างถูกต้อง รีเลย์จะทำการปิดหน้าสัมผัสทำให้ระดับศักดาในสายเชื่อมต่อลดลงเป็นศูนย์ ตัวเก็บประจุที่ต่ออยู่กับ ไอ.ซี. 555 ถูกชาร์ทประจุ ไอ.ซี. 555 ก็จะถูกกระตุ้นให้ทำงาน ส่งผลไปทำการอินเทอรัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์ L.E.D. ที่ต่ออยู่ก่อนเข้า MM154027 จะเป็นตัวแสดงว่าสัญญาณรหัสจากลูกกุญแจถูกป้อนเข้าตัวถอดรหัสเรียบร้อยแล้ว ส่วน L.E.D. ที่ต่ออยู่กับ ไอ.ซี. 555 จะเป็นตัวที่ระบุให้ผู้ขอเข้าระบบทราบว่าได้รับรหัสถูกต้องและส่งสัญญาณไปขออินเทอรัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์แล้ว ผู้ขอเข้าระบบสามารถเข้าไปในระบบได้และจะต้องรีบไปทำการปิดสวิทกุญแจก่อนที่จะหมดการหน่วงเวลา

ช. <u>แผ่นที่ ๘</u> เป็นวงจรของส่วนจ่ายไฟเลี้ยงวงจรต่าง ๆ ทั้งหมด จากรูปจะเห็นว่าได้ออกแบบไว้สำหรับชาร์จแบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟสำรองเมื่อไฟไลน์ดับด้วย แต่ถ้าไม่ใช้แบตเตอรีขนาดใหญ่ควรจะใช้นิเกิลแคดเมียม มาทำการแบ็คอัพ (Back-up) หน่วยความจำแรมไว้ด้วย เพื่อจะได้ไม่ต้องป้อนข้อมูลเกี่ยวกับการหน่วงเวลาซ้ำอีกจะป้อนใหม่เฉพาะเวลาเท่านั้น ตามหลักความเป็นจริงแล้วควรจะใส่แบตเตอรีไว้เพื่อป้องกันการตัดไฟไลน์

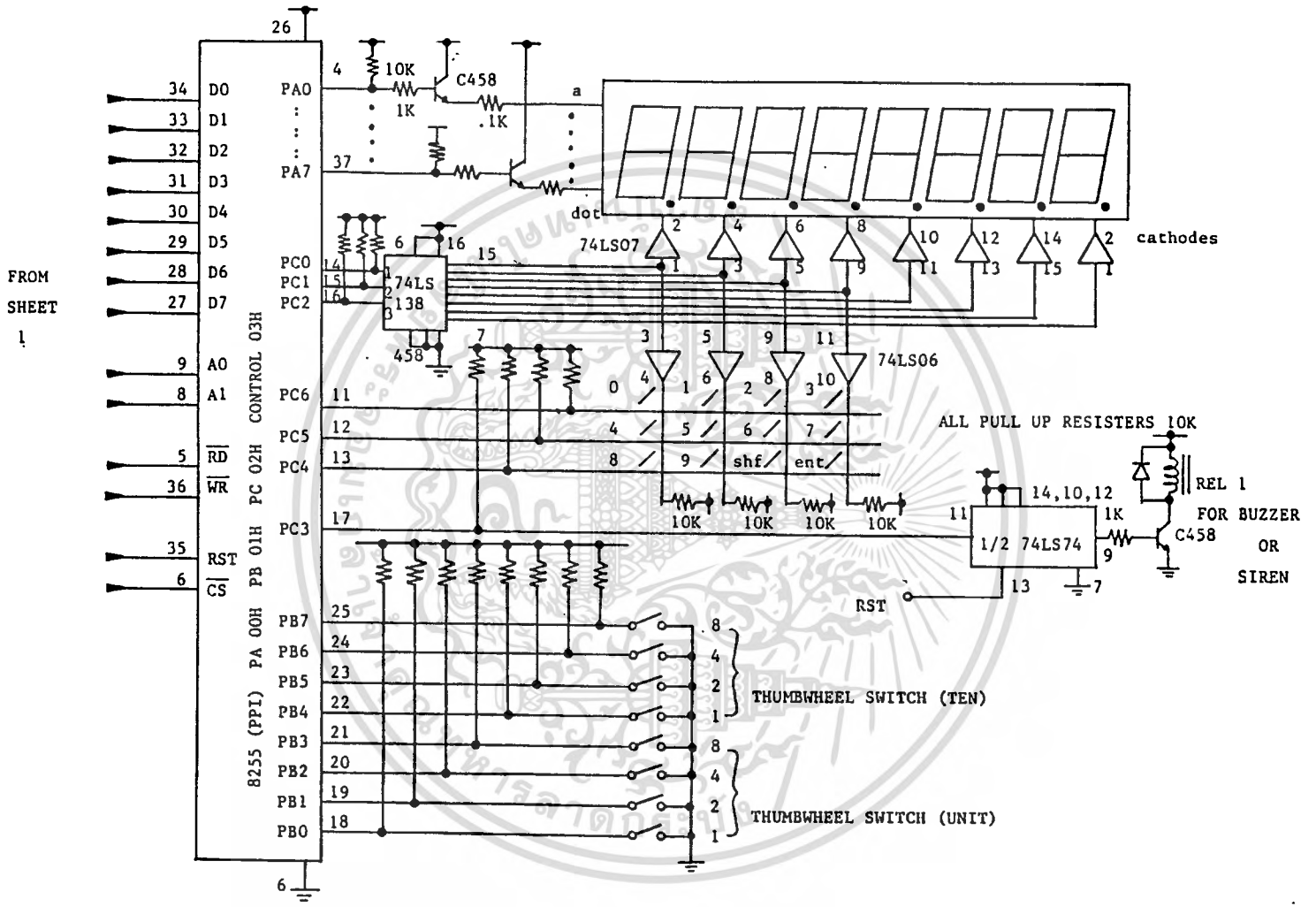
ฌ. <u>แผ่นที่ ๙</u> เป็นตัวอย่างการต่อสายส่งสัญญาณจากส่วนขับสัญญาณผ่านตัวตรวจจับสัญญาณ และจากตัวตรวจจับสัญญาณมายังส่วนตรวจสอบสายส่งสัญญาณ พร้อมทั้งการดัดแปลงตัวตรวจจับสัญญาณโดยการต่อความต้านทานหรือตัวเก็บประจุเข้าไป ควรจะต่อให้ชิดขั้วของตัวตรวจจับสัญญาณมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๑.๑ แสดงวงจรของ ไมโครโปรเซสเซอร์ และหน่วยความจำ

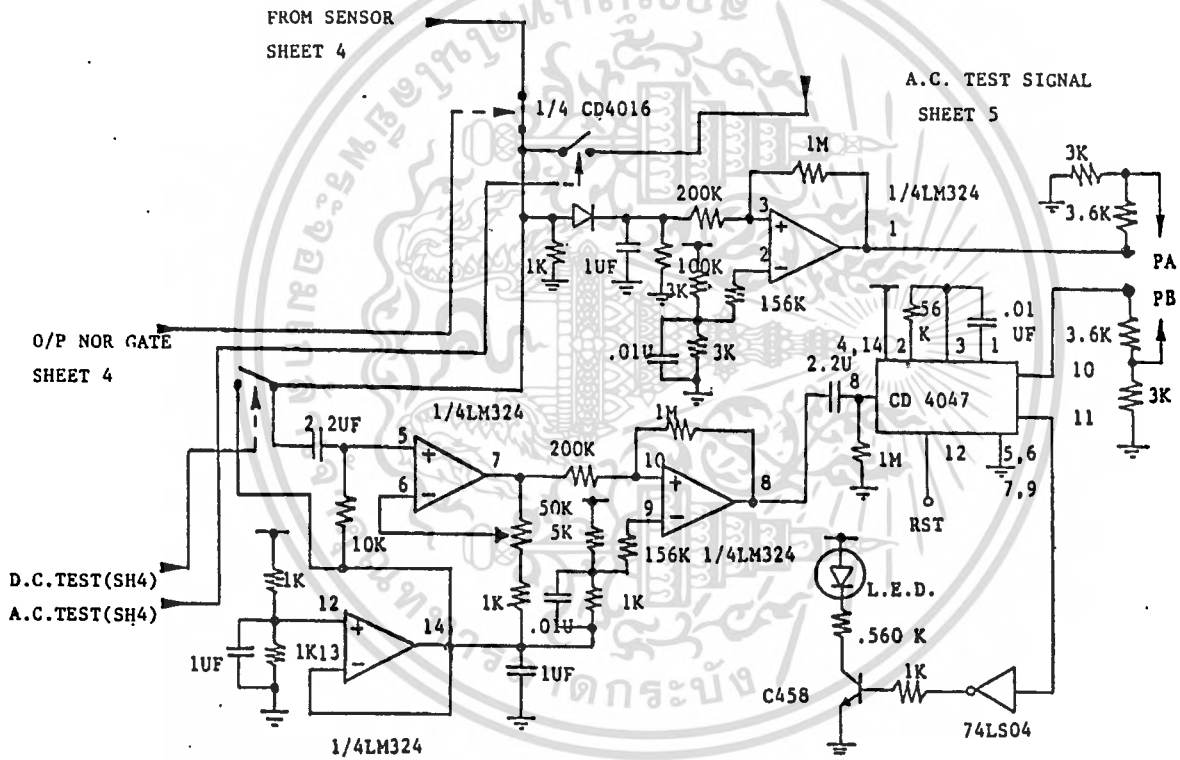
SHEET 1 OF 9



รูปที่ ๑๑.๒ แสดงพอทที่ใช้สแกนแผงแสดงผล,คีย์บอร์ด
ส่งสัญญาณเตือนภัยและส่วนตั้งรหัส

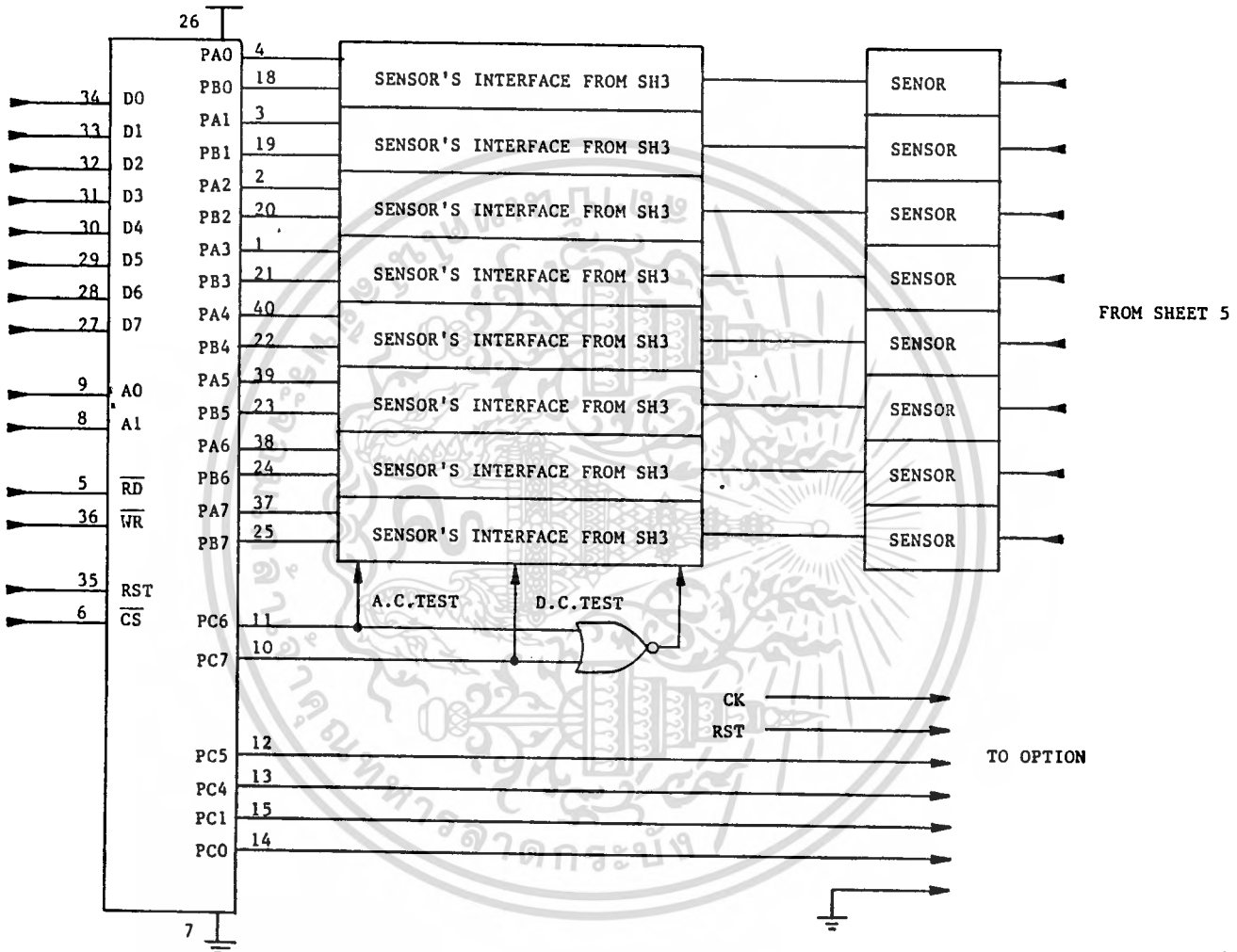
SHEET 2 OF 9

THE CIRCUIT OF SENSOR'S INTERFACE.



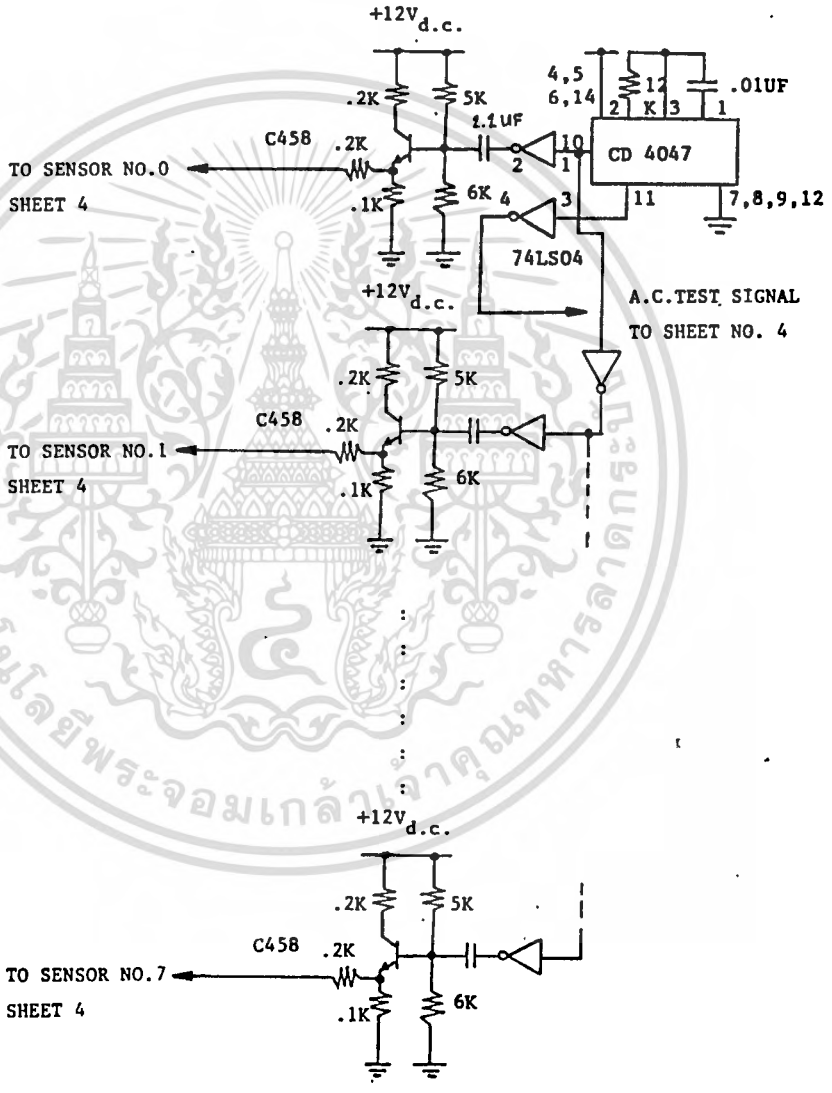
รูปที่ ๑๑.๓ แสดงวงจรที่ใช้ตรวจสอบสายส่งสัญญาณ และตัวตรวจจับสัญญาณ

SHEET 3 OF 9



รูปที่ ๑๑.๔ แสดงพอทที่ใช้ตรวจสอบการทำงานของ วงจรในรูปที่ ๑๑.๓ และใช้รับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก

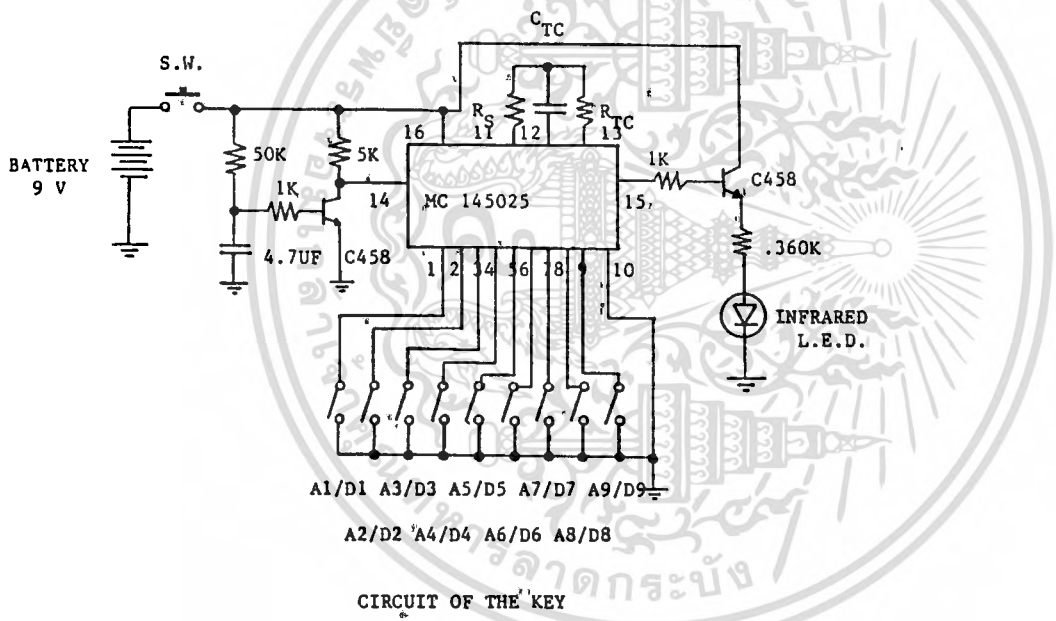
SHEET 4 OF 9



SHEET 5 OF 9

รูปที่ ๑๑.๕ แสดงส่วนกำเนิดสัญญาณป้อนเข้าสายส่งสัญญาณ

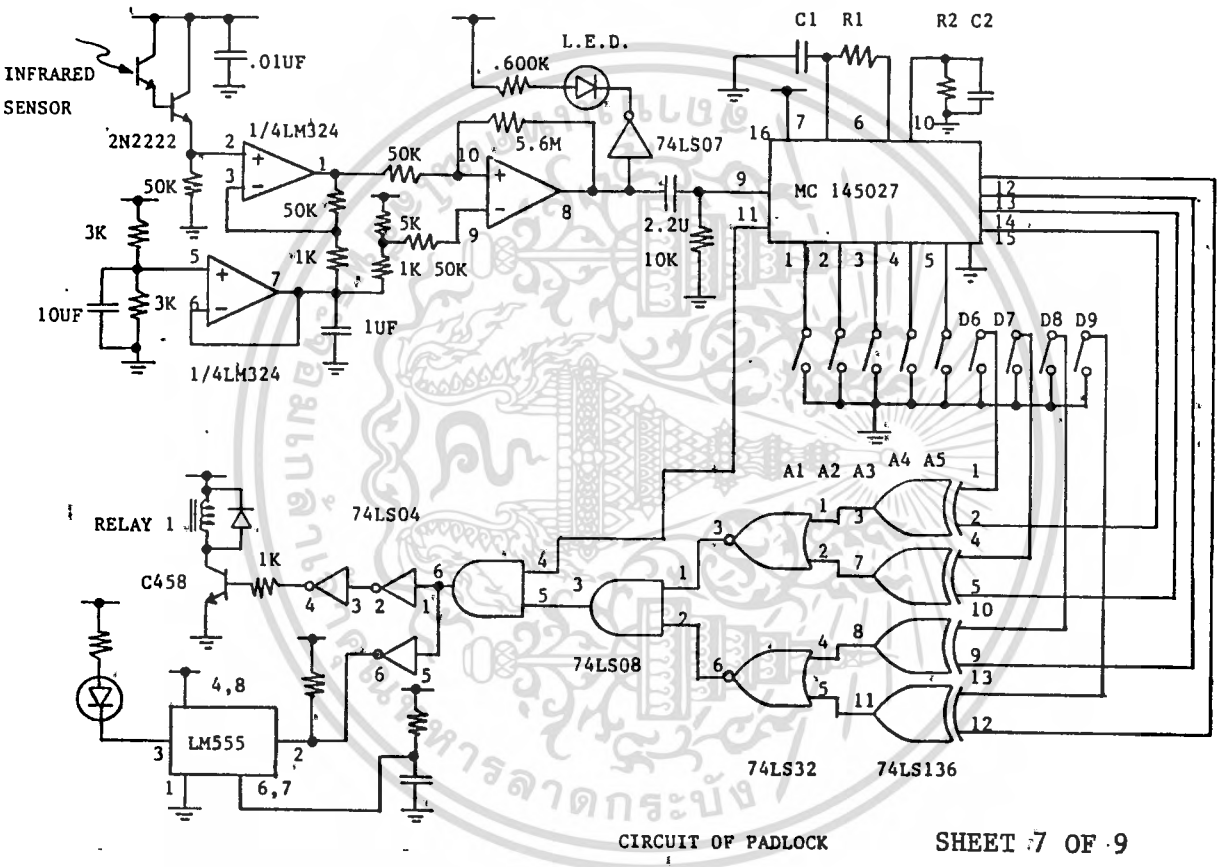
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



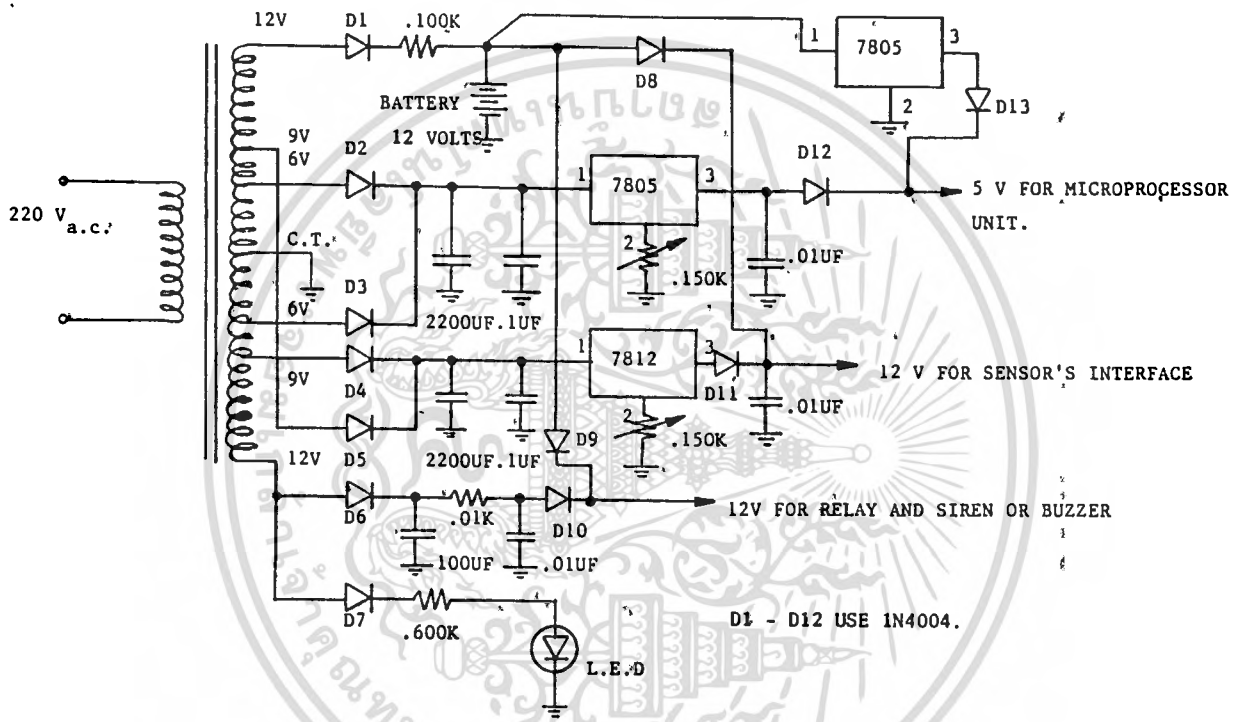
CIRCUIT OF THE KEY

รูปที่ ๑๑.๖ แสดงวงจรลูกกุญแจ

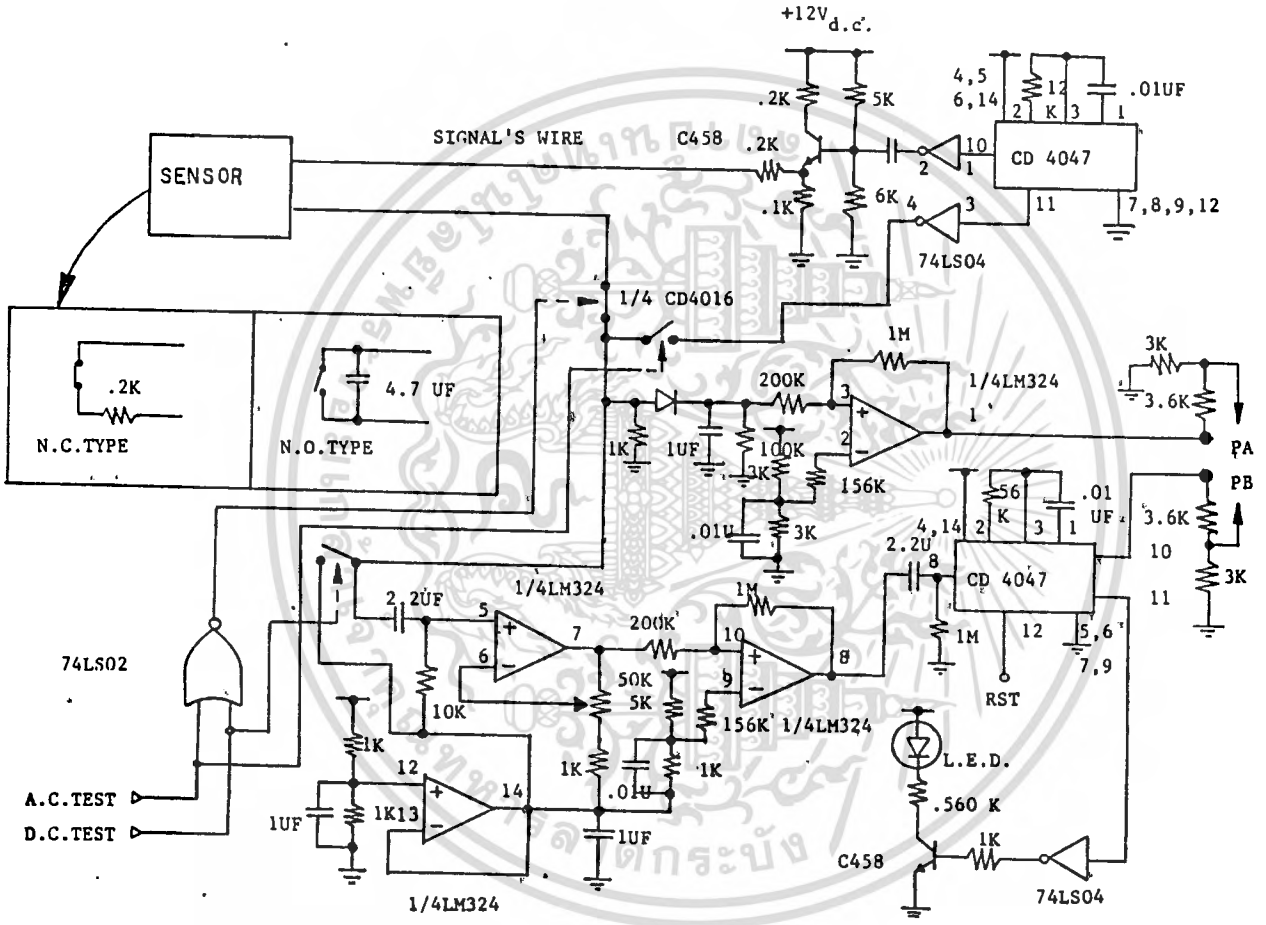
SHEET 6 OF 9



รูปที่ ๑๑.๗ แสดงวงจรแม่กุญแจ



รูปที่ ๑๑.๘ แสดงวงจรที่ใช้จ่ายไฟเลี้ยงวงจร



THE EXAMPLE OF CONNECTING BETWEEN SIGNAL INJECTION,SENSOR AND SENSOR'S INTERFACE.

SHEET 9 OF 9

รูปที่ ๑๑.๙ ตัวอย่างการใช้งาน

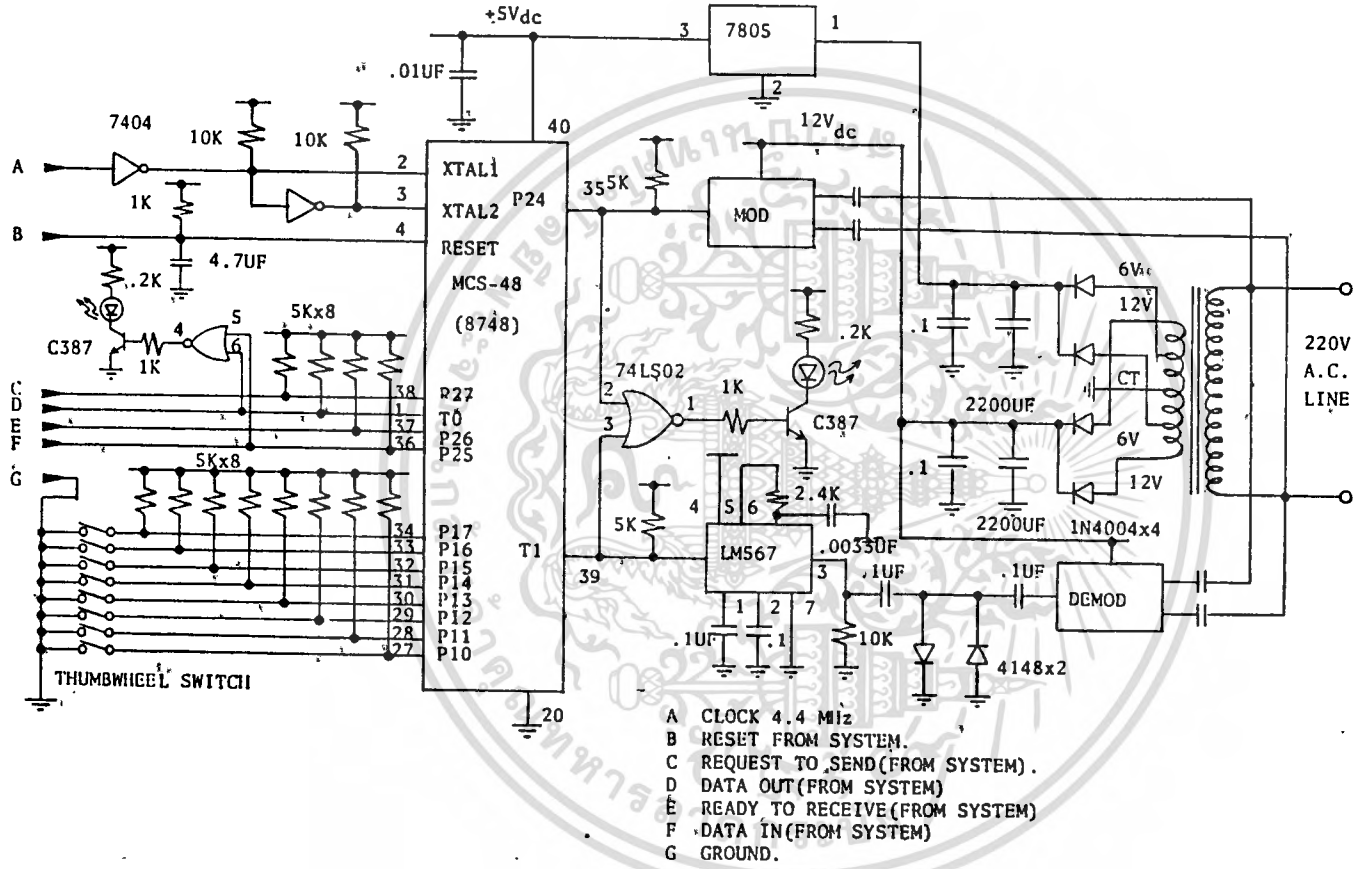
11.2 วงจรที่ใช้เป็นส่วนเชื่อมต่อกับสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์

วงจรที่ใช้เป็นส่วนเชื่อมต่อกับสายไฟไลน์ได้ถูกแบ่งวงจรออกเป็น ๒ แผ่น แต่ละแผ่นมีรายละเอียดดังนี้

ก. <u>แผ่นที่ ๑</u> จะแสดงถึงวงจรที่ใช้งานกับส่วนเชื่อมต่อกับสายไฟไลน์ทั้งหมด ยกเว้นส่วนเปลี่ยนสัญญาณให้อยู่ในรูปคลื่นความถี่สูง และส่วนเปลี่ยนสัญญาณจากคลื่นความถี่สูงให้เป็นสัญญาณอนุกรมธรรมดา ไมโครโปรเซสเซอร์ที่นำมาใช้งานเป็นตระกูล MCS-48 (8748) สัญญาณนาฬิกาและสัญญาณรีเซ็ท จะถูกจ่ายมาจากระบบที่นำไปต่อด้วย ขา P27, P26, P25 และ T0 จะใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างระบบของตัวมันกับระบบที่ต่ออยู่ พอท ๑ ทั้งพอทถูกนำมาใช้เชื่อมต่อกับทั้มบ์วิลป์สวิท เพื่อทำเป็นรหัสประจำชั้น (Floor code) ขา P24 และ T1 จะทำหน้าที่เกี่ยวกับทางด้านสายไฟไลน์ ๒๒๐ โวลท์ โดยขาหนึ่งจะทำหน้าที่ส่งข้อมูลรหัสไปควบคุมการปิดเปิดสัญญาณความถี่สูงป้อนเข้าไปในสายไฟไลน์ และสัญญาณที่ได้จากสายไฟไลน์จะถูกจูนเอาเฉพาะความถี่ของคลื่นความถี่สูง (ประมาณ ๑๐๐ กิโล-เฮิทซ์) มาทำการขยายให้มีขนาดสูงขึ้นแล้วป้อนให้วงจรโทนดีโค้ดเดอร์ (LM567) เปลี่ยนสัญญาณความถี่สูงกลับมาเป็นสัญญาณรหัสแบบอนุกรมป้อนให้กับ MCS-48 ซึ่งจะเห็นได้ว่าวงจรได้ถูกเปลี่ยนแปลงจากเดิมไปเล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อตัดปัญหาอันเกิดจากผลของการหน่วงเวลาที่เกิดขึ้นในสายไฟไลน์และสัญญาณรบกวนในสายกราวด์ของสายไฟไลน์ สำหรับตัวเก็บประจุที่ใช้กับวงจรโทนดีโค้ดเดอร์ควรใช้แบบที่ไม่เปลี่ยนแปรตามอุณหภูมิหรือเปลี่ยนแปรไปน้อยมาก ซึ่งจะเป็นผลให้ความถี่อิสระที่ปรับตั้งไว้ตอนเริ่มต้น (Free running frequency) ไม่เปลี่ยนแปรไปตามอุณหภูมิมากนักยังผลให้การเปลี่ยนรูปของสัญญาณรหัสกระทำได้อย่างถูกต้อง

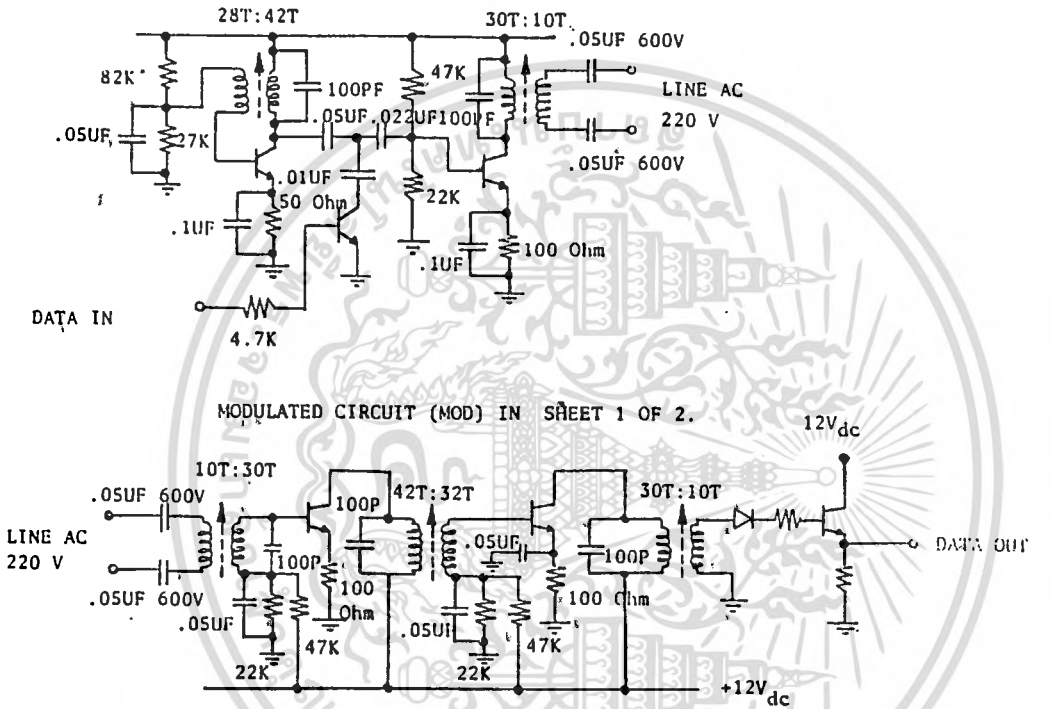
ข. <u>แผ่นที่ ๒</u> แสดงวงจรที่ใช้เปลี่ยนสัญญาณจากสัญญาณรหัสแบบอนุกรมไปเป็นสัญญาณความถี่สูง ความถี่ประมาณ ๑๐๐ กิโลเฮิทซ์ อีกวงจรหนึ่งเป็นวงจรที่ใช้แยกสัญญาณความถี่สูงออกจากความถี่ ๕๐ เฮิทซ์ของไฟไลน์ แล้วขยายให้กำลังแรงขึ้นเพื่อป้อนเข้าวงจรโทนดีโค้ดเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๑.๑๐ แสดงวงจรเชื่อมต่อไฟไลน์

SHEET 1 OF 2



SHEET 2 OF 2

รูปที่ ๑๑.๑๑ แสดงวงจรเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลเป็นสัญญาณความถี่สูงป้อนเข้าสายไฟไลน์ และแยกสัญญาณความถี่สูงออกจากไฟไลน์

11.3 วงจรที่ใช้เป็นส่วนควบคุมของระบบขนาดกลางและระบบขนาดใหญ่

วงจรที่ใช้เป็นส่วนควบคุมของระบบขนาดกลางและระบบขนาดใหญ่เหมือนกัน ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๘ วงจรที่แสดงไว้มีทั้งหมด ๖ แผ่น ทั้งนี้ไม่รวมถึงส่วนเชื่อมต่อกับสายไฟไลน์ด้วย เพราะได้แสดงไว้แล้วในหัวข้อที่ ๑๑.๒ แต่ละแผ่นมีโครงสร้างคร่าว ๆ ดังนี้

ก. <u>แผ่นที่</u> ๑ เป็นส่วนของไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งใช้เบอร์ Z-80 และหน่วยความจำแบบอีพรอมเบอร์ 2716 ถูกโปรแกรมไว้ด้วยโปรแกรมที่แสดงไว้ในภาคผนวกที่ ๑.ค หน่วยความจำแบบแรมใช้เบอร์ HM6116 เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้กับ Z-80 ได้จากการหารความถี่ ๔.๔ เมกกาเฮิทซ์ลงมาเหลือ ๒.๒ เมกกาเฮิทซ์ โดย ไอ.ซี. 74LS74 ความถี่ ๔.๔ เมกกาเฮิทซ์ ส่วนหนึ่งจะถูกป้อนไปให้อุปกรณ์ภายนอกที่นำมาต่อเช่นเดียวกับกรณีของระบบขนาดเล็ก ไอ.ซี. 74LS139 ถูกใช้เป็นตัวกำหนดช่วงแอดเดรสของหน่วยความจำ ค่าแอดเดรสต่าง ๆ ได้อธิบดไว้ในรูปแล้ว

ข. <u>แผ่นที่</u> ๒ เป็นพอทที่ใช้ในการสแกนคีย์บอร์ดและแผงแสดงผล โดยใช้ ไอ.ซี. เบอร์ 8255 PPI พอท B ใช้เป็นพอทส่งข้อมูลที่ต้องการแสดงออกไปยังส่วนต่าง ๆ ของแผงแสดงผลผ่านตัวขับสัญญาณด้วยอะโนด (75491) พอท C (PC 0-PC 5) ถูกใช้มัลติเพล็กซ์แผงแสดงผลโดยผ่านตัวขับสัญญาณด้านคาโถด (75492) สัญญาณส่วนหนึ่งจะถูกนำมาสแกนคีย์บอร์ดตามแนวแกนตั้ง ผลของคีย์บอร์ดตามแนวแกนนอนถูกต่อเข้ากับพอท A ของ PPI (PA0-PA5) พอท PC 6 ถูกใช้ไปควบคุมการตั้งเวลาของส่วนเวลาที่ขา Fast set พอท PC 7 ถูกใช้ควบคุมสัญญาณการเตือนภัย เมื่อได้รับรหัสที่แจ้งผ่านเข้ามาทางสายไฟไลน์ ไอ.ซี. 74LS139 ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดค่าของพอทต่าง ๆ

ค. <u>แผ่นที่</u> ๓ เป็นพอทที่ใช้เชื่อมต่อกับส่วนของเวลา และใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกใช้ ไอ.ซี. PI,O โดยนำเอาพอท A มาทำการเอาข้อมูลเวลาเข้าไปประมวลผล พอท PA0-PA3 จะเป็นตัวหาว่าข้อมูลของเวลาในรูปของรหัส B.C.D. ที่ป้อนเข้าที่พอท PA4-PA7 นั้นเป็นข้อมูลของเวลาในหลักใด ไอ.ซี.MM5311 จะทำหน้าที่ป้อนข้อมูลของเวลาตามความเป็นจริงให้พอท A ไอ.ซี. MM5369-EYR60 ทำหน้าที่ป้อนความถี่ ๖๐ เฮิทซ์ให้กับ MM5311 โดยทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

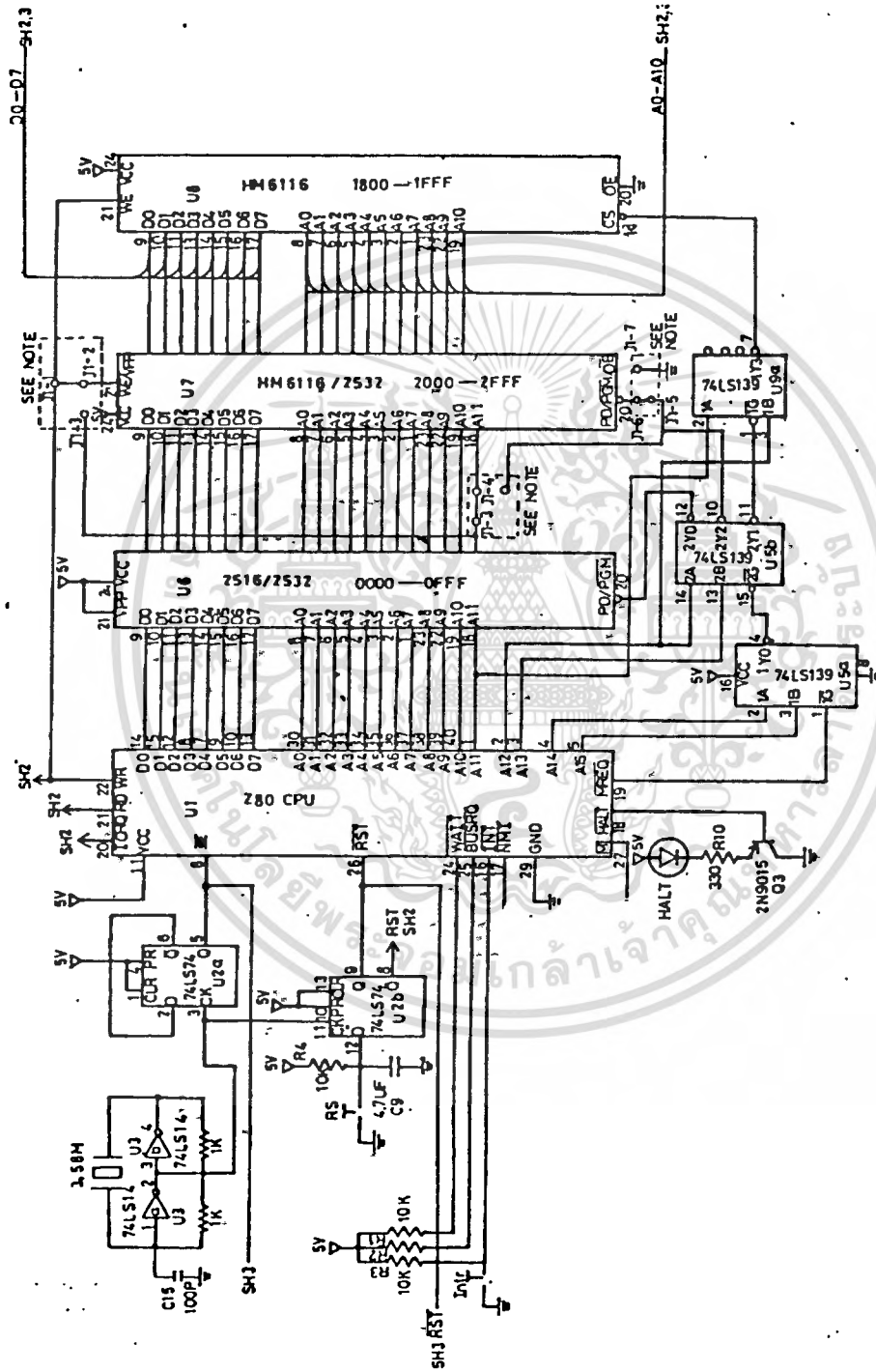
หารความถี่ที่ได้จากก้อนผลึก ๓.๕๗ เมกกา เฮิทซ์ ลงเหลือ ๖๐ เฮิทซ์ พอท B จะทำหน้าที่เป็นทางที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้สองตัว จากระบบที่ออกแบบไว้ส่วนหนึ่งจะทำการรับหรือส่งข้อมูลกับระบบขนาดเล็กผ่านทางส่วนเชื่อมต่อกับสายไฟไลน์ อีกส่วนหนึ่งจะทำการรับหรือส่งข้อมูลระหว่างส่วนควบคุมหลักโดยผ่านทางส่วนเชื่อมต่อกับสายไฟไลน์เช่นกัน

ง. <u>แผ่นที่</u> ๔ เป็นวงจรที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ โดยมีหน่วยความจำอีพรอมเบอร์ TMS2932 ถูกโปรแกรมไว้ด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์จะไม่กล่าวถึงรายละเอียดในส่วนนี้

จ. <u>แผ่นที่</u> ๕ แสดงโครงสร้างของตัวมอเตอร์และหัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์

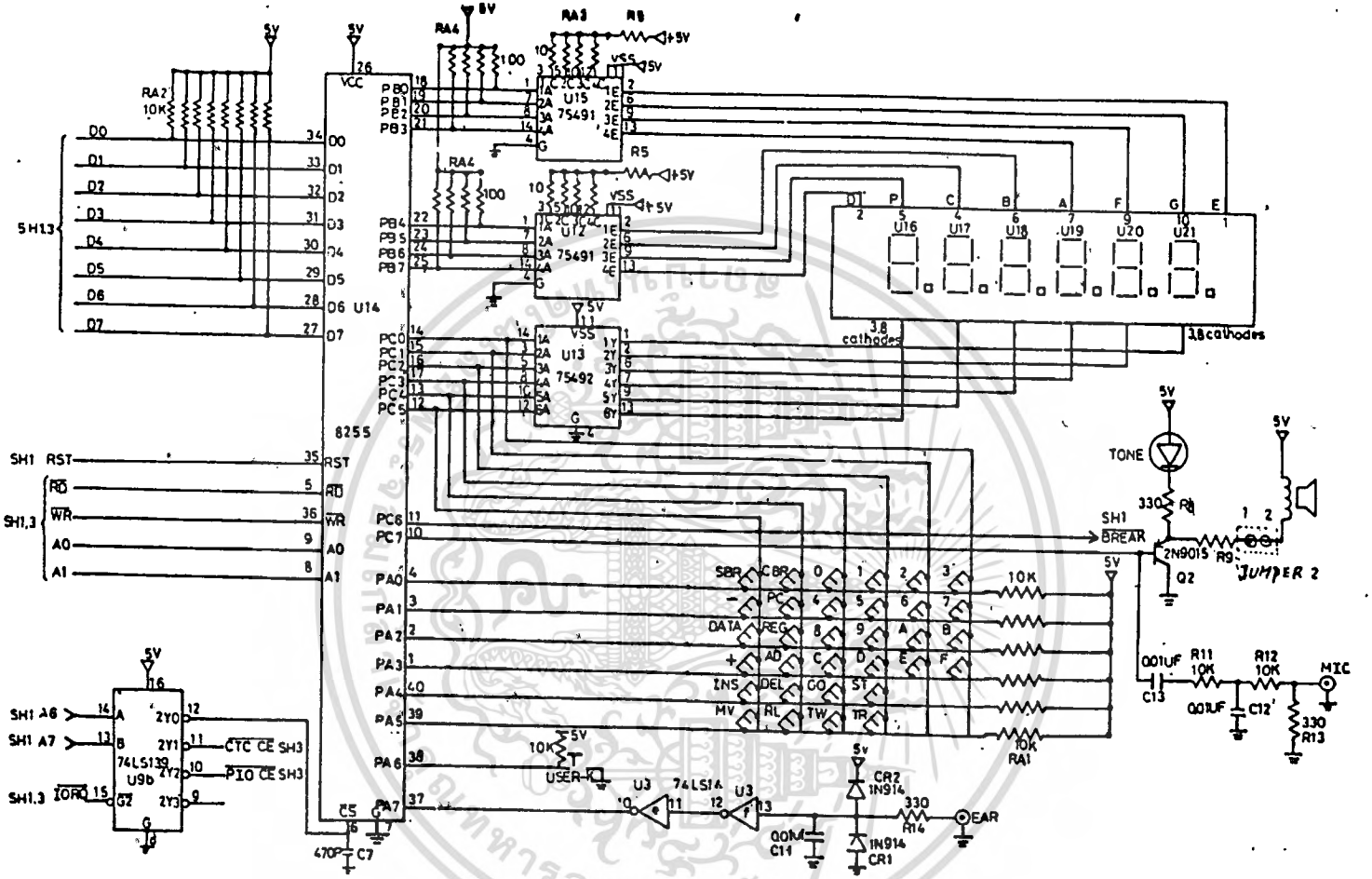
ฉ. <u>แผ่นที่</u> ๖ แสดงแผนผังของเวลา สัญญาณควบคุมต่าง ๆ ที่ป้อนไปควบคุมการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

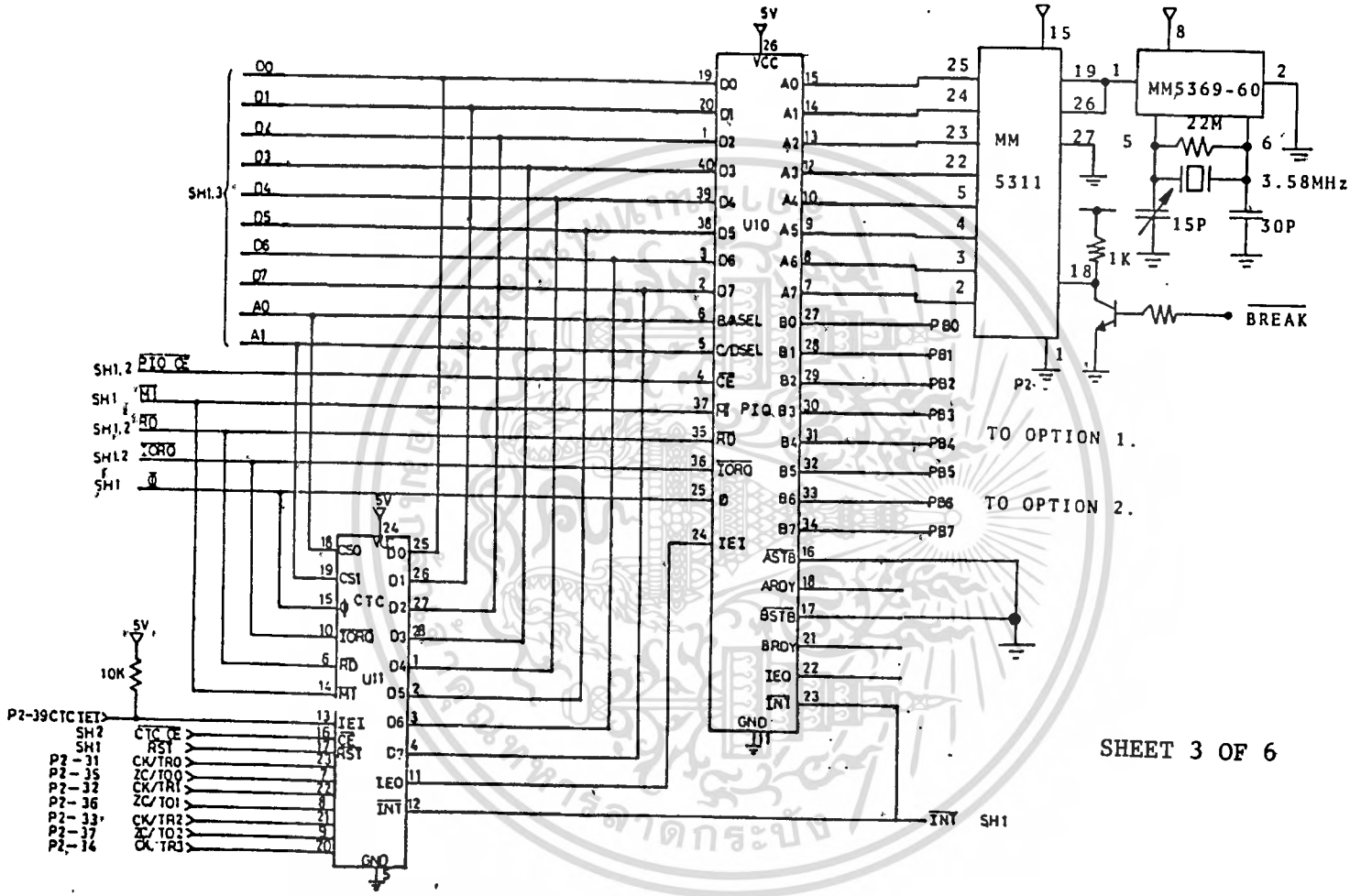


รูปที่ ๑๑.๑๒ แสดงวงจรไมโครโปรเซสเซอร์และหน่วยความจำ

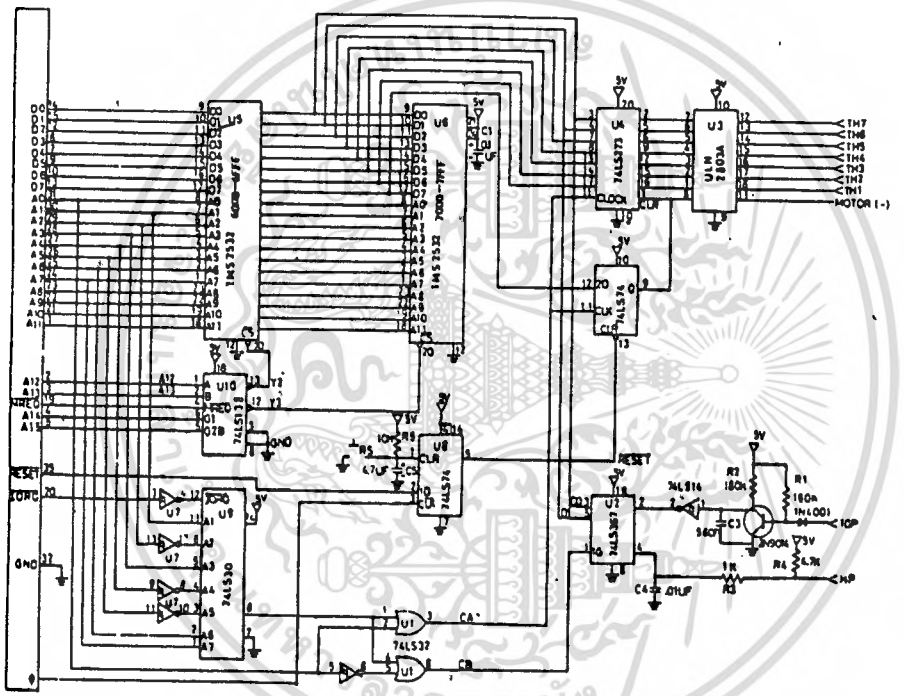
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๑.๑๓ แสดงพอทที่ใช้งานต่างๆ

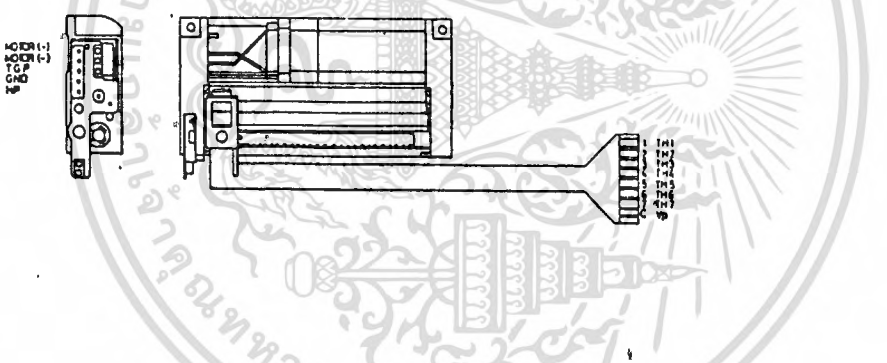


รูปที่ ๑๑.๑๔ แสดงพอทที่ใช้ต่อกับส่วนเวลาและรับส่งข้อมูล



รูปที่ ๑๑.๑๕ แสดงวงจรเครื่องพิมพ์

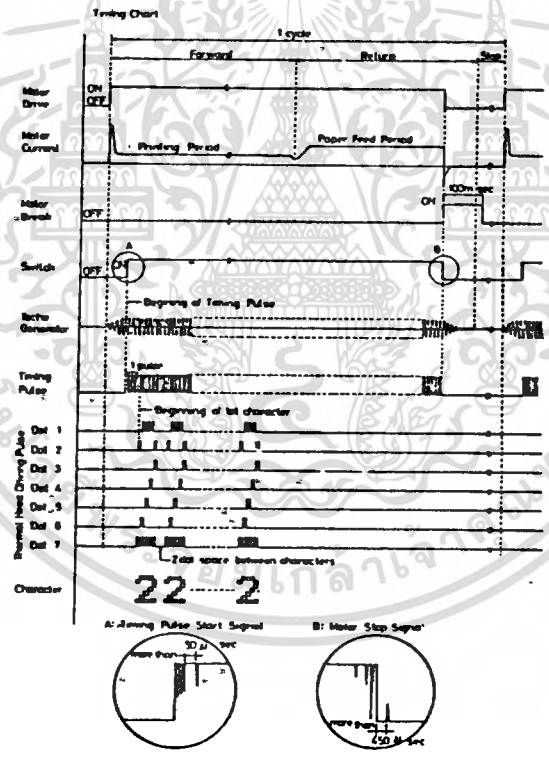
SHEET 4 OF 6



รูปที่ ๑๑.๑๖ แสดงโครงสร้างของหัวพิมพ์

SHEET 5 OF 6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ใช้ได้เพื่อการศึกษาเท่านั้น



SHEET 6 OF 6

รูปที่ ๑๑.๑๗ แสดงแผนผังของเวลาของการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.4 วงจรที่ใช้แจ้งเหตุโดยอาศัยเครื่องรับส่งวิทยุระบบ เอ.เอ็ม.

สำหรับวงจรนี้ประกอบด้วยวงจรย่อยที่ได้แสดงไว้ ๕ แผ่นด้วยกัน แต่ละแผ่นพอจะอธิบายได้ดังนี้

ก. <u>แผ่นที่</u> ๑ เป็นวงจรเครื่องส่งที่ใช้งาน วงจรที่ใช้กำเนิดคลื่นพาห์ที่มีความถี่ ๒๗.๐๐ เมกกาเฮิทซ์ ประกอบด้วย ก้อนผลึกความถี่ ๒๗.๐๐ เมกกาเฮิทซ์ ทรานซิสเตอร์ C387 และคอยล์ L_1 แต่โดยสภาวะปกติแล้ววงจรจะไม่ออสซิลเลท เนื่องจากทรานซิสเตอร์ Q_4 ไม่ทำงาน เมื่อต้องการส่งสัญญาณจะต้องบังคับให้ทรานซิสเตอร์ Q_4 ทำงานก่อน วงจรกำเนิดคลื่นพาห์จะสร้างคลื่นพาห์ออกมายังจุด A ทรานซิสเตอร์ Q_5 จะเป็นตัวสวิทคลื่นพาห์เป็นช่วงตามลักษณะของข้อมูลที่ต้องการส่งออกไป วงจรขับสัญญาณของทรานซิสเตอร์ Q_2 จะทำให้คลื่นพาห์มีกำลังแรงพอที่จะขับให้วงจรขยายกำลังของทานซิสเตอร์ Q_3 ทำงานขับคลื่นพาห์คัปปลิ้งเข้าสู่สายอากาศส่งออกอากาศไป

ข. <u>แผ่นที่</u> ๒ เป็นวงจรที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ MCS-48 (8748) มาทำการรับข้อมูลจากระบบมารวมกับรหัสที่ใช้แบ่งเขต (Zone codes) จากนั้นจะทำการส่งจอจิกไปควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ Q_4 ทำงานเป็นผลให้ส่วนกำเนิดคลื่นพาห์จ่ายคลื่นพาห์ออกมา ทำการหน่วงเวลาเล็กน้อยเพื่อรอให้คลื่นพาห์ที่ได้มีเสถียรภาพพอเพียงก่อน จากนั้นจะส่งรหัสในรูปของรหัส ASCII ออกไปบังคับให้คลื่นพาห์ออกอากาศเป็นช่วง ๆ จนครบ หน่วงเวลาอีกช่วงหนึ่งแล้วทำการส่งซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะทำการรีเซ็ทเครื่อง ขณะเดียวกันจะบังคับให้รีเลย์ทำการปิดหน้าสัมผัสก่อนที่จะส่งรหัสชุดแรกออกไป L.E.D. จะเป็นตัวใช้มอนิเตอร์การส่งรหัสออกอากาศ

ค. <u>แผ่นที่</u> ๓ เป็นวงจรเครื่องรับรหัสในรูปของคลื่นพาห์มาทำการเปลี่ยนกลับให้เป็นสัญญาณอนุกรมแบบเดิมแล้วป้อนให้ไมโครโปรเซสเซอร์ จากรูปสัญญาณที่ได้จากสายอากาศจะถูกขยายให้แรงขึ้นและเลือกเอาเฉพาะช่วงความถี่ที่ต้องการด้วยวงจรของทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 ไอ.ซี. LM381 จะทำหน้าที่เป็นภาคผสมสัญญาณ (Mixer) โดยมีวงจรโลคอลออสซิลเลเตอร์ (Local oscillater) ที่ประกอบด้วยก้อนผลึกความถี่ ๒๗.๐๑๐ เมกกาเฮิทซ์ และ

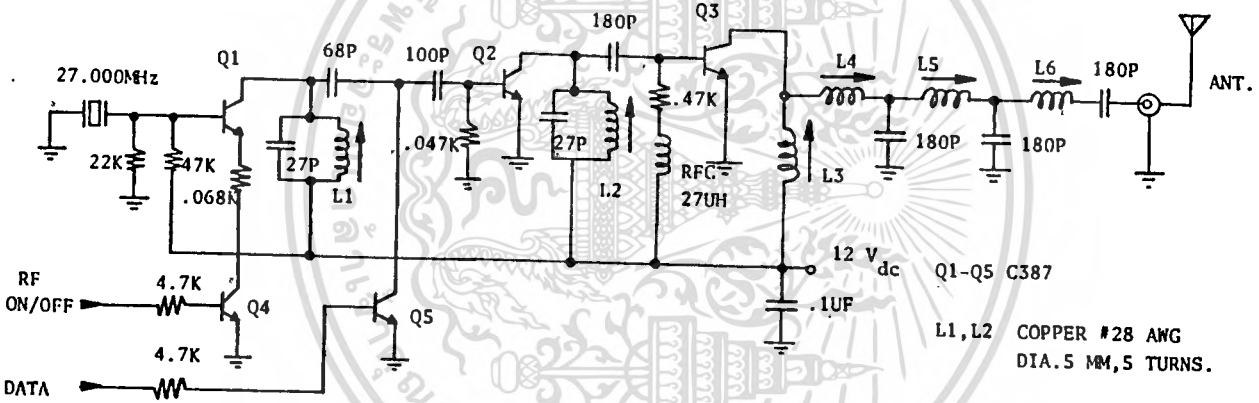
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์ Q_3 เป็นส่วนกำเนิดสัญญาณโลคอลเข้าไปทำการผสม ผลที่ได้จะออกมาเป็นความถี่ ไอ.เอฟ. (Intermediate frequency) ๑๐ กิโลเฮิทซ์ ซึ่งความถี่ ไอ.เอฟ. จะถูกขยายให้แรงขึ้นด้วย ไอ.ซี. LM381 เช่นเดียวกัน ก่อนถูกป้อนเข้าวงจรโทนดีโค้ดเดอร์จะถูกจำกัดขนาดไว้ ไดโอดสองตัวเพื่อป้องกันสัญญาณที่จะป้อนเข้าวงจรโทนดีโค้ดเดอร์แรงเกินไปจนทำให้วงจรโทนดีโค้ดเดอร์ทำงานผิดพลาด

ง. <u>แผ่นที่ ๔</u> แผ่นนี้จะเป็นวงจรที่ใช้รับข้อมูลที่ได้จากวงจรโทนดีโค้ดเดอร์เข้ามาตีความและส่งรหัสออกไปแสดงผลที่แผงแสดงผล โดยอาศัยพอท P1 เป็นพอทป้อนข้อมูลเข้าไปยังส่วนต่าง ๆ ของแผงแสดงผล พอท P25-P27 เป็นพอทที่ใช้มัลติเพล็กซ์แผงแสดงผล พอท P17 ใช้ควบคุมการส่งสัญญาณเรียกหยุดดังพร้อมทั้งแสดงรหัสที่รับได้ที่แผงแสดงผล ขา T0 จะเป็นขาที่รับรหัสอนุกรมจากวงจรโทนดีโค้ดเดอร์ในวงจรแผ่นที่ ๓ พอทที่เป็นบัสข้อมูล (Data bus) จะใช้เป็นพอทที่กำหนดรหัสการแบ่งเขตซึ่งจะต้องตั้งให้ตรงกับรหัสการแบ่งเขตของวงจรในแผ่นที่ ๒

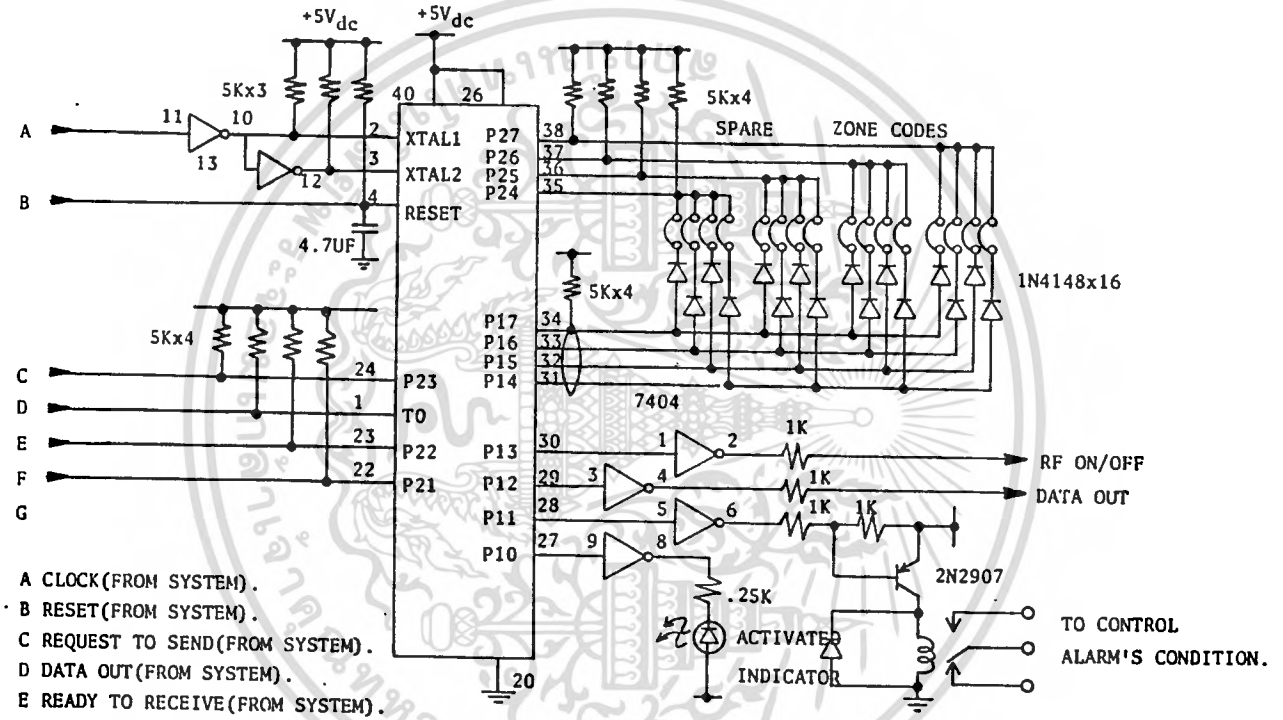
จ. <u>แผ่นที่ ๕</u> เป็นวงจรของภาคจ่ายไฟให้กับวงจรทั้งทางด้านรับและส่งรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



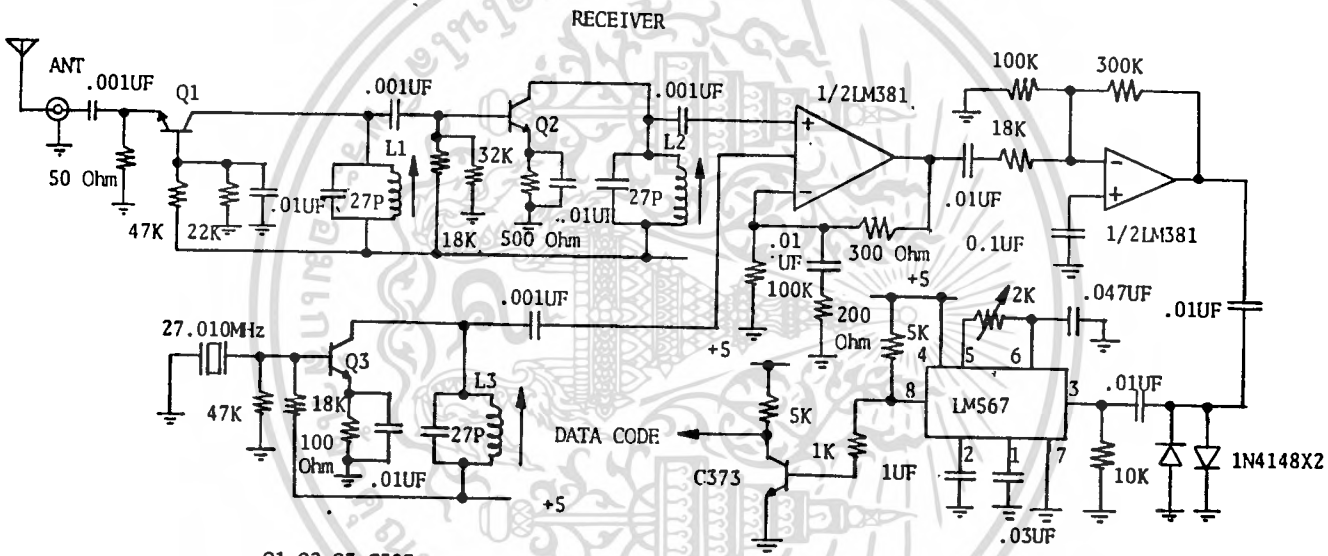
รูปที่ ๑๑.๑๘ แสดงวงจรเครื่องส่งวิทยุแบบ เอ.เอ็ม. SHEET 1 OF 5

ลิขสิทธิ์ของกรมการทหารสื่อสาร ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ในรูปแบบใดๆ ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

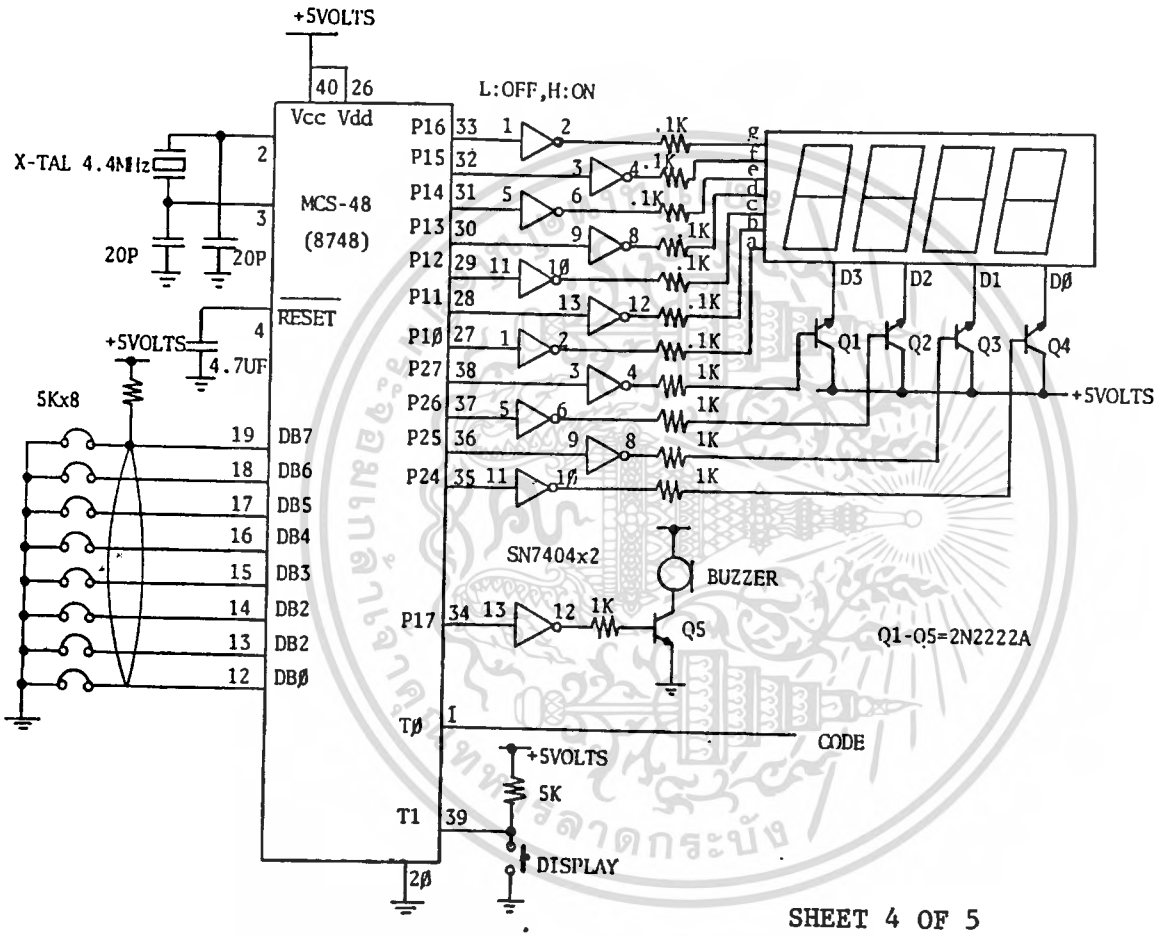


รูปที่ ๑๑.๑๙ แสดงวงจรส่งรหัสโดยใช้เครื่องส่งวิทยุ

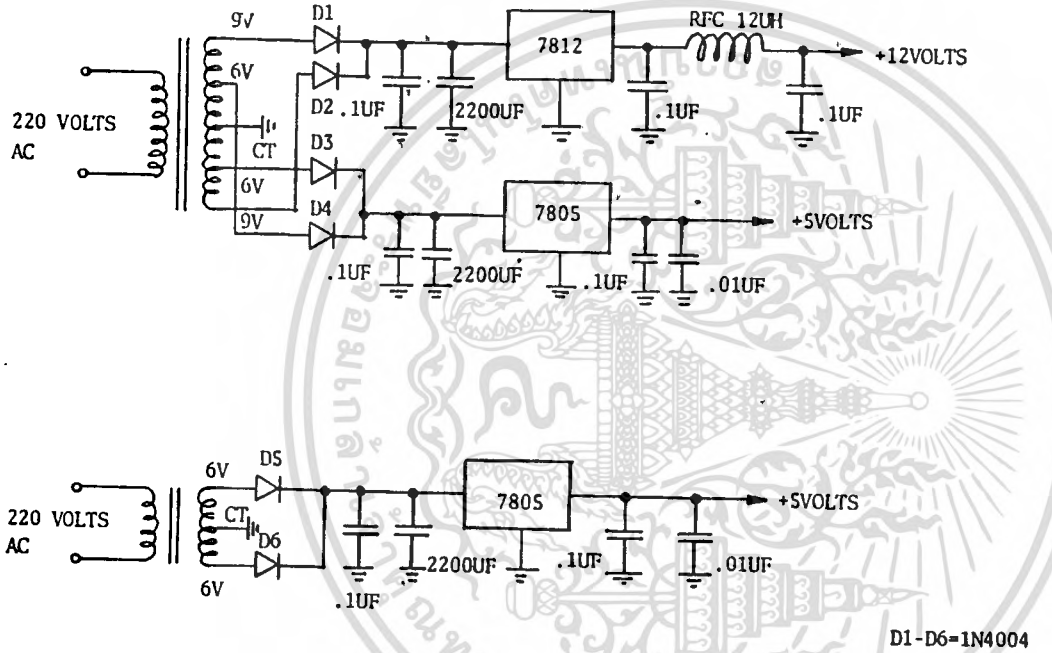
SHEET 2 OF 5



รูปที่ ๑๑.๒๐ แสดงวงจรเครื่องรับวิทยุแบบ เอ.เอ็ม.



รูปที่ ๑๑.๒๑ แสดงวงจรรับรหัสโดยใช้เครื่องรับวิทยุ



รูปที่ ๑๑.๒๒ แสดงส่วนจ่ายไฟของระบบเตือนภัยแบบใช้เครื่องรับส่งวิทยุ SHEET 5 OF 5

11.5 วงจรที่ใช้แจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์

วงจรที่ใช้งานในส่วนนี้จะถูกแบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนทางด้านส่งรหัสและส่วนทางด้านรับรหัส ส่วนทางด้านเครื่องส่งรหัสใช้วงจรในแผ่นที่ ๑, ๒, ๓, ๔ ทางด้านรับรหัสใช้วงจรแผ่นที่ ๕, ๖, ๗, ๘ แต่ละแผ่นพออธิบายถึงโครงสร้างคร่าว ๆ ได้ดังนี้

ก. <u>แผ่นที่ ๑</u> แผ่นนี้เป็นส่วนของไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 หน่วยความจำแบบอีพรอมที่ถูกโปรแกรมไว้ หน่วยความจำแบบแรมที่ใช้ทำการเก็บข้อมูลต่าง ๆ พอทที่ใช้งานใช้ ไอ.ซี. เบอร์ 8255 PPI หน่วยความจำแบบอีพรอมเบอร์ 2716 และหน่วยความจำแบบแรมเบอร์ 6116 โครงสร้างส่วนนี้จะคล้ายกับส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ของส่วนอื่นที่ได้อธิบายผ่านมาบ้างแล้ว

ข. <u>แผ่นที่ ๓</u> เป็นส่วนที่ใช้ตั้งค่าแอดเดรสซึ่งมีลักษณะการใช้งานคล้ายกับรหัสแบ่งเขตในส่วนของการแจ้งเหตุผ่านทางเครื่องรับส่งวิทยุ รหัสแอดเดรสในที่นี้ใช้เพียงสองเลขหมายเท่านั้น โดยใช้ดิป-สวิท เป็นตัวเลือกตั้งรหัสในรูปของรหัสแบบ B.C.D. หมายเลขโทรศัพท์แบ่งเป็นสองหมายเลขแต่ละหมายเลขมีได้สูงสุด ๑๐ หลัก หลักหน้าสุดหลักใดที่ไม่ใช้ให้ปรับไว้มีค่าเป็นศูนย์ ไมโครโปรเซสเซอร์จะไม่สนใจหลักนี้ เช่น ๐๐๐๑๒๓๔๕๖๗ ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการไดแอลหมายเลข ๑๒๓๔๕๖๗ เท่านั้น ส่วน ๐๐๐ ข้างหน้าทั้ง ๓ หลักจะไม่สนใจ ไอ.ซี. ที่ใช้เป็นตัวเกทข้อมูลเข้าใช้เบอร์ 74LS257 ซึ่งสามารถเกทรหัสเข้าได้สองหลัก รหัสทั้งหมดที่ใช้งานมี ๒๒ หลัก จึงต้องใช้ 74LS257 ทั้งหมด ๑๑ ตัว ไอ.ซี. 74LS154 จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของ 74LS257 ให้นำข้อมูลเข้าทางพอท PA0-PA3 ได้ทีละตัวเท่านั้น ไมโครโปรเซสเซอร์จะสั่งผ่านพอท PC4-PC7 เข้าควบคุม 74LS154 อีกทีหนึ่งว่าจะให้ 74LS257 ตัวใดเกทข้อมูลเข้าก่อน ส่วนพอท PC2 จะทำหน้าที่เป็นตัวเลือกว่าจะเอารหัสหลักใดในสองหลักที่ต่ออยู่กับ 74LS257 แต่ละตัวเข้าไปในระบบก่อนหลัง

ค. <u>แผ่นที่ ๒</u> เป็นวงจรโทนดีโค้ดเดอร์ที่ใช้ตรวจสอบสัญญาณต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้ใช้ตรวจสอบความถี่ ๔๐๐, ๔๐๐, ๑๕๐๐ เฮิทซ์ ผลที่ได้จะถูกป้อนเข้าที่พอทของไมโครโปรเซสเซอร์ สัญญาณที่ได้จากการสร้างของไมโครโปรเซสเซอร์ที่ต้องการป้อนเข้าคู่สายโทรศัพท์จะถูกส่งออกมาทางพอท PC_0 ผ่านทรานซิสเตอร์ซึ่งเป็นตัวขับสัญญาณ แล้วคัปปลิ้งเข้าสายโทรศัพท์ พอท PC3 จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

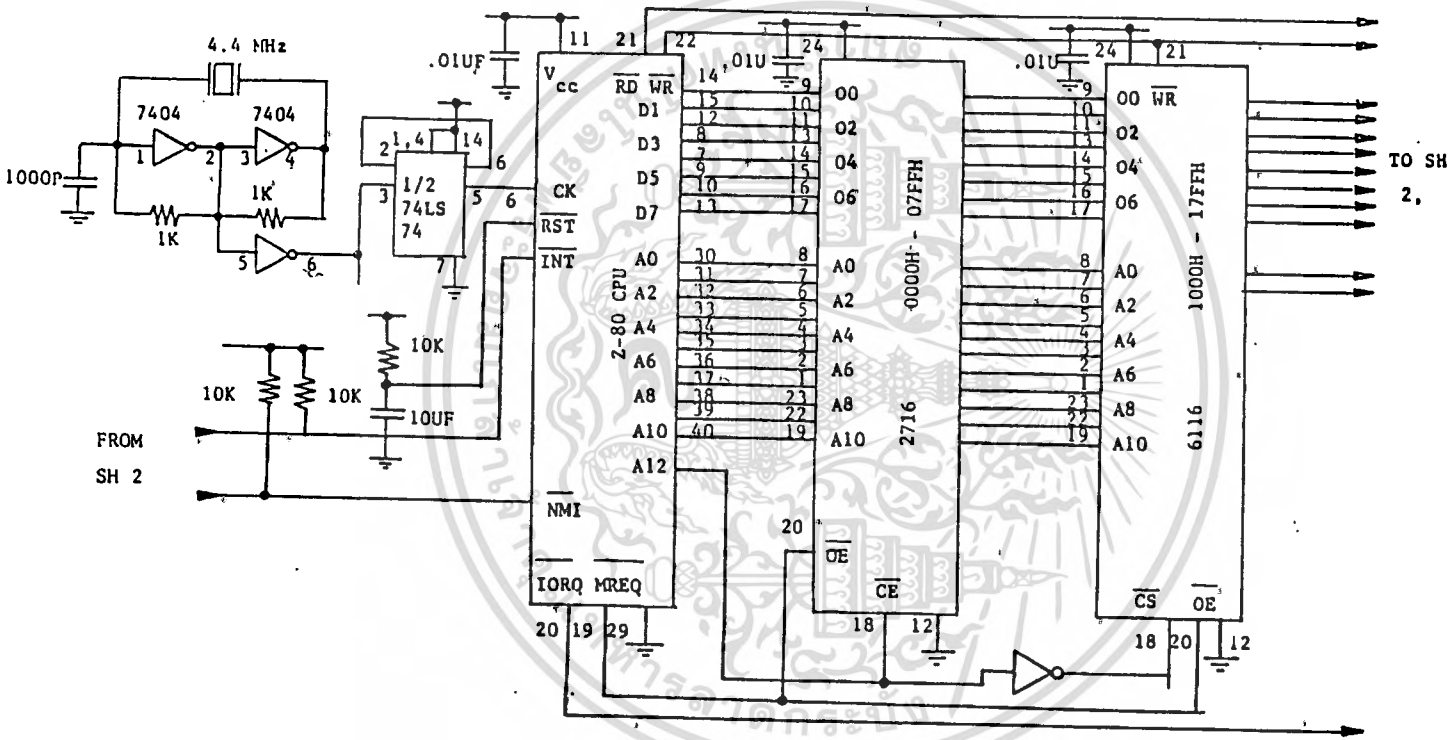
ถูกใช้ควบคุมการโฮลไลน์ของรีเลย์

ง. <u>แผ่นที่</u> ๔ เป็นวงจรที่ใช้จ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรที่ใช้งานทั้งหมด

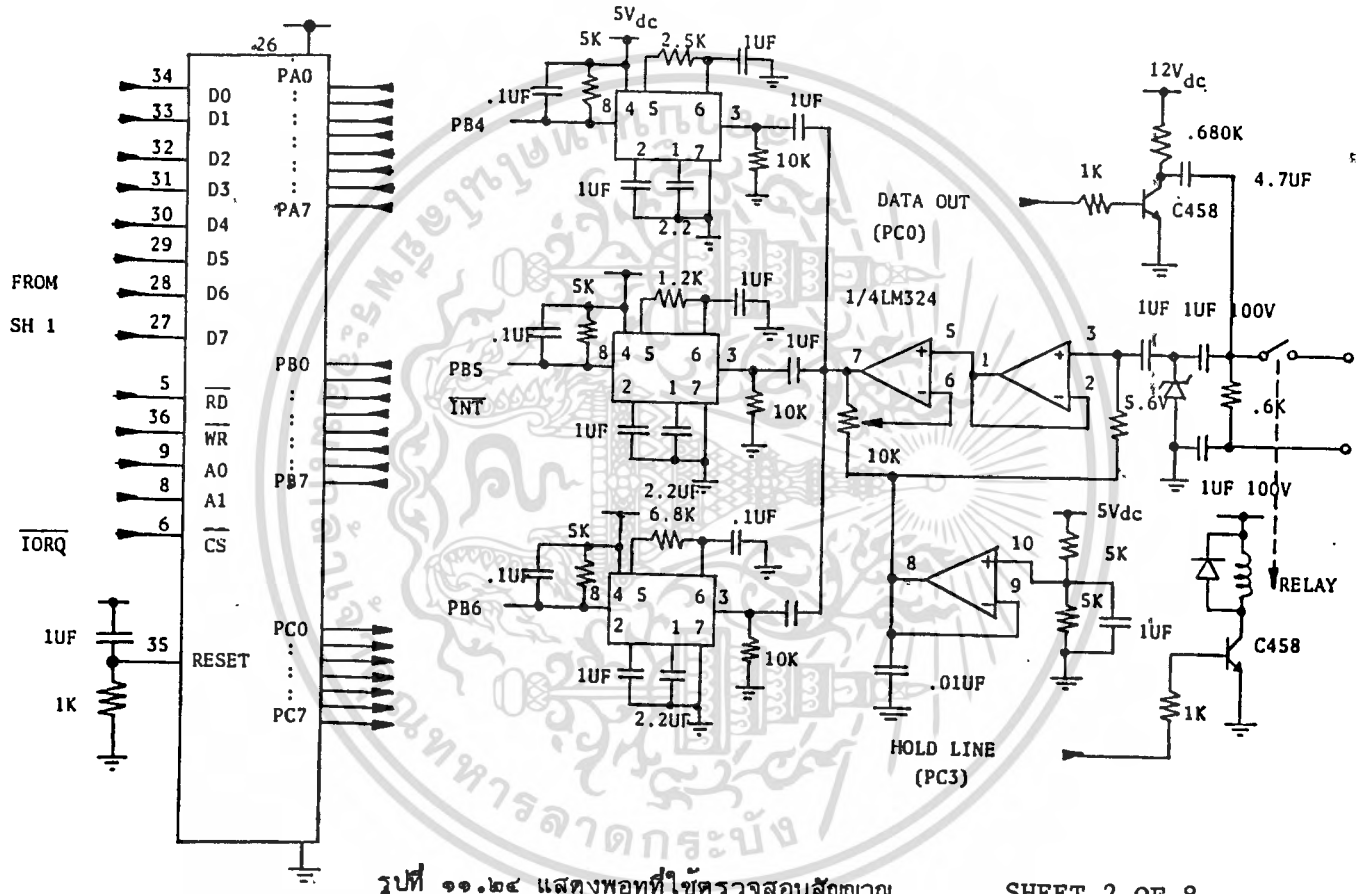
จ. <u>แผ่นที่</u> ๕, ๖, ๗, ๘

เป็นวงจรที่ใช้งานของทางเครื่องรับรหัสแต่ละส่วนได้อธิบายมาบ้างแล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้ จึงไม่ขอกล่าวซ้ำอีก ส่วนเพิ่มเข้ามาใหม่คือ ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธีแต่ในที่นี้เลือกใช้ ออปโต-ไอโซเลเตอร์เข้าช่วย ทั้งนี้เพื่อตัดปัญหาการใช้ซีเนอร์ไดโอดมาทำการตัดสัญญาณ เพราะอาจทำให้เกิดสัญญาณรบกวนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

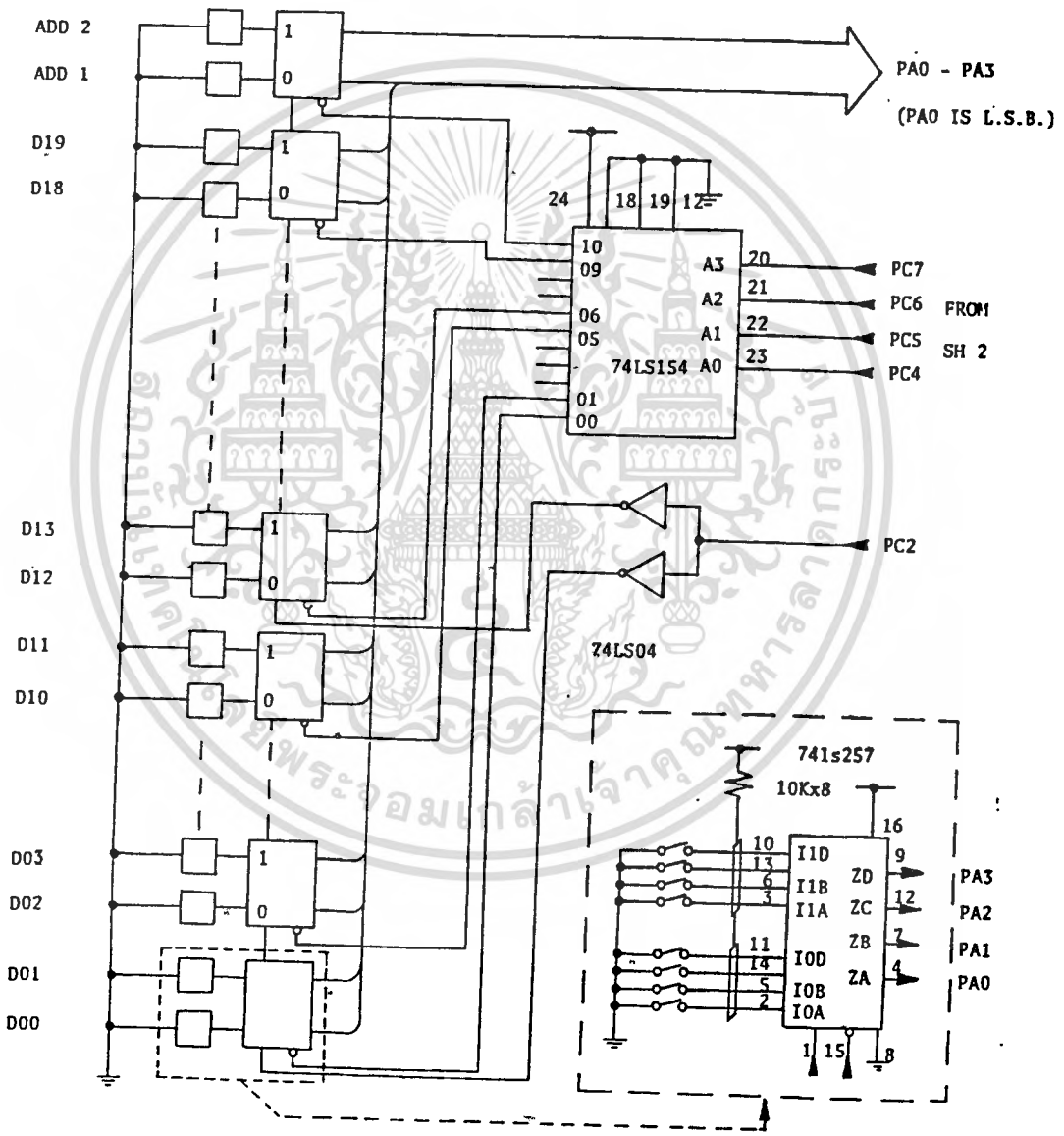


รูปที่ ๑๑.๒๓ แสดงวงจรไมโครโปรเซสเซอร์และหน่วยความจำ SHEET 1 OF 8



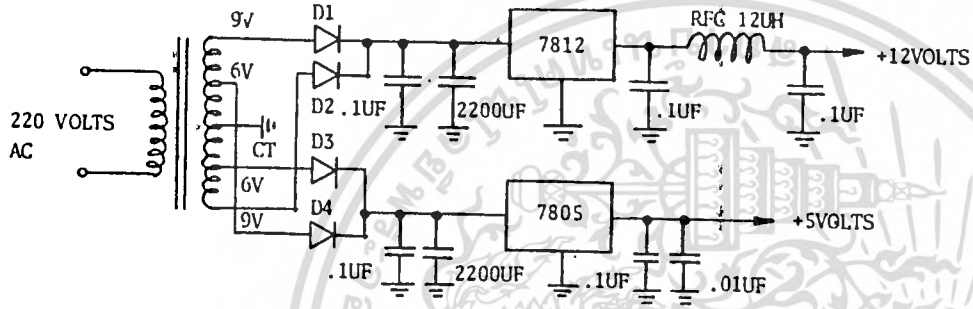
รูปที่ ๑๑.๒๔ แสดงพอทที่ใช้ตรวจสอบสัญญาณ
จากคู่สายโทรศัพท์

SHEET 2 OF 8



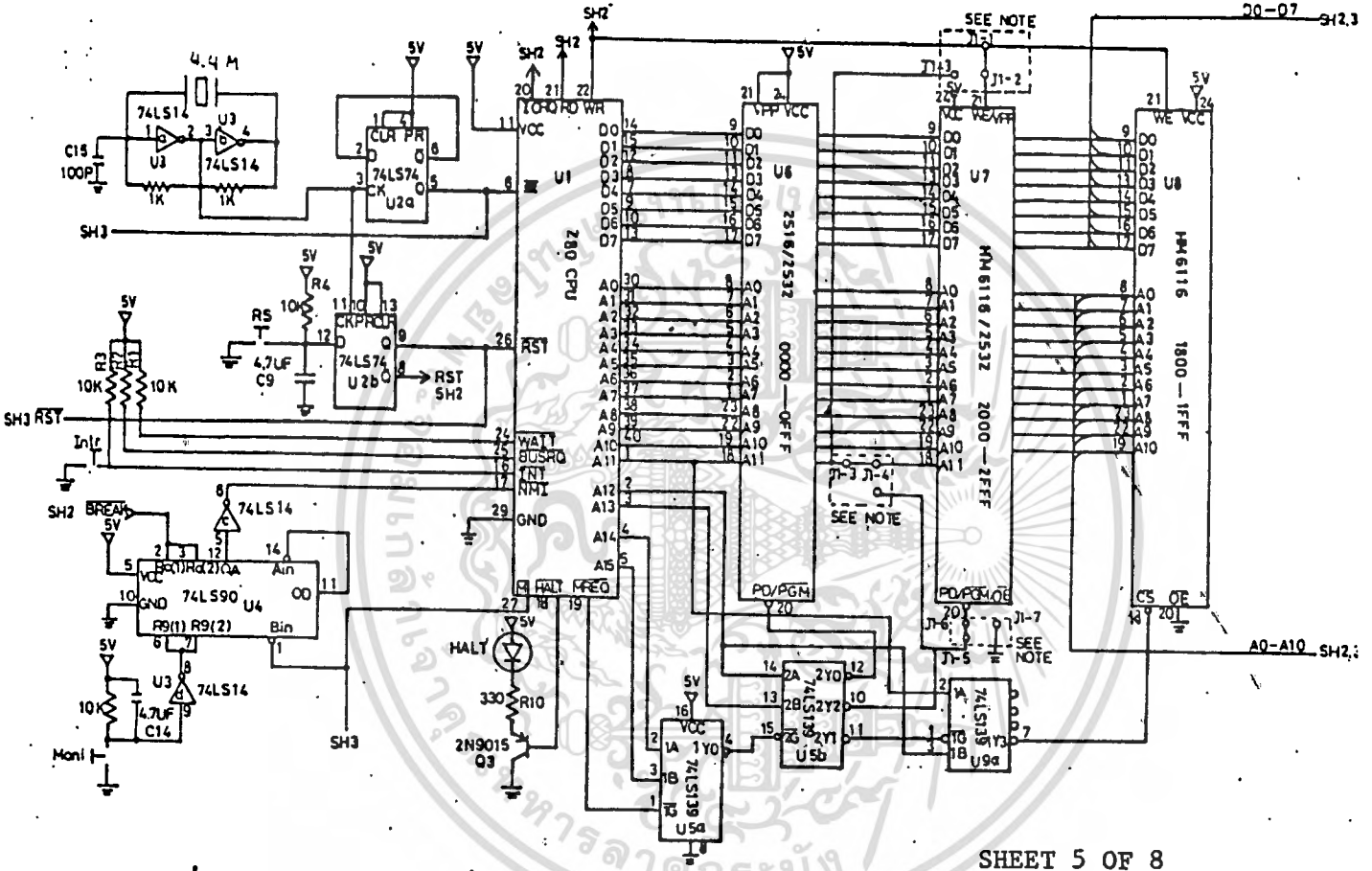
รูปที่ ๑๑.๒๕ แสดงพอทที่ใช้ตั้งเลขหมายโทรศัพท์ SHEET 3 OF 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



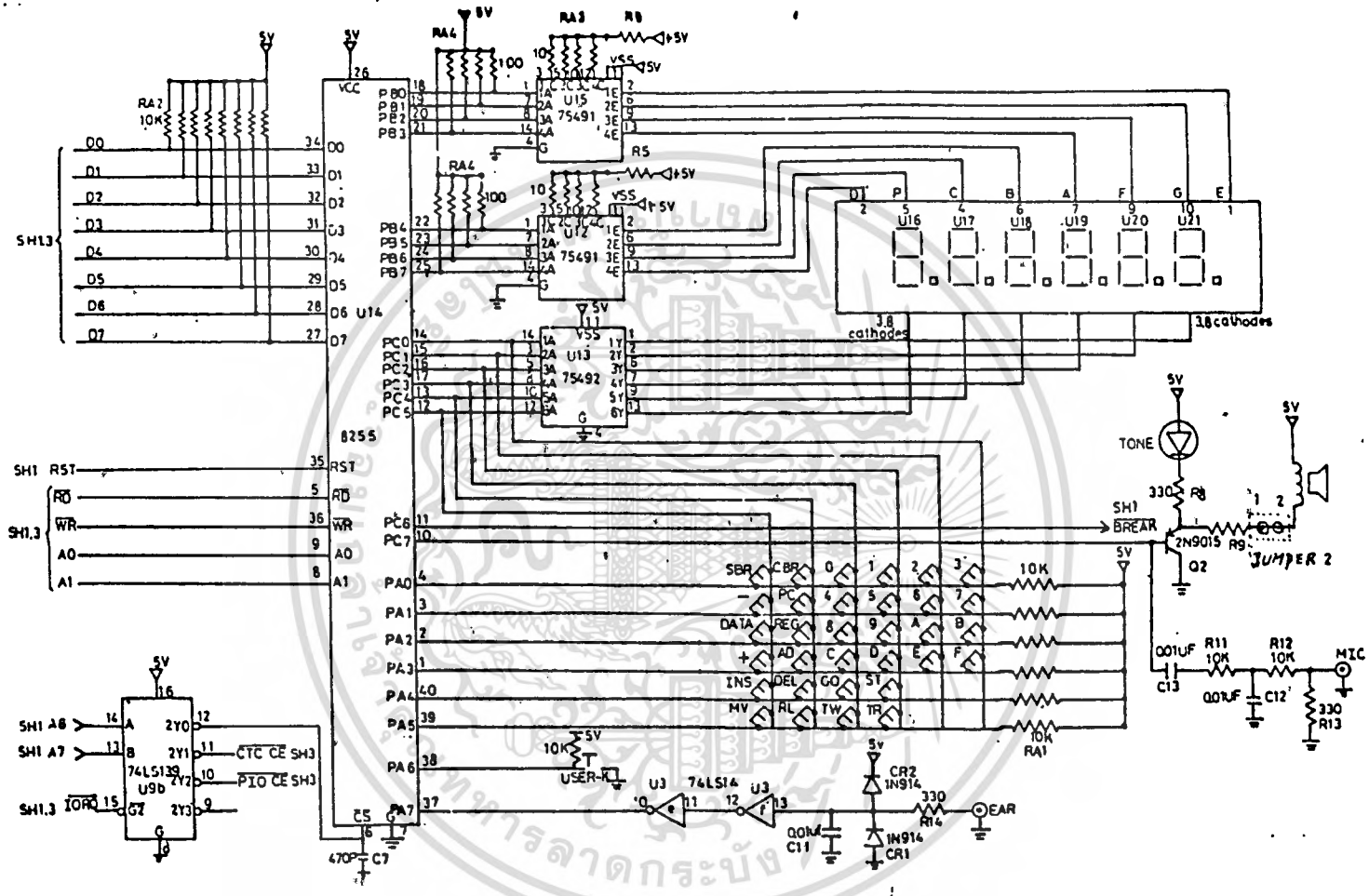
รูปที่ ๑๑.๒๖ แสดงส่วนจ่ายไฟเลี้ยงวงจร

SHEET 4 OF 8



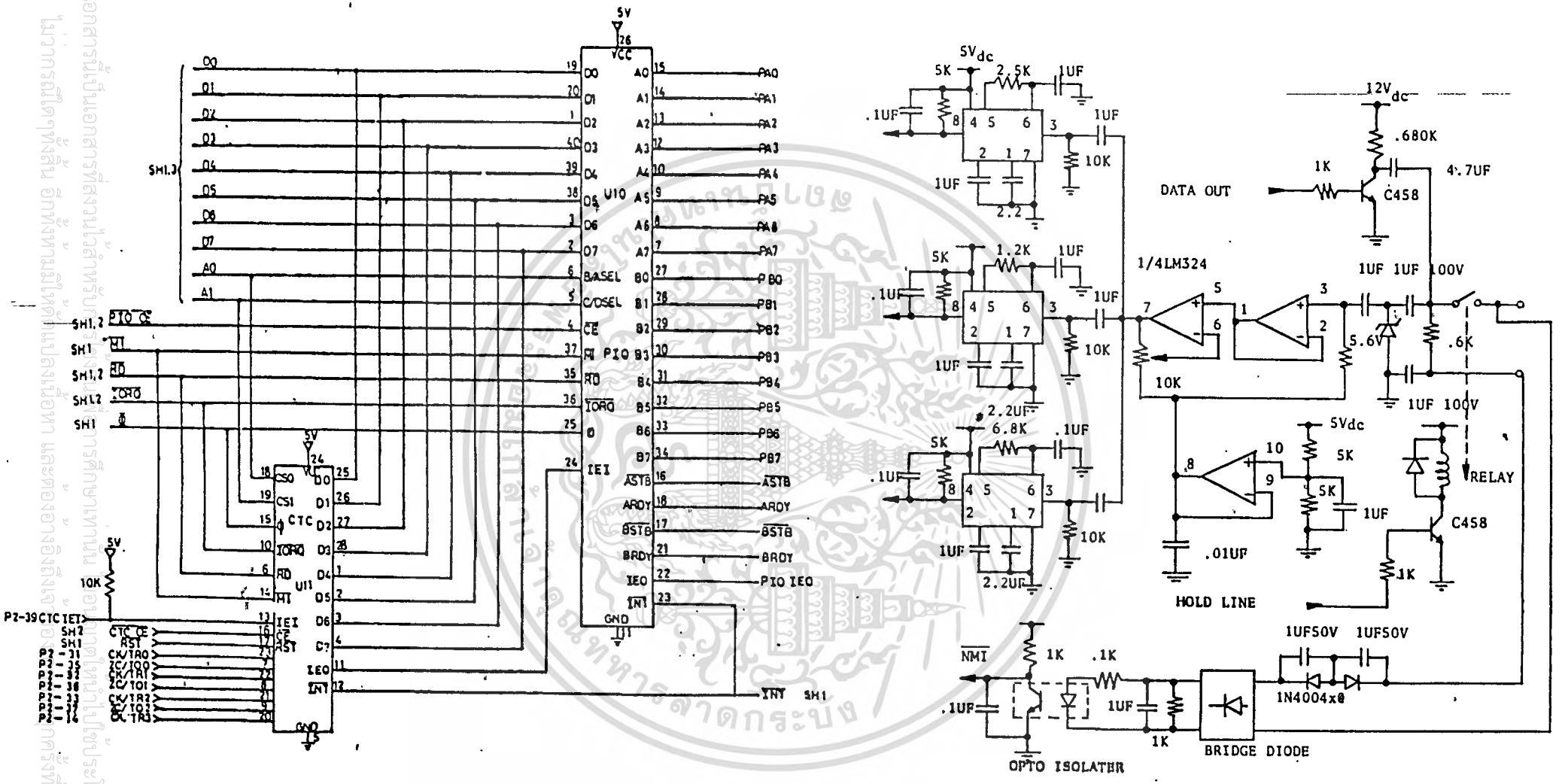
SHEET 5 OF 8

รูปที่ ๑๑.๒๗ แสดงวงจรส่วนไมโครโปรเซสเซอร์และหน่วยความจำ

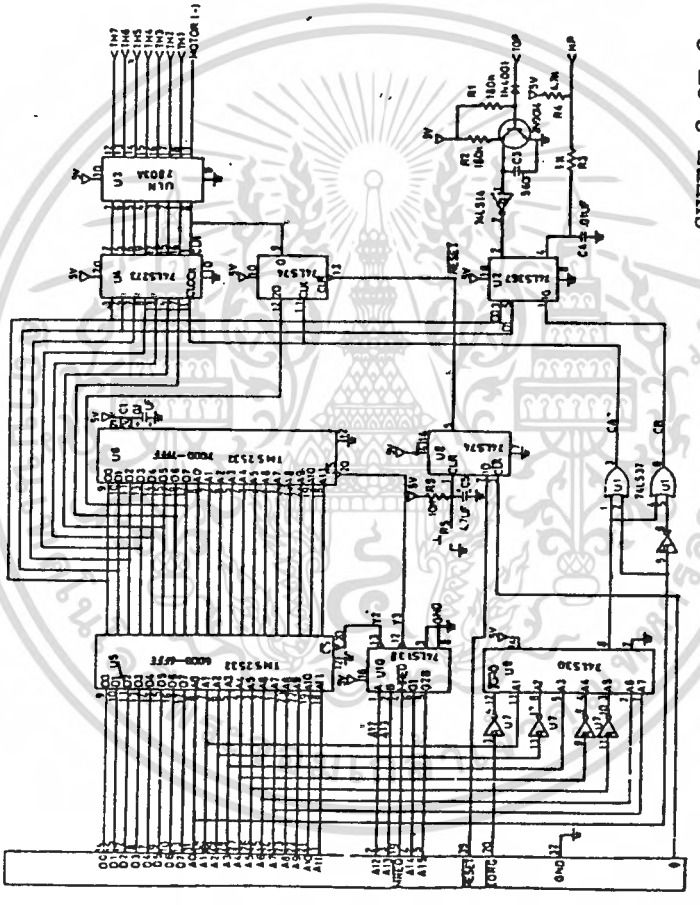


รูปที่ ๑๑.๒๙ แสดงพอทที่ใช้สแกนแผงแสดงผล,สแนตรวจสอบคีย์บอร์ด

SHEET 6 OF 8



รูปที่ ๑๑.๒๘ แสดงพอทที่ใช้เชื่อมต่อกับวงจรที่ใช้ตรวจสอบสัญญาณเรียก, สัญญาณรหัส, สัญญาณไดแอล, การโฮลไลน์ รวมทั้งการส่งรหัสโต้ตอบ



รูปที่ ๑๑.๓๐ แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 12

บทสรุป

(Conclusion)

จากการทดลองสร้างเครื่องของแต่ละส่วนขึ้นมาใช้งาน เพื่อทดสองระบบตามแนวความคิดที่ออกแบบไว้ พอสรุปข้อดีข้อเสียได้เป็นส่วน ๆ คือ

12.1 เกี่ยวกับระบบขนาดเล็ก

เนื่องจากระบบขนาดเล็กเป็นระบบพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ได้ทั่ว ๆ ไป ผลที่ได้หลังจากทดลองสร้างขึ้นมาใช้งานปรากฏผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจ ในกรณีที่ใช้ตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิททางกลจำพวกสวิทแม่เหล็ก เป็นต้น แต่ก็พบปัญหาอันหนึ่งที่ต้องตัดสินใจเลือก คือ เมื่อนำเอาสวิทแม่เหล็กไปติดกับบานประตู เพื่อทดสอบโดยที่บานประตูที่ใช้ทดสอบสามารถผลักหรือดึงให้เปิดออกก็ได้ เมื่อทำการทดสอบโดยทดลองผลักประตูให้เปิดออก ส่วนควบคุมจะตรวจจับได้ทันที แต่เมื่อปล่อยประตูให้ปิดคืนตัวบานประตูจะวิ่งเข้าหาวงกบแล้วเปิดเลยออกไปอีกด้านหนึ่ง จากนั้นก็จะปิดกลับคืนมาอีกทำให้บานประตูวิ่งผ่านวงกบหลายครั้ง ส่วนควบคุมจะตรวจสอบผิดพลาดโดยถือว่าตัวตรวจจับสัญญาณตัวนี้ถูกกระทำหลายครั้ง ดังนั้นจะเก็บสภาวะเหล่านี้ไว้ในหน่วยความจำทุกครั้งที่ตัวตรวจจับสัญญาณส่วนที่เป็นสวิทวิ่งผ่านส่วนที่เป็นแม่เหล็กถาวร ได้ทำการแก้โดยการใช้การหน่วงเวลาไว้ ๓ วินาที แล้วจึงเริ่มทำการตรวจสอบใหม่ เมื่อกระทำเช่นนี้ทำให้ตัวตรวจจับสัญญาณชนิดอื่นต้องมีการหน่วงเวลาไปด้วยซึ่งทำให้ประสิทธิภาพลดลง เมื่อมาพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่ผู้บุกรุกจะปล่อยประตูปิดโครมครามย่อมเป็นไปได้ยากจึงตัดสินใจไม่ทำการหน่วงเวลา ตัวตรวจจับสัญญาณประเภทแอคตีฟ (Active) คือต้องใช้ไฟเลี้ยงจะต้องต่อรีเลย์ให้เปลี่ยนเป็นสวิททางกลเสียก่อนจึงจะต่อเข้าระบบได้ มิฉะนั้นระบบการตรวจสอบสายส่งจะใช้ไม่ได้ผล การเดินสายส่งสัญญาณต่าง ๆ ควรเดินไว้ภายในบ้านดีที่สุด เพื่อตัดปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น เช่น สายส่งสัญญาณโดนแดด ฝน จนเสียหาย เป็นต้น การติดตั้งตัวตรวจจับสัญญาณแบบสวิทแม่เหล็กจะต้องคำนึงถึงผลของแม่เหล็กจากส่วนอื่นที่จะสามารถรบกวนได้ด้วย อันจะทำให้การคืนตัวของสวิททางกลไม่สามารถกระทำได้ ระบบควรมีแบตเตอรีแบ็คอัพ เพื่อป้องกันการตัดไฟไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12.2 เกี่ยวกับการใช้ส่วนเชื่อมต่อกับสายไฟไลน์

ปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนนี้มีเพียงกำลังส่งของทรานซิสเตอร์ที่จะต้องขับสัญญาณป้อนเข้าไปในสายไฟไลน์จะต้องพอเพียงที่เครื่องรับจะรับสัญญาณที่ส่งไปได้ มิฉะนั้นแล้วระบบจะล้มเหลวโดยสิ้นเชิง ตามที่ทดลองโดยใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N2222 เป็นตัวขับจะสามารถส่งได้ไกลประมาณ ๑๐๐-๑๕๐ เมตร อีกประการหนึ่งพึงหลีกเหลี่ยงหม้อแปลงระดับศักดาขนาดใหญ่ เพราะจะเกิดการโหลดขึ้น ทำให้ระดับศักดาที่ได้จากสายไฟไลน์มีขนาดลดลง ทำให้ระยะทางที่ใช้ติดต่อระหว่างกันลดลง

12.3 เกี่ยวกับส่วนควบคุมขนาดกลางและขนาดใหญ่

เมื่อส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์สามารถใช้งานได้ดีแล้วปัญหาในส่วนนี้จึงไม่มี ผลที่ได้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ แต่ทั้งนี้เป็นแต่เพียงการทดลองต่อระบบเข้าหากันเท่านั้น นั่นคือใช้เพียง ๑ ยูนิตเท่านั้น ต่อส่วนควบคุมขนาดกลาง ๑ ตัว ดังนั้น ถ้าใช้ยูนิตหลาย ๆ ยูนิตแล้วอาจเกิดปัญหาขึ้นบ้างก็เป็นได้ ในที่นี้ไม่สามารถสร้างยูนิตหลายยูนิตขึ้นมาทดลองได้เพราะเป็นการใช้จำนวนเงินสูงมาก จึงได้ทดสอบแต่หลักการเท่านั้น

12.4 เกี่ยวกับการแจ้งเหตุโดยอาศัยเครื่องรับส่งวิทยุระบบ เอ.เอ็ม.

สำหรับส่วนนี้ผลการทดลองที่ได้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ ปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้คือการใช้กำลังส่งของเครื่องส่ง คือถ้าต้องการส่งได้ไกลจะต้องเพิ่มกำลังส่งให้สูงขึ้น เพราะเครื่องที่ใช้ทดลองมีกำลังส่งต่ำประมาณ ๑ วัตต์เท่านั้น อีกประการหนึ่งปัญหาการรบกวนของคลื่นวิทยุที่อาจเกิดขึ้นได้ แนวทางแก้ไขอาจจะต้องใช้คลื่นความถี่ต่ำผสมไปกับคลื่นพาห์ด้วย เพื่อให้เครื่องรับวิทยุแยกเอาข้อมูลเฉพาะคลื่นพาห์ที่มีความถี่ต่ำผสมมาด้วยเท่านั้นมาทำการถอดรหัส คาดว่าจะแก้ไขปัญหานี้ไปได้

12.5 เกี่ยวกับการแจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์

ในที่นี้ได้ทดลองใช้การส่งรหัสเพียงอย่างเดียวผลที่ได้ไม่เป็นที่น่าพอใจนัก เนื่องจากสัญญาณรบกวนในสายโทรศัพท์สูงมากและสัญญาณที่ได้เมื่อมีการส่งรหัสข้ามชุมสายบางชุมสายขาดหายไปเฉย ๆ ก็มีบางครั้งสัญญาณที่ได้ก็มีระดับต่ำมาก เมื่อทำวงจรขยายสัญญาณเข้าช่วยทำให้สัญญาณรบกวนที่ได้สูงขึ้นเช่นกัน การส่งด้วยรหัสต่างจากเสียงพูดเพราะเสียงพูดแม้จะมีสัญญาณรบกวนมากแต่ก็ยังพอฟังรู้เรื่องได้ใจความ แต่ถ้าเป็นสัญญาณรหัสแล้วทำการแยกสัญญาณออกจากสัญญาณรบกวนได้ยาก แต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้วสามารถใช้งานได้ดี ถ้าตัดปัญหาเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์ออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการประมวลผลที่ได้โดยทั่ว ๆ ไปแล้วสามารถสรุปได้ว่าผลที่ได้รับเป็นที่น่าพอใจ และเป็นไปตามหลักการที่ได้ออกแบบไว้ โดยอาศัยหลักการต่าง ๆ เหล่านี้สามารถทำการพัฒนาต่อไปได้อีก เช่น การแสดงตำแหน่งของจุดเกิดเหตุสามารถแสดงออกมาเป็นภาพปรากฏบนจอภาพ เป็นต้น แต่นั่นย่อมหมายความว่า ทุนทรัพย์ที่ใช้ในการพัฒนาจะสูงขึ้นอีกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้ได้แนวความคิดเริ่มแรกมาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของผู้ทำวิทยานิพนธ์ และยังให้คำแนะนำต่าง ๆ มาตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม เป็นอย่างสูง ขณะที่ทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ยังได้รับความช่วยเหลือหลาย ๆ อย่างจากรุ่นพี่หลายท่านที่อยู่บริษัท J.F.E. (Jason Field Engineering) จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย ขณะเดียวกันก็ขอขอบคุณ

คุณเรืองพจน์ ภัคฤรงค์

คุณอรรถพร บุนนาค

คุณชัยบูรณ์ กังสเจียรณ์

คุณเค่งฮั้ว แซ่อึ้อ

ที่ได้ช่วยทำโปรแกรมบางส่วนพร้อมช่วยทดสอบการทำงานของระบบ และท้ายสุดขอขอบคุณ คุณวารี นอบน้อม ที่ได้ช่วยพิมพ์และตรวจทานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

(1) Eugene R. Hnatek, "Applications of Linear Integrated Circuits", John Wiley & Sons Inc., 1975.

(2) Handbook, "Z-80 CPU Technical manual", Zilog Inc., U.S.A., 1978.

(3) Handbook, "Z-80 PIO Technical manual", Zilog Inc., U.S.A., 1978.

(4) Handbook, "Linear Data book", National Semiconductor Inc., U.S.A., 1984.

(5) Handbook, "TTL Databook", Fairchild Co., Ltd., U.S.A.

(6) Handbook, "TTL Databook", National Semiconductor Inc., U.S.A., 1980.

(7) Handbook, "COMS Databook", National Semiconductor Inc., U.S.A., 1980.

(8) Handbook, "MOS & LSI Databook" National Smiconductor Inc., U.S.A., 1982.

(9) Micro-Professor, "MPF-I User's manual", Multitech Industrial Corp., Taiwan R.O.C., 1981

(10) Micro-Professor, "MPD-1 Experiment manual", Multitech Industrial Corp. Taiwan R.O.C., 1981.

(11) Micro-Professor, "MPF-1 Monitor program source listing", Multitech Industrial Corp., Taiwan R.O.C., 1981.

(12) Micro-Professor, "MPF-1 Printer" Multitech Industrial Corp. Taiwan R.O.C., 1981.

(13) Handbook "MCS-48 User's manual", Intel Corp., U.S.A., 1978.

(14) Handbook "Intel's Component Handbook", Intel Corp., U.S.A., 1984.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ที่ ๑

แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง

ก) โปรแกรมของระบบขนาดเล็ก

ข) โปรแกรมของส่วนเชื่อมต่อไฟไลน์

ค) โปรแกรมของระบบขนาดกลางและระบบขนาดใหญ่

ง) โปรแกรมของส่วนแจ้งเหตุโดยอาศัยเครื่องส่งวิทยุระบบ เอ.เอ็ม.

จ) โปรแกรมของส่วนรับแจ้งเหตุโดยอาศัยเครื่องรับวิทยุระบบ เอ.เอ็ม.

ฉ) โปรแกรมของส่วนแจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์

ช) โปรแกรมของส่วนรับแจ้งเหตุโดยอาศัยคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************************************************
;ALARM SYSTEM PROGRAM IN THE SECTION OF UNIT CONTROLLER.
;THIS PROGRAM IS EXECUTED BY Z-80 CPU.
;WRITTEN BY PANOM PETCHJATUPORN.
;ADVISER BY DR.SITTHICHAI POKAIYA-UDOM.
;*****************************************************
;
;KEYBOARD DEFINE:
;
;       ------------ ------------ ------------
;       | 0/ALLSET | | 1/SENSET | | 2/STSYS  |
;       ------------ ------------ ------------
;       ------------ ------------ ------------
;       | 3/TIMSET | | 4/OPTEST | | 5/SEFTES |
;       ------------ ------------ ------------
;       ------------ ------------ ------------
;       | 6/STTSYS | | 7/CLEMON | | 8/INCMON |
;       ------------ ------------ ------------
;       ------------ ------------ ------------
;       |    9     | | SHIFTKEY | | ENTERKEY |
;       ------------ ------------ ------------
;
;THE MEANING:-
;       "0"     =NUMBER 0
;       "1"     =NUMBER 1
;       "2"     =NUMBER 2
;       "3"     =NUMBER 3
;       "4"     =NUMBER 4
;       "5"     =NUMBER 5
;       "6"     =NUMBER 6
;       "7"     =NUMBER 7
;       "8"     =NUMBER 8
;       "9"     =NUMBER 9
;       ALLSET  =ALL SENSOR TO BE SET DELAY TIME.
;       SENSET  =ONLY ONE SENSOR TO BE SET DELAY TIME.
;       STSYS   =SET DELAY TIME FOR USER OUT OF AREA.
;       TIMSET  =SET TIME WHICH TO BE REAL TIME.
;       OPTEST  =CHECK STATUS OF OPTION.
;       SEFTES  =CHECK STATUS OF UNIT CONTROLLER.
;       STTSYS  =START TO DEC.STSYS THEN CHECK SENSORS.
;       CLEMON  =CLEAR SENSOR AND TIME WHICH TO BE STORE.
;       INCMON  =NEXT SENSOR AND TIME TO BE SHOWN.
;       SHIFT   =PRESS WHEN USE FUNCTION KEY.
;       ENTER   =PRESS WHEN USE TO SAVE DATA ON DISPLAY.
;RAM DEFINE IN THIS PROGRAM FOLLOWING BELOW:
;DISPLAY BUFFER RAM:
; 1000H         SAVE PATTERN OF DISPLAY OF DIGIT 1 (LEFT).
; 1001H         SAVE PATTERN OF DISPLAY OF DIGIT 2.
; 1002H         SAVE PATTERN OF DISPLAY OF DIGIT 3.
; 1003H         SAVE PATTERN OF DISPLAY OF DIGIT 4.
```



```
; 1004H         SAVE PATTERN OF DISPLAY OF DIGIT 5.
; 1005H         SAVE PATTERN OF DISPLAY OF DIGIT 6.
; 1006H         SAVE PATTERN OF DISPLAY OF DIGIT 7.
; 1007H         SAVE PATTERN OF DISPLAY OF DIGIT 8.(RIGHT)
;DISPLAY PROCESS BUFFER RAM:
; 1008H-100FH   USE FOR PROCESS DISPLAY UNIT.
;DELAY TIME SENSOR BUFFER RAM:
; 1010H         DELAY TIME OF SENSOR NO. 0.
; 1011H         DELAY TIME OF SENSOR NO. 1.
; 1012H         DELAY TIME OF SENSOR NO. 2.
; 1013H         DELAY TIME OF SENSOR NO. 3.
; 1014H         DELAY TIME OF SENSOR NO. 4.
; 1015H         DELAY TIME OF SENSOR NO. 5.
; 1016H         DELAY TIME OF SENSOR NO. 6.
; 1017H         DELAY TIME OF SENSOR NO. 7.
;               MAX 99 SECONDS.
;               MIN 00 SECONDS.
;START SYSTEM BUFFER RAM:
; 1018H         SAVE SECONDS DELAY TIME MAX 99 SECONDS.
;                                       MIN 00 SECOND.
; 1019H         SAVE MINUTES DELAY TIME MAX 99 MINUTES.
;                                       MIN 00 MINUTES.
;TIME BUFFER RAM:
; 101AH         SAVE SECONDS.
; 101BH         SAVE MINUTES.
; 101CH         SAVE HOURS.
;STATUS OF SENSOR FOR CHECKING:
; 101EH         SAVE STATUS OF SENSOR WHEN IN FROM PORT A.
; 101FH         SAVE STATUS OF SENSOR WHEN IN FROM PORT B.
;BUFFER RAM USE TO PROCESS CHECKING OF SENSOR AND TIME DEC.
; 1020H-1021H
;ADDRESS TO SAVE NO.OF SENSOR AND TIME:
; 1026H-1027H
;ADDRESS OF USER MONITOR ALARM:
; 1028H-1029H
;STATUS OF SENSOR BUFFER RAM:
; 1030H         SAVE STATUS OF SENSOR NO.0.
; 1031H         USE DECREMENT DELAY TIME OF SENSOR NO.0.
; 1032H         SAVE STATUS OF SENSOR NO.1.
; 1033H         USE DECREMENT DELAY TIME OF SENSOR NO.1.
; 1034H         SAVE STATUS OF SENSOR NO.2.
; 1035H         USE DECREMENT DELAY TIME OF SENSOR NO.2.
; 1036H         SAVE STATUS OF SENSOR NO.3.
; 1037H         USE DECREMENT DELAY TIME OF SENSOR NO.3.
; 1038H         SAVE STATUS OF SENSOR NO.4.
; 1039H         USE DECREMENT DELAY TIME OF SENSOR NO.4.
; 103AH         SAVE STATUS OF SENSOR NO.5.
; 103BH         USE DECREMENT DELAY TIME OF SENSOR NO.5.
; 103CH         SAVE STATUS OF SENSOR NO.6.
; 103DH         USE DECREMENT DELAY TIME OF SENSOR NO.6.
; 103EH         SAVE STATUS OF SENSOR NO.7.
; 103FH         USE DECREMENT DELAY TIME OF SENSOR NO.7.
;ALARM MONITOR BUFFER RAM:
; 1050H-1700H
;STACK :
```



```
; 17F0H         SYSTEM'S STACK.
;POWER CODE:
; 17FEH
;
;*****************************************************************

0000    06 00       A1: LD B,00H        ;DELAY FOR FIRST APPLY
                        ;POWER.
0002    10 FE           DJNZ,A1
0004    3E 8A           LD A,8AH        ;INITIAL PPI NO.1
0006    D3 03           OUT (03H),A     ;DETAIL AS FOLLOW:
                        ;PA  IS O/P PORT FOR
                        ;    SENDING PATTERN
                        ;    OF DISPLAY TO
                        ;    ANODE OF DISPLAY
                        ;    UNIT.
                        ;PB  IS I/P PORT FOR
                        ;    DATA CODE FROM
                        ;    FROM THUMBWHEEL
                        ;    SWITCH.
                        ;PCL IS O/P PORT FOR
                        ;    SCAN DISPLAY UNIT,
                        ;    KEYBOARD UNIT AND
                        ;    SEND ALARM SIGNAL
                        ;    TO ALARM UNIT.
                        ;PCH IS I/P PORT FOR
                        ;    ROW SCAN OF KEY
                        ;    BOARD UNIT.
0008    3E 93           LD A,93H        ;INITAIL PPI NO.2,THE
000A    D3 07           OUT (07H),A     ;DETAIL AS FOLLOW:
                        ;PA  IS I/P PORT FOR
                        ;    STATUS OF SENSOR.
                        ;PB  IS I/P PORT FOR
                        ;    STATUS OF SENSOR.
                        ;PCL IS I/P PORT FOR
                        ;    OPTION.
                        ;    PC 0 IS READY TO RCV.
                        ;    PC 1 IS DATA IN.
                        ;    PC 2 IS NO DEFINE.
                        ;    PC 3 IS NO DEFINE.
                        ;PCH IS O/P PORT FOR
                        ;    OPTION.
                        ;    PC 4 IS REQUEST TO SEND.
                        ;    PC 5 IS DATA OUT.
                        ;    PC 6 IS TEST SYSTEM.
                        ;    PC 7 IS TEST SYSTEM.
000C    3E FF           LD A,0FFH       ;SET READY TO SEND AND
                        ;READY TO RECEIVE.
000E    D3 06           OUT (06H),A
0010    ED 56           IM 1            ;SET INTERUPT MODE 1.
0012    F3              DI              ;DISABLE INTERUPT.
0013    3A FE 17        LD A,(17FEH)    ;IS POWER UP OR POWER CODE?
0016    FE CC           CP 0CCH
0018    CA 85 00        JP Z,A5         ;IF POWER CODE GOTO A5.
001B    3E CC           LD A,0CCH       ;SET POWER CODE.
```

```
01D  32 FE 17          LD (17FEH),A     ;SAVE BACK.
020  AF                XOR A            ;CLEAR USER RAM.
021  21 00 10          LD HL,1000H      ;SET HL POINT TO BGN.
024  06 00             LD B,00H         ;CLEAR RAM 0100H BYTES.
026  77          A10:  LD (HL),A        ;CLEAR.
027  23                INC HL
028  10 FD             DJNZ A10
02A  31 F0 17          LD SP,17F0H      ;SET STACK BGN. AT 17F0H.
02D  21 80 00          LD HL,INIT       ;DISPLAY "INIT" ON DISPLAY.
030  11 00 10          LD DE,1000H
033  01 08 00          LD BC,0008H
036  18 08             JR A11
                       ;
                       ;
                       ;
;INTERUPTING USE IN THE CASE OF REQUEST TO ENTER UNIT BY USER.
                       ;
                       ;
038  F3          INT:  DI               ;USER REQUEST TO ENTER SYSTEM.
039  CD 80 04          CALL DECTIM      ;WAIT FOR RESET TO STOP.
03C  FB                EI               ;IF NOT,CHECK SENSOR AGAIN.
03D  ED 4D             RETI
                       ;
                       ;
                       ;
040  ED B0       A11:  LDIR
042  CD A0 00          CALL TBS
045  CD A0 00          CALL TBS
048  CD A0 00          CALL TBS
04B  00                NOP
04C  00                NOP
04D  00                NOP
04E  18 20             JR A12
                       ;
                       ;
                       ;
066             NMI:   JP 0000H
                       ;
                       ;
                       ;
070  31 F0 17    A12:  LD SP,17F0H      ;SET STACK AT 17F0H.
073  21 50 10          LD HL,1050H      ;INITIAL RAM WHICH USE
076  22 26 10          LD (1026H),HL    ;TO SAVE ADD.OF BGN.TO
079  22 28 10          LD (1028H),HL    ;STORE ALARM&MONITOR.
07C  CD 20 05          CALL ALLSET      ;SET DELAY TIME ALL
                                        ;SENSORS.
07F  CD 25 03          CALL STSYS       ;SET DELAY TIME OF
                                        ;START SYSTEM.
082  CD 80 03          CALL TIMSET      ;SET TIME.
085  21 A8 00    A5:   LD HL,READY      ;DISPLAY "READY"ON
088  11 00 10          LD DE,1000H      ;PLAY UNIT.
08B  01 08 00          LD BC,0008H
08E  ED B0             LDIR
090  31 F0 17    A6:   LD SP,17F0H      ;SET SYSTEM'S STACK.
093  CD 10 01    A4:   CALL SCANDP      ;SCAN DISPLAY 1 TIME.
```



```
0096  CD 30 01          CALL SCANKB      ;SCAN KEYBOARD 1 TIME.
0099  30 F8             JR NC,A4         ;NOT KEY PRESSED TO A4.
009B  FE 0A             CP 0AH           ;IS "SHIFT" KEY?
009D  C3 A0 01          JP Z,KMAP        ;YES,FIND MEANING.
00A0  CD 00 05          CALL COMERR      ;NO,DISPLAY "COMAND
00A3  18 E0             JR A4            ;ERROR" GOTO A4
                        ;
                        ;
                        ;
00A8  00       READY:   ;00  BLANK
00A9  00                ;00  BLANK
00AA  50                ;50  R
00AB  79                ;79  E
00AC  77                ;77  A
00AD  5F                ;5F  D
00AE  6F                ;6F  Y
00AF  00                ;00  BLANK
                        ;
                        ;
                        ;
00B0  80       INIT:    ;80  DOT
00B1  80                ;80  DOT
00B2  06                ;06  I
00B3  54                ;54  N
00B4  06                ;06  I
00B5  78                ;78  T
00B6  80                ;80  DOT
00B7  80                ;80  DOT
                        ;
                        ;
                        ;
0100  3F       TABDIS:  ;3F  PATTERN 0
0101  06                ;06  PATTERN 1
0102  5B                ;5B  PATTERN 2
0103  4F                ;4F  PATTERN 3
0104  66                ;66  PATTERN 4
0105  6D                ;6D  PATTERN 5
0106  7D                ;7D  PATTERN 6
0107  07                ;07  PATTERN 7
0108  7F                ;7F  PATTERN 8
0109  6F                ;6F  PATTERN 9
010A  6D                ;6D  PATTERN 8
010B  79                ;79  PATTERN E
                        ;
                        ;
;SCAN DISPLAY SUBROUTINE.
;INPUT  :DISPLAY PATTERN IN BUFFER RAM ADD 1000H-1007H.
;         PATTERN IN 1000H TO BE DISPLAYED AT LEFT HAND.
;         PATTERN IN 1007H TO BE DISPLAYED AT RIGHT HAND.
;OUTPUT :GET PATTERN IN BUFFER SHOW ON DISPLAY UNIT
;        FROM LEFT TO RIGHT IN 1 TIME.
;CALL   :NONE.
                        ;
                        ;
                        ;
```



```
0110  0E 00    SCANDP:  LD C,00H         ;SCAN FROM LEFT HAND.
0112  21 00 10         LD HL,1000H      ;FIRST DISPLAY BUFFER.
0115  79          B1:  LD A,C           ;FIRING CATHODE OF
0116  D3 02            OUT (02H),A      ;DISPLAY UNIT.
0118  7E               LD A,(HL)        ;SEND PATTERN TO ANODE
0119  D3 00            OUT (00H)        ;OF DISPLAY UNIT.
011B  06 00       B2:  LD B,00          ;DELAY TIME.
011D  10 FE            DJNZ,B2
011F  23               INC HL           ;NEXT PATTERN.
0120  0C               INC C            ;NEXT DIGIT.
0121  AF               XOR A            ;CLEAR OLD PATTERN OF
0122  D3 00            OUT (00H),A      ;OLD DIGIT.
0124  3E 08            LD A,08H         ;TOTAL 8 DIGITS.
0126  B9               CP C             ;IS ALL DIGIT DISPLAYED?
0127  20 EC            JR NZ,B1         ;NO,GOTO B1.
0129  C9               RET
                       ;
                       ;
                       ;
;SCAN KEYBOARD SUBROUTINE.
;INPUT  :NONE.
;OUTPUT :IF ANY KEY TO BE PRESSED CARY FLAG SET AND KEY'S
;        VALUE SAVE IN A
;CALL   :DELKB.
                       ;
                       ;
                       ;
0130  0E 00    SCANKB:  LD C,00H         ;SCAN FROM LEFT TO RIGHT
0132  79          C2:   LD A,C           ;SEND LOGIC 0 TO COLUMN
0133  D3 02            OUT (02H),A      ;SCAN LINE.
0135  DB 02            IN A,(02H)       ;GET ROW SCAN LINE.
0137  E6 70            AND 70H
0139  FE 70            CP 70H           ;ANY KEY TO BE PRESSED?
013B  20 08            JR NZ,C1         ;YES,GOTO C1.
013D  0C          C3:  INC C            ;NEXT COLUMN.
013E  3E 04            LD A,04H         ;TOTAL 4 COLUMN SCAN LIN
0140  B9               CP C             ;IS ALL COLUMN TO BE SCA
0141  20 EF            JR NZ,C2         ;NO,GOTO C1.
0143  B7               OR A             ;CLEAR CARY FLAG.
0144  C9               RET
0145  47          C1:  LD B,A           ;SAVE ROW NO. .
0146  C5               PUSH BC          ;SAVE COLUMN NO. .
0147  C5               PUSH BC
0148  CD 80 10         CALL DELKB       ;LEADING EDGE DEBOUNCING
014B  C1               POP BC
014C  79               LD A,C           ;TEST OLD KEY TO BE PRES
014D  D3 02            OUT (02H),A
014F  DB 02            IN A,(02H)       ;GET DATA FROM ROW SCAN.
0151  E6 70            AND 70H
0153  B8               CP B
0154  C1               POP BC
0155  20 E6            JR NZ,C3         ;NOT OLD KEY TO BE PRES
0157  0F               RRCA             ;FIND KEY VALUE.
0158  0F               RRCA
0159  0F               RRCA
```

```
015A  0F              RRCA
015B  06 00           LD B,00H          ;CLEAR B.
015D  B7              OR A              ;CLEAR CARY FLAG.
015E  1F           C4: RLA              ;ROTATE LEFT 1 BIT.
015F  30 03           JR NC,C5
0161  04              INC B
0162  18 FA           JR C4
0164  79           C5: LD A,C           ;FIND KEY NUMBER.
0165  87              ADD A,A
0166  81              ADD A,C
0167  80              ADD A,B
0168  F5              PUSH AF           ;SAVE KEY VALUE.
0169  79           C5: LD A,C           ;CHECK KEY RELEASE.
016A  D3 02           OUT (02H),A
016C  DB 02           IN A,(02H)        ;GET DATA FROM ROW SCAN.
016E  E6 70           AND 70H
0170  FE 70           CP 70H            ;IS KEY TO BE RELEASED?
0172  20 F3           JR NZ,C5          ;NO,GOTO C5.
0174  CD 80 01        CALL DELKB        ;TRAILING EDGE DEBOUNCING.
0177  F1              POP AF            ;GET KEY VALUE.
0178  37              SCF               ;SET CARY FLAG.
0179  C9              RET
017A  76              HALT
                      ;
                      ;
                      ;
                ;DELAY TIME SUBROUTINE.
                ;INPUT  ;NONE.
                ;OUTPUT ;NONE.
                ;CALL   ;SCANDP.
                      ;
                      ;
                      ;
0180  CD 10 01  DELKB:CALL SCANDP
0183  CD 10 01        CALL SCANDP
0186  CD 10 01        CALL SCANDP
0189  C9              RET
018A  76              HALT
                      ;
                      ;
                      ;
                ;TIME BASE SUBROUTINE.
                ;INPUT  ;NONE.
                ;OUTPUT ;NONE.
                ;CALL   ;SCANDP
                      ;
                      ;
                      ;
0190  16 4B     TBS:LD D,4BH          ;SET DELAY LOOP.
0192  CD 10 01    D1: CALL SCANDP     ;SCAN DISPLAY UNIT 1 TIME.
0195  15              DEC D             ;DECREMENT DELAY LOOP.
0196  AF              XOR A             ;CHECK DELAY LOOP.
0197  B2              OR D              ;IS DELAY LOOP =00H?
0198  20 F8           JR NZ,D1          ;NO,GOTO D1.
019A  C9              RET
```



```
019B  76              HALT
                      ;
                      ;
                      ;
                ;KEY MAP SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;DATA OF "SHIFT" KEY VALUE IN A.
                ;OUTPUT ;JUMP TO SEVICE KEYBOARD WHICH TO BE PRESSED.
                ;CALL   ;SCANDP.
                ;       SCANKB.
                      ;
                      ;
                      ;
01A0  21 C0 01  KMAP:LD HL,SHIFT      ;DISPLAY "SHIFT" ON DISPLAY
01A3  11 00 10        LD DE,1000H     ;UNIT.
01A6  01 08 00        LD BC,0008H
01A9  ED B0           LDIR
01AB  CD 10 01    E1: CALL SCANDP     ;DISPLAY "SHIFT"ON DISPLAY.
01AE  CD 30 01        CALL SCANKB     ;FIND KEY TO BE PRESSED.
01B1  30 F8           JR NC,E1        ;NO KEY PRESSED GOTO E1.
01B3  F5              PUSH AF         ;FIND SERVICE ROUTINE.
01B4  87              ADD A           ;PROCESS TO FIND SERVICE
01B5  47              LD A,B          ;ROUTINE.
01B6  F1              POP AF
01B7  80              ADD A,B
01B8  21 D0 01        LD HL,01D0H     ;HL POINT TO BGN.OF SERVICE.
01BB  85              ADD A,L         ;ADD INDEX WITH HL.
01BC  6F              LD L,A
01BD  F9              JP (HL)         ;JUMP TO SERVICE ROUTINE.
01BE  76              HALT
                      ;
                      ;
                      ;
01D0  00        SHIFT:  ;00  BLANK
01D1  00                ;00  BLANK
01D2  6D                ;6D  S
01D3  76                ;76  H
01D4  06                ;06  I
01D5  71                ;71  F
01D6  78                ;78  T
01D7  80                ;80  DOT
                      ;
                      ;
                      ;
                ;KEY TABLE FOR BRANCH TO SERVICE ROUTINE.
                      ;
                      ;
                      ;
01D0  C3 F4 10 KTAB:  JP 01F4H        ;KEY SHIFT 0
01D3  C3 00 02        JP 0200H        ;KEY SHIFT 1
01D6  C3 07 02        JP 0207H        ;KEY SHIFT 2
01D9  C3 0E 02        JP 020EH        ;KEY SHIFT 3
01DC  C3 00 09        JP 0900H        ;KEY SHIFT 4
01DF  C3 30 09        JP 0930H        ;KEY SHIFT 5
01E2  C3 60 50        JP 0560H        ;KEY SHIFT 6
01E5  C3 E0 04        JP 04E0H        ;KEY SHIFT 7
```



```
01E8  C3 90 07        JP 0790H        ;KEY SHIFT 8
01EB  C3 93 00        JP 0093H        ;KEY SHIFT 9
01EE  C3 93 00        JP 0093H        ;KEY SHIFT
01F1  C3 93 00        JP 0093H        ;KEY ENTER
                      ;
                      ;
                      ;
01F4  CD 20 02SHIFT0: CALL ALLSET     ;ALL SENSORS SET
01F6  CD 25 03        CALL STSYS      ;START SYSTEM SET.
01F9  CD 80 03        CALL TIMSET     ;TIME SET.
01FC  C3 85 00        JP 0085H
01FF  76              HALT
                      ;
                      ;
0200  CD 25 02SHIFT1: CALL SENSET     ;SENSOR SET.
0203  C3 85 00        JP 0085H
0206  76              HALT
                      ;
                      ;
                      ;
0207  CD 25 03SHIFT2: CALL STSYS      ;START SYSTEM SET.
020A  C3 85 00        JP 0085H
020D  76              HALT
                      ;
                      ;
                      ;
020E  CD 80 03SHIFT3: CALL TIMSET     ;SET TIME.
0201  C3 85 00        JP 0085H
0204  76              HALT
                      ;
                      ;
                      ;
                ;SENSOR SET SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;NUMBER OF SENSOR TO BE SET ENTER FROM KEYBOARD
                ;         AND NUMBER OF DELAY TIME IN SECONDS FORM ENTER
                ;         FROM KEYBOARD UNIT.
                ;         MAXIMUM DELAY TIME 99 SECONDS.
                ;         MINIMUM DELAY TIME 00 SECOND.
                ;         DELAY ON DISPLAY UNIT TO BE SAVED WHEN USER PRES
                ;          "ENTER" KEY.
                ;OUTPUT :DELAY TIME TO BE SAVED IN DELAY BUFFER RAM CORRE
                ;         WITH NUMBER OF SENSOR.
                ;CALL   ;SCANDP,
                ;         SCANKB.
                ;         TBS.
                ;         GETNO.
                      ;
                      ;
                      ;
0220  21 88 02 SENSET:LD HL,SENNO     ;DISPLAY "SEN NO." ON
0223  11 00 10        LD DE,1000H     ;DISPLAY UNIT.
0226  01 08 00        LD BC,0008H
0229  ED B0           LDIR
022B  CD 10 01     F1:CALL SCANDP     ;WAIT USER ENTER NUMBER
022E  CD 30 01        CALL SCANKB     ;OF SENSOR.
```

```
30 F8          JR NC,F1
F5             PUSH AF          ;SAVE NUMBER OF SENSOR.
B7             OR A             ;CLEAR CARY FLAG.
DE 0A          SUBC 0A          ;TEST DATA FROM USER.
38 17          JR C,F7
21 98 02       LD HL,CM ERR     ;SHOW COMMAND ERROR.
11 00 10       LD DE,1000H
01 08 00       LD BC,0008H
ED B0          LDIR
CD 90 01       CALL TBS         ;DISPLAY 3 SECONDS.
CD 90 01       CALL TBS
CD 90 01       CALL TBS
F1             POP AF
18 D0          JR F1
F1        F7:  POP AF
F5             PUSH AF
21 00 01       LD HL,TABDIS     ;FIND PATTERN OF DISPLAY
83             ADD A,L          ;WHICH CORRESPOND WITH
6F             LD L,A           ;NUMBER OF SENSOR.
7E             LD A,(HL)        ;GET PATTERN IN A.
32 07 10       LD (1007H),A     ;SAVE IN BUFFER RAM.
F1             POP AF
21 10 10       LD HL,1010H      ;FIND DELAY BUFFER RAM
85             ADD A,L          ;WHICH CORRESPOND WITH
6F             LD L,A           ;NUMBER OF SENSOR.
E5             PUSH HL
DD E1          POP IX
CD 90 01       CALL TBS         ;DISPLAY NUMBER OF SENSOR
CD 90 01       CALL TBS         ;ON DISPLAY UNIT 3 SECONDS.
CD 90 01       CALL TBS
3A 07 10  F2:  LD A,(1007H)     ;GET PATTERN OF SENSOR NO.
F5             PUSH AF
21 90 02       LD HL,SSEC       ;DISPLAY "S  SEC"ON DISPLAY.
11 00 10       LD DE,1000H
01 08 00       LD BC,0008H
ED B0          LDIR
F1             POP AF
32 01 10       LD (1001H),A     ;SHOW SENSOR NO.ON DISPLAY.
CD A0 02       CALL GETNO       ;GET DELAY TIME FROM USER.
C9             RET
76             HALT
               ;
               ;
               ;
6D        SENNO: ;6D  S
79               ;79  E
54               ;54  N
00               ;00  BLANK
54               ;54  N
5C               ;5C  O
00               ;00  BLANK
00               ;00  BLANK
               ;
               ;
               ;
```



```
0290  6D        SSEC: ;6D  S
0291  00              ;00  BLANK
0292  00              ;00  BLANK
0293  00              ;00  BLANK
0294  00              ;00  BLANK
0295  6D              ;6D  S
0296  79              ;79  E
0297  39              ;39  C
                      ;
                      ;
0298  31        CMNERR: ;31  C
0299  55              ;55  M
029A  54              ;54  N
029B  00              ;00  BLANK
029C  00              ;00  BLANK
029D  79              ;79  E
029E  50              ;50  R
029F  50              ;50  R
                      ;
                      ;
;GET NUMBER SUBROUTINE.
;INPUT  :IX POINT TO DELAY TIME BUFFER RAM.
;OUTPUT :NEW DELAY TIME FROM USER TO BE SAVED BACK IN DELAY
;         TIME BUFFER RAM.
;CALL   :SCANDP
;       :SCANKB
                      ;
                      ;
                      ;
02A0  DD 7E 00 GETNO: LD A,(IX+00)    ;GET OLD DELAY TIME SHOW
02A3  F5              PUSH AF         ;ON DISPLAY UNIT.
02A4  E6 0F           AND 0FH         ;GET UNIT TO SHOW FIRST.
02A6  21 00 01        LD HL,TABDIS    ;HL POINT TO PATTERN.
02A9  85              ADD A,L         ;ADD INDEX WITH HL.
02AA  6F              LD L,A
02AB  7E              LD A,(HL)       ;GET DELAY TIME (UNIT).
02AC  32 04 10        LD (1004H),A    ;SHOW ON DISPLAY.
02AF  F1              POP AF
02B0  E6 F0           AND A,0F0H      ;NEXT GET TEN TO SHOW.
02B2  06 04           LD B,04H
02B4  07           G1: RLCA
02B5  10 FE           DJNZ G1
02B7  21 00 01        LD HL,TABDIS    ;HL POINT TO PATTERN.
02BA  85              ADD A,L         ;ADD INDEX WITH HL.
02BB  6F              LD L,A
02BC  7E              LD A,(HL)       ;GET DELAY TIME (TEN).
02BD  32 03 10        LD (1003H),A    ;SHOW ON DISPLAY.
02C0  CD 10 01     G2: CALL SCANDP    ;WAIT FOR ENTER NEW DELAY
02C3  CD 30 01         CALL SCANKB
02C6  30 F8            JR NC,G2
02C8  FE 0B            CP 0BH          ;ENTER KEY?
02CA  C8               RET Z           ;YES,RET.
02CB  F5               PUSH AF
```



```
02CC  F5              PUSH AF
02CD  B7              OR A
02CE  DE 0A           SUBC A,0A
02D0  38 2E           JR C,G10
02D2  21 00 10        LD HL,1000H     ;SAVE OLD DISPLAY PATTERN.
02D5  11 08 10        LD DE,1108H
02D8  01 08 00        LD BC,0008H
02DB  ED B0           LDIR
02DD  21 98 02        LD HL,0298H     ;DISPLAY "CMN ERR".
02E0  11 00 10        LD DE,1000H
02E3  01 08 00        LD BC,0008
02E6  ED B0           LDIR
02E8  F1              POP AF
02E9  F1              POP AF
02EA  CD 90 01        CALL TBS        ;DISPLAY 3 SECOND.
02ED  CD 90 01        CALL TBS
02F0  CD 90 01        CALL TBS
02F3  21 08 10        LD HL,1008H     ;GET OLD DISPLAY PATTERN.
02F6  11 00 10        LD DE,1000H
02F9  01 08 00        LD BC,0008H
02FC  ED B0           LDIR
02FE  18 A0           JR G2
0300  21 04 10  G10:  LD HL,1004H     ;SWAP PATTERN UNIT TO TEN
0303  7E              LD A,(HL)       ;GET UNIT.
0304  2B              DEC HL
0305  77              LD (HL),A       ;INSERT IN TEN.
0306  23              INC HL
0307  F1              POP AF          ;GET NEW UNIT.
0308  11 00 01        LD DE,TABDIS    ;CONVERT TO PATTERN.
030B  83              ADD A,E
030C  5F              LD E,A
030D  1A              LD A,(DE)
030E  77              LD (HL),A       ;INSERT IN UNIT.
030F  DD 7E 00        LD A,(IX+00)    ;SWAP DATA IN DELAY TIME
0312  06 04           LD B,04H        ;BUFFER RAM.
0314  07           G3:  RLCA
0315  10 FD           DJNZ G3
0317  E6 F0           AND A,0F0H
0319  47              LD B,A
031A  F1              POP AF
031B  80              ADD A,B
031C  DD 77 00        LD (IX+00),A    ;SAVE IT BACK.
031F  18 9E           JR G2
0321  76              HALT
                      ;
                      ;
                      ;
;START SYSTEM SET SUBROUTINE.
;INPUT  :USER ENTER DELAYTIME WHICH UNIT CONTROLLER WILL
;        DELAY TO CHECK SENSORS.
;        MAXIMUM DELAY TIME 99 MINUTES 99 SECONDS.
;        MINIMUM DELAY TIME 00 MINUTES 00 SECONDS.
;       :THIS DELAY TIME TO BE SAVED WHEN PRESS ENTER KEY
;OUTPUT :DELAY TIME TO BE SAVED IN DELAY TIME BUFFER RAM.
;CALL   :TBS.
```

```
;       GETNO:
;
;
;
0325  21 60 03 STSYS: LD HL,DSYS      ;DISPLAY "ST SYS" ON
0328  11 00 10        LD DE,1000H     ;DISPLAY UNIT.
032B  01 08 00        LD BC,0008
032E  ED B0           LDIR
0330  CD 90 01        CALL TBS        ;DISPLAY 3 SECONDS.
0333  CD 90 01        CALL TBS
0336  CD 90 01        CALL TBS
0339  21 68 03        LD HL,STSEC     ;DISPLAY "ST  SEC".
033C  11 00 10        LD DE,1000H
033F  01 08 00        LD BC,0008H
0342  ED B0           LDIR
0344  DD 21 18 10     LD IX,1018H     ;SET IX POINT TO BUFFER.
0348  CD A0 02        CALL GETNO      ;WAIT USER ENTER DATA.
034B  21 70 03        LD HL,STMIN     ;DISPLAY "ST  MIN"
034E  11 00 10        LD DE,1000H
0351  01 08 00        LD BC,0008H
0354  ED B0           LDIR
0356  DD 21 19 10     LD IX,1009H     ;SET IX POINT TO BUFFER.
035A  CD A0 02        CALL GETNO      ;WAIT USER ENTER DATA.
035D  C9              RET
;
;
;
0360  6D      DSYS:   ;6D  S
0361  46              ;46  T
0362  77              ;77  A
0363  50              ;50  R
0364  46              ;46  T
0365  6D              ;6D  S
0366  6F              ;6F  Y
0367  6D              ;6D  S
;
;
0368  6D      STSEC:  ;6D  S
0369  46              ;46  T
036A  00              ;00  BLANK
036B  00              ;00  BLANK
036C  00              ;00  BLANK
036D  6D              ;6D  S
036E  79              ;79  E
036F  39              ;39  C
;
;
;
0370  6D      STMIN:  ;6D  S
0371  46              ;46  T
0372  00              ;00  BLANK
0373  00              ;00  BLANK
0374  00              ;00  BLANK
0375  55              ;55  M
```



```
0376  04              ;04  I
0377  54              ;54  N
;
;
;
;TIME SET SUBROUTINE.
;INPUT  :USER ENTER TIME AND PRESS ENTER KEY.
;OUTPUT :SAVE TIME IN TIME BUFFER RAM.
;CALL   :TSB.
;       GETNO.
;
;
;
0380  21 C8 03 TIMSET:LD HL,TSET      ;DISPLAY "TIM  SET"
0383  11 00 10        LD DE,1000H
0386  01 08 00        LD BC,0008H
0389  ED B0           LDIR
038B  CD 90 01        CALL TBS        ;DISPLAY 3 SECONDS.
038E  CD 90 01        CALL TBS
0391  CD 90 01        CALL TBS
0394  21 D0 83        LD HL,HR        ;DISPLAY "HR   ".
0397  11 00 10        LD DE,1000H
039A  01 08 00        LD BC,0008H
039D  ED B0           LDIR
039F  DD 21 1C 10     LD IX,101CH     ;SET IX POINT TO BUFFER.
03A3  CD A0 02        CALL GETNO      ;WAIT USER ENTER DATA.
03A6  21 D8 03        LD HL,MIN       ;DISPLAY "MIN   ".
03A9  11 00 10        LD DE,1000H
03AC  01 08 00        LD BC,0008H
03AF  ED B0           LDIR
03B1  DD 2B           DEC IX          ;SET IX POINT TO BUFFER.
03B3  CD A0 02        CALL GETNO      ;WAIT USER ENTER DATA.
03B6  21 E0 03        LD HL,SEC       ;DISPLAY "SEC   ".
03B9  11 00 10        LD DE,1000H
03BC  01 08 00        LD BC,0008H
03BF  ED B0           LDIR
03C1  DD 2B           DEC IX          ;SET IX POINT TO BUFFER.
03C3  CD A0 02        CALL GETNO      ;WAIT USER ENTER DATA.
03C6  C9              RET
03C7  76              HALT
;
;
;
03C8  70        TSET: ;70  T
03C9  04              ;04  I
03CA  55              ;55  M
03CB  00              ;00  BLANK
03CC  00              ;00  BLANK
03CD  6D              ;6D  S
03CE  79              ;79  E
03CF  70              ;70  T
;
;
;
03D0  7C        HR:   ;7C  H
```



```
03D1  5C              ;5C  O
03D2  50              ;50  R
03D3  00              ;00  BLANK
03D4  00              ;00  BLANK
03D5  00              ;00  BLANK
03D6  00              ;00  BLANK
03D7  00              ;00  BLANK
;
;
;
03D8  55        MIN:  ;55  M
03D9  04              ;04  I
03DA  54              ;54  N
03DB  00              ;00  BLANK
03DC  00              ;00  BLANK
03DD  00              ;00  BLANK
03DE  00              ;00  BLANK
03DF  00              ;00  BLANK
;
;
;
03E0  6D        SEC:  ;6D  S
03E1  79              ;79  E
03E2  39              ;39  C
03E3  00              ;00  BLANK
03E4  00              ;00  BLANK
03E5  00              ;00  BLANK
03E6  00              ;00  BLANK
03E7  00              ;00  BLANK
;
;
;
;INCREMENT 1 SECOND SUBROUTINE.
;INPUT  :NONE.
;OUTPUT :INCREMENT TIME BUFFER RAM 1 SECOND AND CHECK
;       VALUE OF SECONDS,MINUTES,HOUR.
;CALL   :NONE.
;
;
;
0400  3A 1A 10INCSEC: LD A,(101AH)    ;GET OLD SECONDS.
0403  3C              INC A           ;INCREASE 1 SECOND.
0404  B7              OR A
0405  27              DAA
0406  32 1A 10        LD (101AH),A    ;SAVE BACK.
0409  FE 60           CP 60H          ;IS IT 60 SECONDS?
040B  C0              RET NZ          ;NO,RET.
040C  AF              XOR A
040D  32 1A 10        LD (101AH),A    ;CLEAR OLD SECONDS.
0410  3A 1B 10        LD A,(101BH)    ;GET OLD MINUTES.
0413  3C              INC A           ;INCREASE 1 MINUTES.
0414  B7              OR A
0415  27              DAA
0416  32 1B 10        LD (101BH),A    ;SAVE IT BACK.
0419  FE 60           CP 60H          ;IS IT 60 MINUTES?
```

```
C0              RET NZ          ;NO,RET.
AF              XOR A           ;CLEAR OLD MINUTES.
32 19 10        LD (1019H),A
3A 1C 10        LD A,(101CH)    ;GET OLD HOURS.
3C              INC A           ;INCREASE 1 HOUR.
87              OR A
27              DAA
32 1C 10        LD (101CH),A    ;SAVE IT BACK.
FE 24           CP 24H          ;IS IT 24 HOURS.
C0              RET NZ          ;NO,RET.
AF              XOR A
32 1C 10        LD (101CH),A
C9              RET
76              HALT
                ;
                ;
                ;
;TIMMAP SUBROUTINE
;INPUT  :CONTENT OF TIME BUFFER RAM.
;OUTPUT :PATTERN OF DISPLAY SAVE IN DISPLAY BUFFER RAM.
;CALL   :DATMAP.
                ;
                ;
                ;
21 07 10 TIMMAP:LD HL,1007H     ;MAP SECONDS ON DISPLAY UNIT.
11 1A 10        LD DE,101AH
CD 60 04        CALL DATMAP
AF              XOR A           ;BLANK DIGIT 6.
32 05 10        LD (1005H),A
21 04 10        LD HL,1004H     ;MAP MINUTES ON DISPLAY UNIT.
11 1B 10        LD DE,101BH
CD 60 04        CALL DATMAP
AF              XOR A           ;BLANK DIGIT 3.
32 02 10        LD (1002H),A
21 01 10        LD HL,1001H     ;MAP HOURS ON DISPLAY UNIT.
11 1C 10        LD DE,101CH
CD 60 04        CALL DATMAP
C9              RET
                ;
                ;
                ;
;DATA MAP SUBROUTINE.
;INPUT  :HL POINT TO BUFFER RAM WHICH TO BE MAP(LOW ADDRESS).
;         DE POINT TO DISPLAY BUFFER.
;OUTPUT :SAVE PATTERN TO BE CONVERTED IN DISPLAY BUFFER.
;CALL   :NONE.
                ;
                ;
                ;
1A      DATMAP:LD A,(DE)        ;GET DATA TO BE CONVERTED.
F5              PUSH AF         ;SAVE IT.
E6 0F           AND 0FH         ;MAP UNIT FIRST.
01 00 01        LD BC,TABDIS    ;BC POINT TO PATTERN.
81              ADD A,C
4F              LD C,A
```



```
0469    0A              LD A,(BC)       ;GET PATTERN
046A    77              LD (HL),A       ;SAVE IN BUFFER.
046B    2B              DEC HL
046C    F1              POP AF          ;MAP SECOND.
046D    E6 F0           AND 0FH         ;GET DATA TO BE CONVERTED.
046F    06 04           LD B,04H
0471    07          Hi: RLCA
0472    10 FD           DJNZ Hi
0474    01 00 01        LD BC,TABDIS    ;BC POINT TO PATTERN.
0477    81              ADD A,C
0478    4F              LD C,A
0479    0A              LD A,(BC)       ;GET PATTERN.
047A    77              LD (HL),A       ;SAVE IN BUFFER.
047B    C9              RET
047C    76              HALT
                        ;
                        ;
                        ;
;DECREMENT DELAY TIME SUBROUTINE.
;INPUT  :DATA IN START SYSTEM DELAY TIME BUFFER.
;OUTPUT :NONE.
;CALL   :INCTIM.
;        TIMMAP.
;        TBS.
                        ;
                        ;
                        ;
0480    21 18 10 DECTIM:LD HL,1018H     ;HL POINT TO SEC.DELAY.
0483    AF              XOR A           ;CLEAR BUFFER RAM.
0484    32 20 10        LD (1020H),A    ;SECONDS BUFFER RAM.
0487    32 21 10        LD (1021H),A    ;MINUTES BUFFER RAM.
048A    BE              CP (HL)         ;HAVE SEC.DELAY TIME?
048B    20 05           JR NZ,J1        ;YES,GOTO DEC.SECONDS
048D    23              INC HL          ;NEXT CHECK MINUTES.
048E    BE              CP (HL)         ;HAVE MIN.DELAY TIME?
048F    C8              RET Z           ;NO,RET.
0490    18 1F           JR J2           ;YES,GOTO DEC.MINUTES.
0492    CD 90 01    J1: CALL TBS        ;SCAN DISPLAY 1 SECOND.
0495    CD 00 04        CALL INCTIM     ;INCREMENT TIME 1 SECOND.
0498    CD 35 04        CALL TIMMAP     ;GET RESULTS SHOW ON DISP.
049B    3A 20 10        LD A,(1020H)    ;INC.BUFFER 1 SECOND.
049E    3C              INC A
049F    87              OR A
04A0    27              DAA
04A1    32 20 10        LD (1020H),A
04A4    21 18 10        LD HL,1018H     ;COMPARE TIME IN BUFFER WITH
04A7    BE              CP (HL)         ;DEL.TIME BUFFER RAM.
04A8    20 E8           JR NZ,J1        ;NOT EQUAL,INC.TIME NEXT.
04AA    AF              XOR A           ;EQUAL,CLEAR SEC.BUFFER RAM.
04AB    32 20 10        LD (1020H),A
04AE    23              INC HL          ;CHECK MIN.DELAY TIME.
04AF    BE              CP (HL)         ;IS IT HAVE?
04B0    C8              RET Z           ;NO,RET.
04B1    CD 90 01    J2: CALL TBS        ;YES,INC.TIME IN BUFFER RAM.
04B4    CD 00 04        CALL INCTIM     ;FOR COMPARE WITH MINUTE
```



```
0497    CD 30 04        CALL TIMMAP     ;DELAY TIME IN DELAY TIME
04BA    3A 20 10        LD A,(1020H)    ;BUFFER RAM.
04BD    3C              INC A
04BE    87              OR A
04BF    27              DAA
04C0    32 20 10        LD (1020H),A
04C3    FE 60           CP 60H          ;IS IT 60 SECONDS?
04C5    20 EA           JR NZ,J2        ;NO,INCREMENT AGA
04C7    AF              XOR A           ;YES,CLEAR SEC.B
04C8    32 20 10        LD (1020H),A
04CB    3A 21 10        LD A,(1021H)    ;INC.MIN.IN BUFFER RAM
04CE    3C              INC A
04CF    87              OR A
04D0    27              DAA
04D1    32 21 C0        LD (1021H),A
04D4    21 21 10        LD HL,1019H     ;COMPARE WITH MIN.DELAY
04D7    BE              CP (HL)         ;IS IT EQUAL?
04D8    20 F7           JR NZ,J2        ;NO,INCREMENT ABAIN.
04DA    C9              RET             ;YES,RET.
                        ;
                        ;
;CLEAR MONITOR WHICH SAVED ALARM SENSOR.
;INPUT  :NONE.
;OUTPUT :CLEAR MEMORY FROM ADD.1050H TO END DATA.
;CALL   :NONE.
                        ;
                        ;
                        ;
04E0    2A 28 10 CLEMON:LD HL,(1028H)   ;GET ADD OF NEXT STORE.
04E3    2B          K1: DEC HL
04E4    AF              XOR A
04E5    77              LD (HL),A       ;CLEAR MEM.POINT BY HL.
04E6    3E 4F           LD A,4FH        ;ALL TO BE CLEARED?
04E8    BD              CP L
04E9    20 F8           JR NZ,K1        ;NO,CLEAR NEXT BYTE.
04EB    3E 10           LD A,10H
04ED    BC              CP H
04EE    20 F3           JR NZ,K1
04F0    23              INC HL
04F1    22 26 10        LD (1026H),HL   ;SAVE ADD.TO STORE ALARM.
04F4    C3 00 00        JP A5
                        ;
                        ;
                        ;
;COMAND ERROR SUBROUTINE.
;INPUT  :NONE.
;OUTPUT :NONE.
;CALL   :NONE.
                        ;
                        ;
                        ;
0500    21 98 02 COMERR:LD HL,0298H     ;LOAD PATTERN "CMN ERR"
0503    11 00 10        LD DE,1000H     ;TO DISPLAY BUFFER RAM.
0506    01 08 00        LD BC,0008H
```

```
9  ED B0          LDIR
B  C3 85 00       JP A4
E  76             HALT
                  ;
                  ;
                  ;
   ;ALL SENSORS SET SERVICE ROUTINE.
   ;INPUT  ;USER ENTER DELAY OF EACH SENSOR AND PRESS ENTER
   ;       KEY TO SAVE DATA IN SENSOR DELAY TIME BIFFER
   ;       RAM.
   ;OUTPUT ;SAVE DELAY TIME IN DELAY TIME BUFFER RAM WHICH
   ;       CORRESPOND WITH EACH SENSOR.
   ;CALL   ;TBS.
   ;       SENSET.
                  ;
                  ;
                  ;
0  AF          ALLSET:XOR A            ;CLEAR BUFFER RAM.
1  32 20 10       LD (1020H),A
4  21 88 02    L2:LD HL,0288H         ;DISPLAY "SEN NO."
7  11 00 10       LD DE,1000H
A  01 08 00       LD BC,0008H
D  ED B0          LDIR
F  21 00 01       LD HL,TABDIS        ;HL POINT TO TABDIS
2  3A 20 10       LD A,(1020H)        ;GET NO.OF SENDSOR SHOW
5  85             ADD A,L             ;ON DISPLAY UNIT.
6  6F             LD L,A
7  7E             LD A,(HL)
8  32 07 10       LD (1007H),A
B  CD 90 01       CALL TBS            ;DISPLAY 3 SECONDS.
E  CD 90 01       CALL TBS
I  CD 90 01       CALL TBS
4  21 10 10       LD HL,1010H         ;FIND DELAY TIME SENSOR
7  3A 20 10       LD A,(1020H)        ;BUFFER RAM.
A  85             ADD A,L
B  6F             LD L,A
C  E5             PUSH HL
D  DD E1          POP IX              ;SET IX POINT TO BUFFER.
F  CD 6D 02       CALL 026DH          ;GET DELAY TIME FROM KEYBOARD.
2  3A 20 10       LD A,(1020)
5  FE 07          CP 07H              ;ALL SENSOR TO BE SET?
7  28 06          JR Z,L1             ;YES,RET.
9  3C             INC A               ;NO.NEXT SENSOR TO BE
A  32 20 10       LD (1020H),A        ;PROCESS.
D  18 C5          JR L2
F  C9          L1:RET
                  ;
                  ;
                  ;
   ;START SYSTEM SUBROUTINE.
   ;INPUT  ;NONE.
   ;OUTPUT ;DECREMENT START SYSTEM DELAYTIME UNTILL
   ;       ZERO THEN SCAN TO CHECK ALL SENSOR.
   ;CALL   ;DECTIM.
   ;       TBS.
```



```
                  ;       INCTIM.
                  ;       TIMMAP.
                  ;       CHECK.
                  ;       FINDA.
                  ;       FINDB.
                  ;       OPTSEN.
                  ;
                  ;
                  ;
0560  CD 80 04 BGN:CALL DECTIM         ;DECREMENT DELAY TIME
                                       ;FOR START SYSTEM.
0563  06 11          LD B,11H          ;CLEAR OLD STATUS OF
                                       ;EACH SENSOR.
0565  21 2F 10       LD HL,102FH       ;BGN.ADD.OF RAM TO BE CLEARED.
0568  AF         M1: XOR A
0569  77            LD (HL),A
056A  23            INC A             ;NEXT RAM TO BE CLEARED.
056B  10 FB         DJNZ M1
056D  DB 04         IN A,(04H)        ;GET NEW STATUS.
056F  21 30 10      LD HL,1030H       ;BGN.OF ADD TO BE SAVED.
0572  06 08         LD B,08H          ;TOTAL 8 SENSORS.
0574  B7            OR A
0575  1F         M3: RRA
0576  30 02         JR NC,M2          ;IF STATUS OF SENSOR IS 0
                                       ;GOTO M2.
0578  CB C6         SET 0,(HL)        ;IF STATUS OF SENSOR IS 1
                                       ;SET BIT 0 IN HL.
057A  23         M2: INC HL           ;NEXT SENSOR.
057B  23            INC HL
057C  10 F7         DJNZ M3
057E  DB 05         IN A,(05H)        ;SAVE STATUS NEXT PORT.
0580  21 30 10      LD HL,1030H       ;BGN.OF ADD.TO BE SAVED.
0583  06 08         LD B,08H
0585  B7            OR A
0586  1F         M5: RRA
0587  30 20         JR NC,M4
0589  CB E6         SET 4,(HL)
058B  23         M4: INC HL           ;NEXT STATUS.
058C  23            INC HL
058D  10 F7         DJNZ M5
058F  CD 90 01   M7: CALL TBS         ;SCAN DISPLAY 1 SECOND.
0592  CD 00 04      CALL INCTIM       ;INCREMENT SECOND IN TIME
                                       ;BUFFER RAM BY 1 AND ADJ.
0593  CD 30 04      CALL TIMMAP       ;CONVERT NEW TIME IN PATTERN
                                       ;DISPLAY AND SAVE IN DISPLAY
                                       ;BUFFER RAM.
0598  CD 50 07      CALL CHECK        ;CHECK DELAY TIME OF SENSOR
                                       ;WHICH IN ALARM MODE.
059B  DB 04         IN A,(04H)        ;CHECK STATUS OF PORT A.
059D  CD 00 06      CALL FINDA        ;COMPARE OLD STATUS WITH
                                       ;NEW STATUS.
05A0  DB 05         IN A,(05H)        ;CHECK STATUS OF PORT B.
05A2  CD 70 06      CALL FINDB        ;COMPARE OLD STATUS WITH
                                       ;NEW STATUS.
05A5  DB 06         IN A,(06H)        ;CHECK OPT.STATUS.
```



```
05A7  CB 47         BIT 0,A           ;IS OPT.REQ.TO SEND.
05A9  CC B0 08      CALL Z,RCVDAT     ;RECEIVE DATA FROM OPTION
05AC  C3 8F 05      JP M7
05AF  76            HALT
                    ;
                    ;
                    ;
   ;FIND STATUS OF SENSOR PORT A.
   ;INPUT  ;STATUS OF SENSOR PORT A
   ;OUTPUT ;IF STATUS NOT EQUAL THEN
   ;       SEND ALARM IF SENSOR HAVE NOT DELA
   ;       SAVE TIME AFTER THAT.
   ;       SEND DATA TO OPT.
   ;       IF SENSOR HAVE DELAY TIME,SET DECREMENT DE
   ;       TIME IN STATUS BUFFER.
   ;CALL   ;ALARM.
                    ;
                    ;
                    ;
0600  00       FINDA:NOP
0601  00             NOP
0602  32 2F 10       LD (102FH),A      ;SAVE STATUS OF SENSOR.
0605  06 00          LD B,00H          ;SET COUNTER.
0607  3A 2F 10   N1: LD A,(102FH)      ;GET STATUS TO CHECK.
060A  E6 01          AND 01H
060C  F5             PUSH AF           ;SAVE OLD STATUS.
060D  21 30 10       LD HL,1030H       ;COMP WITH FIRST STATUS.
0610  78             LD A,B
0611  87             ADD A,A
0612  85             ADD A,L
0613  6F             LD L,A
0614  CB 7E          BIT 7,(HL)        ;TEST SENSOR IN OPERATE?
0616  20 48          JR NZ,N5          ;YES,GOTO N5.
0618  7E             LD A,(HL)         ;CHECK OLD STATUS 1 OR 0
0619  E6 01          AND 01H
061B  57             LD D,A            ;COMPARE OLD WITH NEW STAT
061C  F1             POP AF
061D  BA             CP D
061E  20 15          JR NZ,N2          ;NOT EQUAL GOTO N2.
0620  CB 56     N10: BIT 2,(HL)        ;IS SENSOR ACTIVATING NOW?
0622  28 02          JR Z,N4           ;NO,GOTO N4.
0624  CB 96          RES 2,(HL)        ;YES,SET STATUS TO READY.
0626  04          N4: INC B             ;CHECK NEXT STATUS.
0627  3A 2F 10       LD A,(102FH)
062A  CB 1F          RRA
062C  32 2F 10       LD (102FH),A
062F  3E 08          LD A,08H
0631  B8             CP B
0632  C8             RET Z
0633  18 D2          JR N1
0635  CB 4E     N2: BIT 1,(HL)         ;CHECK.STATUS IN DELAY MOD
0637  28 02          JR Z,N3
0639  18 EB          JR N4
063B  CB CE     N3: SET 1,(HL)         ;SET STATUS IN DELAY MODE.
063D  CB D6         SET 2,(HL)         ;SET STATUS IN ACTIVATE MO
```

```
CB FE           SET 7,(HL)      ;SET STATUS IN ALARM MODE.
E5              PUSH HL
C5              PUSH BC
21 10 10        LD HL,1010H     ;CHECK DELAY TIME OF THIS
78              LD A,B          ;SENSOR.
85              ADD A,L
6F              LD L,A
3E 00           LD A,00H
BE              CP (HL)
28 04           JR Z,N7         ;NO,GOTO N7.
C1              POP BC
E1              POP HL
18 D4           JR N4
CD 00 07    N7: CALL ALARM      ;SEND ALARM AND SAVE TIME.
C1              POP BC
E1              POP HL
CB 8E           RES 1,(HL)      ;RESET DELAY TIME STATUS.
CB BE           RES 7,(HL)      ;RESET ALARM STATUS.
18 C9           JR N4
7E          N5: LD A,(HL)
E6 01           AND 01
57              LD D,A
F1              POP AF
BA              CP D
CA 26 06        JP Z,N4
C3 20 06        JP 0620H
                ;
                ;
                ;
;FIND STATUS FROM PORT B SUBROUTINE.
;INPUT  ;STATUS FROM PORT B IN A.
;OUTPUT ;LIKE FINDA.
;CALL   ;ALARM.
                ;
                ;
                ;
00          FINDB: NOP
00                 NOP
32 2F 10           LD (102FH),A    ;SAVE STATUS OF SENSOR.
06 00              LD B,00H        ;SET COUNTER.
3A 2F 10       Q1: LD A,(102FH)    ;GET STATUS TO CHECK.
E6 01              AND 01H
F5                 PUSH AF         ;SAVE OLD STATUS.
21 30 10           LD HL,1030H     ;COMP.WITH FIRST STATUS.
78                 LD A,B
87                 ADD A,A
85                 ADD A,L
6F                 LD L,A
CB 7E              BIT 7,(HL)      ;TEST SENSOR IN OPERATE.
20 58              JR NZ,Q5        ;YES,GOTO Q5.
7E                 LD A,(HL)       ;CHECK OLD STATUS 1 OR 0.
C5                 PUSH BC
06 04              LD B,04H
07                 RLCA
10 FD          Q10: DJNZ Q10
```



```
068F  C1           POP BC
0690  E6 01        AND 01H
0692  57           LD D,A          ;COMP.OLD WITH NEW STATUS.
0693  F1           POP AF
0694  BA           CP D
0695  20 15        JR NZ,Q2        ;NOT EQUAL GOTO Q2.
0697  CB 76        BIT 6,(HL)      ;IS SENSOR ACTIVATE NOW?
0699  28 02        JR Z,Q4         ;NO,GOTO Q4.
069B  CB B6        RES 6,(HL)      ;YES SET STATUS TO READY.
069D  04       Q4: INC B           ;CHECK NEXT STATUS.
069E  3A 2F 60     LD A,(102FH)
06A1  CB 1F        RRA
06A3  32 2F 60     LD (102FH),A
06A6  3E 08        LD A,08H
06A8  B8           CP B
06A9  C8           RET Z
06AA  18 CB        JR Q1
06AC  CB 6E    Q2: BIT 5,(HL)      ;CHECK STATUS IN DELAY MODE.
06AE  28 02        JR Z,Q3
06B0  18 EB        JR Q4
06B2  CB EE    Q3: SET 5,(HL)      ;SET STATUS IN DELAY MODE.
06B4  CB F6        SET 6,(HL)      ;SET STATUS IN ACTIVATE MODE.
06B6  CB FE        SET 7,(HL)      ;SET STATUS IN ALARM MODE.
06B8  F5           PUSH HL
06B9  C5           PUSH BC
06BA  21 10 10     LD HL,1010H     ;CHECK DELAY TIME OF THIS
06BD  78           LD A,B          ;SENSOR.
06BE  85           ADD A,L
06BF  6F           LD L,A
06C0  3E 00        LD A,00H
06C2  BE           CP (HL)
06C3  28 04        JR Z,Q7         ;NO,GOTO Q7.
06C5  C1           POP BC
06C6  E1           POP HL
06C7  18 D4        JR Q4
06C9  CD 00 07 Q7: CALL ALARM      ;SEND ALARM AND SAVE TIME.
06CC  C1           POP BC
06CD  E1           POP HL
06CE  CB AE        RES 5,(HL)      ;RESET DELAY TIME STATUS.
06D0  CB BE        RES 7,(HL)      ;RESET ALARM STATUS.
06D2  00           NOP
06D3  18 CB        JR Q4
                   ;
                   ;
06E0  7E           LD A,(HL)
06E1  E6 01        AND 01
06E3  57           LD D,A
06E4  F1           POP AF
06E5  BA           CP D
06E6  CA 9D 06     JP Z,Q4
06E9  C3 97 06     JP 0697H
                   ;
                   ;
                   ;
;ALARM SUBROUTINE.
;INPUT  ;SENSOR NO. WHICH TO BE ACTIVATED IN B
;OUTPUT ;SAVE TIME IN MONITORS AREA AND SEND ALARM SIGNAL.
;CALL   ;NONE.
                   ;
                   ;
                   ;
0700  21 26 10 ALARM: LD HL,(1026H)   ;GET NEXT ADD.TO STORE.
0703  36 6D           LD (HL),6D      ;SAVE PATTERN "S".
0705  23              INC HL          ;NEXT ADDRESS TO BE SAVED.
0706  11 00 01        LD DE,TABDIS    ;SAVE NUMBER OF SENSOR.
0709  78              LD A,B          ;GET NO.OF SENSOR.
070A  83              ADD A,E         ;GET PATTERN.
070B  5F              LD E,A
070C  1A              LD A,(DE)
070D  77              LD (HL),A       ;SAVE PATTERN OF NO.OF SENSO
070E  23              INC HL          ;NEXT ADDRESS TO BE SAVED.
070F  11 00 10        LD DE,1000H     ;SAVE HOUR(TEN)
0712  1A              LD A,(DE)
0713  77              LD (HL),A
0714  13              INC DE
0715  23              INC HL
0716  1A              LD A,(DE)       ;SAVE HOURS(UNIT)
0717  77              LD (HL),A
0718  13              INC DE
0719  13              INC DE
071A  23              INC HL
071B  1A              LD A,(DE)       ;SAVE MINUTES(TEN)
071C  77              LD (HL),A
071D  13              INC DE
071E  23              INC HL
071F  1A              LD A,(DE)       ;SAVE MINUTES(UNIT)
0720  77              LD (HL),A
0721  23              INC HL
0722  22 26 10        LD (1026),HL    ;SAVE NEXT ADD.OF MONITOR.
0725  3E 80           LD A,80H        ;SEND ALARM BY OUT LOGIC 1.
0727  D3 02           OUT (02H),A
0729  06 00           LD B,00H        ;DELAY TIME.
072B  10 FE       R1: DJNZ R1
072D  AF              XOR A           ;OFF ALARM BY OUT LOGIC 0.
072E  D3 02           OUT (02H),A
0731  DB 01           IN A,(01H)      ;GET CODE FROM THUMBWHEEL.
0733  2F              CPL
0734  4F              LD C,A
0735  CD 00 08        CALL SENCOD     ;SEND DATA TO OPTION.
0738  C9              RET
                      ;
                      ;
                      ;
;CHECK SUBROUTINE.
;INPUT  ;NONE.
;OUTPUT ;DECREMENT DELAY TIME OF SENSOR WHICH TO BE ACTIVATE
;CALL   ;ALARM.
                      ;
                      ;
                      ;
```

```
0740    FD 21 10 10 CHECK: LD IY,1010H  ;SET IY POINT TO DELAYY TIME
                           ;SENSOR BUFFER.
0744    DD 21 30 10        LD IX,1030H  ;SET IX POINT TO STATUS OF
                           ;SENSOR BUFFER.
0748    DD CE 00 7E  S1:BIT 7,(IX)      ;IS IT IN ALARM MODE.
074C    20 0E              JR NZ,S2     ;YES GOTO S2.
074E    DD 23         S3:  INC IX
0750    DD 23              INC IX
0752    FD 23              INC IY
0754    DD 7E 00           LD A,IXL
0757    FE 3E              CP 3EH       ;CHECK ALL SENSORS.
0759    20 ED              JR NZ,S1
075B    C9                 RET
075C    DD 23         S2:  INC IX
075E    DD 7E 00           LD A,(IX+00)
0761    3C                 INC A
0762    B7                 OR A
0763    27                 DAA
0764    DD 77 00           LA (IX+00),A
0767    FD BE 00           CP (IY+00)
076A    28 04              JR Z,S4
076C    DD 2B              DEC IX
076E    18 DE              JR S3
0770    CD 00 07      S4:  CALL ALARM
0773    DD 2B              DEC IX
0775    DD CB 00 BE        RES 7,(IX+00)
0779    DD CB 00 4E        BIT 1,(IX+00)
077D    28 06              JR Z,S3
077F    DD CB 00 8E        RES 1,(IX+00)
0783    18 C9              JR S3
0785    DD CB 00 AE  S3:RES 3,(IX+00)
0789    18 C3              JR S3
                           ;
                           ;
                           ;
BIT DEFINE IN STATUS BUFFER RAM FOR CHECKING:-
BIT 0   READY STATUS OF PORT A OF EACH SENSOR.
BIT 1   TIME DELAY NOT READY OF EACH SENSOR.
BIT 2   SENSOR ACTIVATE CONT.
BIT 3   NOT USE.
BIT 4   READY STATUS OF PORT B OF EACH SENSOR.
BIT 5   TIME DELAY NOT READY OF EACH SENSOR.
BIT 6   SENSOR ACTIVATE CONT.
BIT 7   IN ALARM MODE.
                           ;
                           ;
                           ;
        ;MONITOR SERVICE ROUTINE.
        ;INPUT  ;ADD.OF BLOCK TO BE MONITORED IN 1028H.
        ;OUTPUT ;SHOW SENSOR TO BE ACTIVATED ON DISPLAY.
        ;       IF NOT FOUND SHOW "END DATA".
        ;CALL   ;NONE.
                           ;
                           ;
                           ;
```



```
0790    2A 28 10  MON:  LD HL,(1028H)   ;SET HL POINT TO BLOCK
                                        ;OF DISPLAY.
0793    3E 6D           LD A,6DH        ;CHECK FIRST BYTE IS
                                        ;PATTERN "S" OR NOT?
0795    BE              CP (HL)
0796    20 28           JR NZ,T1        ;NO,GOTO T1.
0798    11 00 10        LD DE,1000H     ;POINT TO DISPLAY BUFFER.
0798    7E              LD A,(HL)       ;GET PATTERN "S"
079C    12              LD (DE),A
079D    23              INC HL
079E    13              INC DE
079F    7E              LD A,(HL)       ;GET NO. OF SENSOR.
07A0    12              LD (DE),A
07A1    3E 76           LD A,76H        ;GET PATTERN "H".
07A3    13              INC DE
07A4    12              LD (DE),A
07A5    13              INC DE
07A6    23              INC HL
07A7    7E              LD A,(HL).      ;GET HR(TEN).
07A8    12              LD (DE),A
07A9    13              INC DE
07AA    23              INC HL
07AB    7E              LD A,(HL)       ;GET HR(UNIT).
07AC    12              LD (DE),A
07AD    13              INC DE
07AE    3E 55           LD A,55H        ;GET PATTERN "M".
07B0    12              LD (DE),A
07B1    13              INC DE
07B2    23              INC HL
07B3    7E              LD A,(HL)       ;GET MIN(TEN).
07B4    12              LD (DE),A
07B5    13              INC DE
07B6    23              INC HL
07B7    7E              LD A,(HL)       ;GET MIN(UNIT).
07B8    12              LD (DE),A
07B9    23              INC HL
07BA    22 28 10        LD (1028H),HL   ;SAVE ADDRESS BACK.
07BD    C9              RET
07BE    76              HALT
                        ;
                        ;
                        ;
07C0    21 E0 07   T1:  LD HL,ENDDAT    ;DISPLAY "END DATA"
07C3    11 00 10        LD DE,1000H
07C6    01 08 00        LD BC,0008H
07C9    ED B0           LDIR
07CB    21 30 10        LD HL,1030H     ;SET BGN.OF ADD.OF MON.
07CE    22 28 10        LD (1028H),HL
07D1    C3 93 00        JR A5
                        ;
                        ;
                        ;
07E0    79         ENDDAT: ;79  E
07E1    54                 ;54  N
07E2    5E                 ;5E  D
```



```
07E3    00                 ;00  BLANK
07E4    5E                 ;5E  D
07E5    77                 ;77  A
07E6    74                 ;74  T
07E7    77                 ;77  A
                           ;
                           ;
        ;SEND DATA SERVICE ROUTINE.
        ;INPUT  ;THUMBWHEEL SWITH CODE (COMPLEMENT) SAVE IN A.
        ;OUTPUT ;SEND CODE TO OPTION(SINGLE CHIP 8748)
        ;         SET REQUEST TO SEND(RQS)TO LOGIC 0
        ;         CHECK READY TO RECEIVE(RR),IF 0 THEN
        ;         SEND DATA IN FORM SERIAL BITS (110)
        ;         THROUGH DATA OUT(DO)PIN.
        ;CALL   ;FBIT.
        ;         HBIT.
                           ;
                           ;
                           ;
0800    3E EF       RST:  LD A,0EFH       ;RESET RQS TO LOGIC 0.
0802    D3 06             OUT (06),A
0804    DB 06             IN A,(06)       ;CHECK RR.
0806    CB 47       NRQ:  BIT 0,A         ;IS RR LOGIC 0?
0808    20 FA             JR NZ,NRQ       ;NO,CHECK AGAIN.
080A    3E EF             LD A,0EFH       ;RESET RQS TO LOGIC 0.
080C    D3 06             OUT (06),A
080E    CD A0 08          CALL 1BIT       ;DELAY 1 BIT.
0811    3E CF             LD A,0CFH       ;SEND START BIT.
0813    D3 06             OUT (06),A
0815    CD A0 08          CALL 1BIT
0818    06 08             LD B,08H        ;SEND DATA 8 BITS.
081A    79                LD A,C          ;GET DATA TO A.
081B    0F                RRCA            ;SEND BIT 0 FIRST THEN
081C    0F                RRCA            ;ROTATE 3 TIMES TO GET
081D    0F          SDT:  RRCA            ;BIT 0 AS BIT 5.
081E    D3 06             OUT (06),A
0820    CD A0 08          CALL 1BIT       ;DELAY 1 BIT.
0823    10 F8             DJNZ SDT        ;ALL 8 BITS TO BE SENDED?
0825    3E EF             LD A,0EFH       ;SEND STOP BIT.
0827    D3 06             OUT (06),A
0829    CD A0 08          CALL 1BIT
082C    D3 06             OUT (06),A
082E    CD A0 08          CALL 1BIT
0831    CD A4 08          CALL HBIT       ;DELAY TIME FOR OPT.
0834    DB 06             IN A,(06)       ;CHECK RR (OPT ANSWER BACK)
0836    CB 47             BIT 0,A         ;DATA CORRECT?
0838    20 09             JR NZ,FDT       ;YES,GOTO FDT.
083A    3E FF             LD A,0FFH       ;NO,SEND DATA AGAIN.
083C    D3 06             OUT (06),A
083E    CD A4 08          CALL HBIT
0841    18 BD             JR RST
0843    CD A0 08    FDT:  CALL 1BIT       ;CHECK DATA FROM OPTION.
0846    CD A0 08          CALL 1BIT
0849    DB 06             IN A,(06)       ;FIRST DATA MUST BE START
084B    CB 4F             BIT 1,A         ;BIT.
```

```
084D  20 B1           JR NZ,RST       ;IF NOT,SEND DATA AGAIN.
084F  CD A0 08        CALL 1BIT       ;IF YES,GET DATA FROM OPT.
0852  06 08           LD B,08H
0854  DB 06     IDT: IN A,(06)
0856  CB 4F          BIT 1,A
0858  37              SCF
0859  20 01          JR NZ,RDA
085B  3F              CCF
085C  CB 1C      RDA: RR A
085E  CD A0 08        CALL 1BIT
0861  10 F1           DJNZ IDT
0863  DB 06           IN A,(06)       ;CHECK STOP BIT.
0865  CB 4F          BIT 1,A
0867  28 97          JR Z,RST
0869  CD A0 08        CALL 1BIT
086C  DB 06           IN A,(06)
086E  CB 4F          BIT 1,A
0870  28 BE          JR Z,RST
0872  CD A4 08        CALL HBIT
0875  7C              LD A,H          ;COMPARE DATA FROM OPT
0876  B9              CP C            ;WITH DATA TO BE SENDED.
0877  20 B7          JR NZ,RST       ;IF NOT EQUAL SEND DATA AG.
0879  3E FF          LD A,0FFH       ;SET RQS TO LOGIC 1.
087B  D3 06           OUT (06),A
087D  C9              RET
                      ;
                      ;
                      ;
                ;DELAY SUBROUTINE
                      ;
08A0  16 0A    1BIT: LD D,0AH
08A2  18 02          JR DEL2
08A4  16 05    HBIT: LD D,05H
08A6  1E E2    DEL2: LD E,0E2H
08A8  1D       DEL1: DEC E
08A9  20 FD          JR NZ,DEL1
08AB  15              DEC D
08AC  20 F8          JR NZ,DEL2
08AE  C9              RET
                      ;
                      ;
                      ;
;RECEIVE DATA FROM OPTION ROUTINE.
;INPUT  ;LOGIC OF RR IS LOGIC 0.
;OUTPUT ;DATA FROM OPT SAVE IN B.
;CALL   ;FBIT.
;       HBIT.
                      ;
                      ;
                      ;
08B0  DB 06     CKO: IN A,(06)       ;CHECK RR AGAIN.
08B2  CB 47          BIT 0,A
08B4  20 3A          JR NZ,NCK       ;IF NOT 0 RET.
08B6  3E EF          LD A,0EFH       ;SEND RQS TO OPT.
08B8  D3 06           OUT (06),A
```



```
088A  DB 06           IN A,(06)       ;FIND STOP BIT.
088C  CB 4F          BIT 1,A
088E  20 F0          JR NZ,CKO
08C0  CD A4 08        CALL HBIT       ;DELAY FOR SAMPLING.
08C3  DB 06           IN A,(06)       ;SAMPLING.
08C5  CB 4F          BIT 1,A
08C7  20 27          JR NZ,NCK       ;FIRST BIT NOT START BIT
08C9  CD A0 08        CALL 1BIT       ;GOTO NCK.
08CC  06 08           LD B,08H        ;PROCESS DATA BIT.
08CE  DB 06     RSL: IN A,(06)
08D0  CB 4F          BIT 1,A
08D2  37              SCF
08D3  20 01          JR NZ,LON
08D5  3F              CCF
08D6  CB 1C      LON: RR A
08D8  CD A0 08        CALL 1BIT
08DB  10 F1           DJNZ RSL
08DD  DB 06           IN A,(06)       ;CHECK STOP BIT.
08DF  CB 4F          BIT 1,A
08E1  28 0D          JR Z,NCK
08E3  CD A0 08        CALL 1BIT
08E6  DB 06           IN A,(06)
08E8  CB 4F          BIT 1,A
08EA  28 04          JR Z,NCK
08EC  CD A4 08        CALL HBIT
08EF  44              LD B,H
08F0  3E FF      NCK: LD A,0FFH       ;SET RQS TO LOGIC 0.
08F2  D3 06           OUT (06),A
08F4  C9              RET
                      ;
                      ;
                      ;
;OPTION TEST SERVICE ROUTINE.
;INPUT  ;CONTENT 00H IN A.
;OUTPUT ;SEND 00H TO OPTION,IF OPTION CONNECT AND READY
       ;THEN THIS ROUTINE IS PASS IF NOT DISPLAY UNIT
       ;IS BLANK.
;CALL   ;SENDAT
                      ;
                      ;
                      ;
0900  AF              XOR A           ;CLEAR ACCUMULATOR.
0901  CD 00 08        CALL SENDAT     ;SEND 00H TO CHK OPT.
0904  21 20 09        LD HL,OPT REDY  ;DISPLAY OPTION READY.
0907  11 00 10        LD DE,1000H
090A  01 08 00        LD BC,0008H
090D  ED B0           LDIR
090F  CD 90 01        CALL TBS        ;DISPLAY 3 SECONDS.
0912  CD 90 01        CALL TBS
0915  CD 90 01        CALL TBS
0918  C9              RET
                      ;
                      ;
0920  5C    OPT REDY: ;5C     O
```



```
0921  73              ;73     P
0922  70              ;70     T
0923  00              ;00     BLANK
0924  50              ;50     R
0925  79              ;79     E
0926  5F              ;5F     D
0927  6F              ;6F     Y
                      ;
                      ;
                      ;
;SELF TEST SERVICE ROUTINE.
;INPUT  ;NONE.
;OUTPUT ;SENSOR GOOD,NOT SHOW ANYTHING.
;       SENSOR BAD,WILL SHOW "S_ ERR".
;CALL   ;NONE.
                      ;
                      ;
                      ;
0930  3E BF    SELFT: LD A,0BFH       ;INJECT DC TO SEN'S INTF.
0932  D3 06           OUT (06H),A
0934  21 00 0A        LD HL,INTEST    ;SHOW "IN TEST"ON DISPLAY.
0937  11 00 10        LD DE,1000H
093A  01 08 00        LD BC,0008H
093D  ED B0           LDIR
093F  CD 90 01        CALL TBS        ;DISPLAY 3 SECONDS.
0942  CD 90 01        CALL TBS
0945  DB 00           IN A,(00H)      ;GET STATUS FROM PA.
0947  47              LD B,A          ;SAVE IN REG.B.
0948  3E 7F          LD A,7FH        ;INJECT AC TO SEN'S INTF.
094A  D3 06           OUT (06H),A
094C  C5              PUSH BC         ;SAVE OLD STATUS IN REG.B.
094D  CD 90 01        CALL TBS
0950  CD 90 01        CALL TBS
0953  DB 01           IN A,(01H)      ;GET STATUS FROM PB.
0955  C1              POP BC          ;GET OLD VALUE OF REG.B.
0956  4F              LD C,A          ;NOW REG.B SAVE DC STATUS
                                      ;     REG.C SAVE AC STATUS.
0957  3E FF          LD A,FFH        ;BACK IN NORMAL PATH.
0959  D3 06           OUT (06H),A
095B  A8              XOR B           ;CHECK STATUS.
095C  47              LD B,A
095D  3E FF          LD A,FFH
095F  A9              XOR C
0960  B0              OR B
0961  B7        W1:   OR A            ;CLEAR CARY FLAG.
0962  06 08           LD B,08H
0964  CB 17          RL A            ;CHECK ERROR FROM SEN'S I
0966  DC 20 0A        CALL C,SENER    ;DISPLAY ERROR.
0969  10 F6           DJNZ W1
096B  3E 80          LD A,80H        ;SEND ALARM SOUND.
096D  D3 02           OUT (02H),A
096F  21 10 0A        LD HL,ALARM ON  ;DISPLAY "ALARM ON"
0972  11 00 10        LD DE,1000H
0975  01 08 00        LD BC,0008H
0978  ED B0           LDIR
```

```
09DA  CD 90 01        CALL TBS
09DD  CD 90 01        CALL TBS
09E0  CD 90 01        CALL TBS
09E3  AF              XOR A             ;OFF ALARM SOUND.
09E4  D3 02           OUT (02H),A
09E6  CD 50 0A        CALL KEYTEST      ;TEST KEYBOARD
09E9  21 08 0A        LD HL ENDTEST     ;DISPLAY "END TEST"
09EC  11 00 10        LD DE,1000
09EF  01 08 00        LD BC,0008
09F2  ED B0           LDIR
09F4  CD 90 01        CALL TBS
09F7  CD 90 01        CALL TBS
09FA  CD 90 01        CALL TBS
09FD  C3 85 00        JP 0085H
                      ;
                      ;
                      ;
0A00  06        INTEST: ;06     I
0A01  54                ;54     N
0A02  00                ;00     BLANK
0A03  00                ;00     BLANK
0A04  78                ;78     T
0A05  79                ;79     E
0A06  6D                ;6D     S
0A07  78                ;78     T
                        ;
                        ;
                        ;
0A08  79        ENDTEST:;79     E
0A09  54                ;54     N
0A0A  5E                ;5E     D
0A0B  00                ;00     BLANK
0A0C  78                ;78     T
0A0D  79                ;79     E
0A0E  6D                ;6D     S
0A0F  78                ;78     T
                        ;
                        ;
                        ;
0A10  77        ALARMON:;77     A
0A11  38                ;38     L
0A12  77                ;77     A
0A13  50                ;50     R
0A14  55                ;55     M
0A15  00                ;00     BLANK
0A16  1C                ;1C     O
0A17  54                ;54     N
                        ;
                        ;
                        ;
0A18  6D        SENERR: ;6D     S
0A19  00                ;00     BLANK
0A1A  00                ;00     BLANK
0A1B  00                ;00     BLANK
0A1C  79                ;79     E
```



```
0A1D  50                ;50     R
0A1E  50                ;50     R
0A1F  80                ;80     DOT
                        ;
                        ;
                        ;
                ;SENSOR ERROR SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;DATA IN REG.A.(ALL SENSOR STATUS).
                ;OUTPUT ;DISPLAY "SEN NO.  ERR"
                ;CALL   ;NONE.
                        ;
                        ;
                        ;
0A20  08        SENERR: EX AF,AF'
0A21  C5                PUSH BC
0A22  D9                EXX
0A23  21 18 0A          LD HL,SEN ERR   ;DISPLAY "SEN NO. ERR"
0A26  11 00 10          LD DE,1000H
0A29  01 08 00          LD BC,0008H
0A2C  ED B0             LDIR
0A2E  21 00 01          LD HL,TABDIS    ;GET NUMBER OF SENSOR.
0A31  C1                POP BC
0A32  78                LD A,B
0A33  85                ADD A,L
0A34  6F                LD L,A
0A35  7E                LD A,(HL)
0A36  32 01 10          LD (1001H),A
0A39  CD 90 01          CALL TBS        ;DISPLAY 3 SECONDS.
0A3C  CD 90 01          CALL TBS
0A3F  CD 90 01          CALL TBS
0A42  08                EX AF,AF'
0A43  D9                EXX
0A44  C9                RET
                        ;
                        ;
                        ;
                ;KEYTEST SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;USER PRESS THE KEY WHICH SHOW ON DISPLAY.
                ;OUTPUT ;IF KEYBOARD WORKING GOOD,NO.OF KEY WILL SHOW
                ;         ON DISPLAY UNIT IN NEXT KEY.
                ;CALL   ;SCANDISP.
                ;       SCANKB
                        ;
                        ;
                        ;
0A50  06 0C             LD B,0CH        ;TEST ALL KEYBOARD.
0A52  0E 00             LD C,00H
0A54  21 80 0A          LD HL,KEY       ;DISPLAY "KEY NO."
0A57  C5                PUSH BC
0A58  11 00 10          LD DE,1000H
0A5B  01 08 00          LD BC,0008H
0A5E  ED B0             LDIR
0A60  C1                POP BC
0A61  21 00 01          LD HL,0100      ;DISPLAY TABLE.
0A64  79                LD A,C
```



```
0A65  85                ADD A,L
0A66  6F                LD L,A
0A67  7E                LD A,(HL)
0A68  32 04 10          LD (1004H),A
0A6B  C5                PUSH BC
0A6C  CD 10 01    Z1:   CALL SCANDISP
0A6F  CD 30 01          CALL SCANKB
0A72  30 FB             JR NC,Z1
0A74  C1                POP BC
0A75  B9                CP C            ;CORRECT KEY ?
0A76  20 F4             JR NZ,Z1        ;NO,SCAN CONT.
0A78  0C                INC C           ;NEXT KEY NO.
0A79  10 01             DJNZ Z2
0A7B  C5                PUSH BC
0A7C  C3 54 0A          JP 0A54H
0A7F  C9                RET
                        ;
                        ;
                        ;
0A80  72        KEYNO.  ;72     K
0A81  79                ;79     E
0A82  6E                ;6E     Y
0A83  00                ;00     BLANK
0A84  00                ;00     BLANK
0A85  00                ;00     BLANK
0A86  00                ;00     BLANK
0A87  00                ;00     BLANK
                        ;
                        ;
                        ;
;END OF PROGRAM IN UNIT CONTROLLER SECTION.
;*******************************************
```

(ข)

```
;****************************************
;220 VOLTS A.C. LINE INTERFACE PROGRAM.
;THIS PROGRAM IS EXECUTED BY MCS-48(8748).
;WRITEN BY PANOM PETCHJATUPORN.
;ADVISER BY DR.SITTHICHAI POKAIYA-UDOM.
;****************************************
;
;DEFINE PORT:
;P10 - P17      CODE SELECT (THUMBWHEEL SWITCH).
;P27 IS REQUEST TO SEND.
;P26 IS REQUEST TO RECIEVE.
;P25 IS DATA OUT TO SYSTEM.
;P24 IS DATA OUT TO MODULATE UNIT.
;T0  IS DATA IN FROM SYSTEM.
;T1  IS DATA IN FROM MODULATE UNIT.
                    ;
                    ;
                    ;
;THIS IS THE PROGRAM FOR RECIEVE DATA FROM
;SYSTEM AND SEND IT TO MODULATE LINE
                    ;
                    ;
                    ;
0000 00         NSD: IN A,P2        ;CHECK REQ TO SEND
0001 F2 B0           JB7 LFK        ;JUMP TO CHECK MODLINE
0003 23 BF           MOV A,#0BFH    ;SEND REQ TO REC.
0005 3A              OUTL P2,A
0006 36 00           JT0 NSD        ;CHECK START BIT
0008 14 A4           CALL HBIT
000A 36 24           JT0 ERR        ;JUMP IF ERROR
000C BA 08           MOV R2,#08H    ;INPUT DATA 8 BITS
000E 14 A0      LOOP: CALL 1BIT
0010 97              CLR C
0011 26 14           JNT0 LLA
0013 A7              CPL C
0014 67         LLA: RRC A
0015 EA 0E           DJNZ R2,LOOP
0017 14 A0           CALL 1BIT
0019 26 24           JNT0 ERR       ;CHECK STOP BIT 1
001B 14 A0           CALL 1BIT
001D 26 24           JNT0 ERR       ;CHECK STOP BIT 2
001F 14 A4           CALL HBIT
0021 A9              MOV R1,A       ;SAVE DATA IN R1
0022 04 29           JMP RDY
0024 00         ERR: IN A,P2        ;IF ERROR CHECK FOR RESTART
0025 F2 00           JB7 NSD
0027 04 24           JMP ERR
0029 23 FF      RDY: MOV A,#0FFH    ;OFF REQ TO SEND
002B 3A              OUTL P2,A
002C 14 A0           CALL 1BIT
```



```
002E BD DF           MOV R5,#0DFH
0030 14 60           CALL ODA       ;SEND DATA TO SYSTEM FOR CHECK
0032 14 A4           CALL HBIT
0034 0A              IN A,P2        ;IF CORRECT REQ TO REC IS OFF
0035 F2 39           JB7 OPD
0037 04 00           JMP NSD        ;IF ERROR JUMP TO RESTART
0039 F9         OPD: MOV A,R1       ;IF DATA=00 JUMP TO RESTART
003A 37              CPL A
003B 03 00           ADD A,#00H
003D 37              CPL A
003E C6 00           JZ NSD
0040 F9              MOV A,R1
0041 AA              MOV R2,A
0042 09              IN A,P2
0043 77              RR A
0044 A9              MOV R1,A
0045 BD EF           MOV R5,#0EFH
0047 14 60           CALL ODA       ;SEND PORT NUMBER TO MOD LINE
0049 FA              MOV A,R2
004A E7              RL A
004B A9              MOV R1,A
004C 14 60           CALL ODA       ;SEND DATA TO MOD LINE
004E 04 00           JMP NSD
                     ;
                     ;
                     ;
;OUT DATA SUBROUTINE
                     ;
                     ;
                     ;
0060 23 BF      ODA: MOV A,#0BFH    ;OUT 1
0062 3A              OUTL P2,A
0063 14 A0           CALL 1BIT
0065 5D              ANL A,R5       ;OUT 0
0066 3A              OUTL P2,A
0067 14 A0           CALL 1BIT
0069 B8 08           MOV R0,#08H    ;OUT DATA 8 BITS
006B F9              MOV A,R1
006C 77              RR A
006D 77              RR A
006E 77         ODT: RR A
006F A9              MOV R1,A
0070 4D              ORL A,R5
0071 3A              OUTL P2,A
0072 14 A0           CALL 1BIT
0074 F9              MOV A,R1
0075 E8 6E           DJNZ R0,ODT
0077 23 FF           MOV A,#0FFH    ;OUT STOP BIT 1
0079 3A              OUTL P2,A
007A 14 A0           CALL 1BIT
007C 3A              OUTL P2,A      ;OUT STOP BIT 2
007D 14 A0           CALL 1BIT
007F 83              RET
                     ;
                     ;
```



```
                     ;
;RECIEVE DATA SUBROUTINE
                     ;
                     ;
                     ;
0080 85         FDG: CLR F0
0081 BA 08           MOV R2,#08H    ;INPUT DATA 8 BITS
0083 14 A0      DDT: CALL 1BIT
0085 97              CLR C
0086 46 89           JNT1 SRT
0088 A7              CPL C
0089 67         SRT: RRC A
008A EA 83           DJNZ R2,DDT
008C 14 A0           CALL 1BIT
008E 46 98           JNT1 NOT       ;CHECK STOP BIT 1
0090 14 A0           CALL 1BIT
0092 46 98           JNT1 NOT       ;CHECK STOP BIT 2
0094 14 A4           CALL HBIT
0096 04 99           JMP RDY
0098 95         NOT: CPL F0
0099 83              RET
                     ;
                     ;
                     ;
;DELAY SUBROUTINE.
                     ;
                     ;
                     ;
00A0 BC CA     1BIT: MOV R4,#0CAH
00A2 04 A6           JMP HLP
00A4 BC 65     HBIT: MOV R4,#065H
00A6 B8 0A      HLP: MOV R3,#0AH
00A8 E8 A8      LOV: DJNZ R3,LOV
00AA EC A6           DJNZ R4,HLP
00AC 83              RET
                     ;
                     ;
                     ;
;THIS IS THE PROGRAM FOR RECIEVE DATA
;FROM MOD LINE AND SEND IT TO SYSTEM.
                     ;
                     ;
                     ;
00B0 56 00      LFK: JT1 NSD        ;CHECK DATA FROM MODLINE
00B2 14 A4           CALL HBIT
00B4 56 00           JT1 NSD        ;IF START BIT ERROR JUMP TO RESTA
00B6 14 80           CALL FDG       ;INPUT DATA
00B8 96 00           JFO NSD        ;IF DATA ERROR JUMP TO RESTART
00BA AE              MOV R6,A
00BB 09              IN A,P1        ;CHECK NUMBER PORT
00BC 37              CPL A
00BD 6E              ADD A,R6
00BE 37              CPL A
00BF 96 00           JNZ NSD        ;IF INCORRECT DON'T CARE DATA
00C1 14 A0           CALL 1BIT
```

(ค)

```
14 A4          CALL HBIT
56 00          JT1 NSD        ;CHECK START BIT
14 80          CALL FDG       ;INPUT DATA
B6 00          JF0 NSD        ;IF DATA ERROR JUMP TO RESTART
A9             MOV R1,A
23 BF          MOV A,#0BFH    ;OUT REQ TO REC
3A             OUTL P2,A
0A             IN A,P2        ;CHECK REQ TO SEND
F2 CF          JB7 MBX
80 DF          MOV R5,DF
14 60          CALL ODA       ;OUT DATA TO SYSTEM
14 A4          CALL HBIT
04 00          JMP NSD
```

```
**************************************************
END OF PROGRAM FOR 220 VOLTS A.C.LINE INTERFACE.
**************************************************
```

```
0000                ASEG
                    .Z80
                    ;****************************************
                    ;SUBSYSTEM PROGRAM WHICH RUN BY Z-80 CPU
                    ;WRITTEN BY PANOM PETCHJATUPORN.
                    ;ADVICER BY DR.SITTHICHAI POKAIYA-UDOM.
                    ;****************************************
                    ;
                    ;KEYBOARD DEFIND:-
                    ;
                    ;-------  -------  -------  -------  -------
                    ;;UTEST;  ;PTEST;  ;CLMEM;  ;PDUMP;  ;LIFED;
                    ;-------  -------  -------  -------  -------
                    ;-------  -------  -------  -------  -------
                    ;;MTEST;  ;  8  ;  ;  9  ;  ;TSET ;  ;DSET ;
                    ;-------  -------  -------  -------  -------
                    ;-------  -------  -------  -------  -------
                    ;;A OFF;  ;  4  ;  ;  5  ;  ;  6  ;  ;  7  ;
                    ;-------  -------  -------  -------  -------
                    ;-------  -------  -------  -------  -------
                    ;;ENTER;  ;  0  ;  ;  1  ;  ;  2  ;  ;  3  ;
                    ;-------  -------  -------  -------  -------
                    ;
                    ;KEYBOARD'S MEANING:-
                    ;       "0"     = NUMBER 0
                    ;       "1"     = NUMBER 1
                    ;       "2"     = NUMBER 2
                    ;       "3"     = NUMBER 3
                    ;       "4"     = NUMBER 4
                    ;       "5"     = NUMBER 5
                    ;       "6"     = NUMBER 6
                    ;       "7"     = NUMBER 7
                    ;       "8"     = NUMBER 8
                    ;       "9"     = NUMBER 9
                    ;       TSET MEAN TIME SET.
                    ;       DSET MEAN DATE SET.
                    ;       LFEED MEAN PAPER FEED FORWARD.
                    ;       PDUMP MEAN DUMP DATA TO PRINTER.
                    ;       CLMEM MEAN CLEAR DATA IN RAM.
                    ;       PTEST MEAN PRINT ASCII CODES.
                    ;       UTEST MEAN UNIT TEST.
                    ;       MTEST MEAN MASTER TEST.
                    ;       A OFF MEAN ALARM OFF.
                    ;       ENTER MEAN ENTER DATA TO SYSTEM.
                    ;
                    ;PORTS AND RAM DEFINE:-
004F                PIO     EQU  4FH        ;CODE FOR INITIAL PIO
0082                PIOP    EQU  82H        ;PORT PIO
0090                P8255   EQU  90H        ;CODE FOR INITIAL 8255
0003                P8255P  EQU  03H        ;PORT 8255 PPI
1FAF                SYSSTK  EQU  1FAFH      ;SYSTEM STACK
00A6                PWCODE  EQU  0A6H       ;RESET CODE
18A0                POWUP   EQU  18A0H      ;STORE POWER UP CODE
1800                DISBUFF EQU  1800H      ;DISPLAY BUFFER
1806                MISAVE  EQU  1806H      ;MINUTE SAVE
1807                HSAVE   EQU  1807H      ;HOUR SAVE
1808                MISAV   EQU  1808H      ;MINUTE SAVE
1809                HSAV    EQU  1809H      ;HOUR SAVE IN
180A                DSAVE   EQU  180AH      ;DAY SAVE
180B                MSAVE   EQU  180BH      ;MONTH SAVE
180C                YSAVE   EQU  180CH      ;YEAR SAVE
180E                CSAVE   EQU  180EH      ;ADD OF CODE SAVED.
                                            ;BGN.AT ADD.1850H.
1810                OTEST   EQU  1810H      ;USE IN OPT TEST.
1811                INDAST  EQU  1811H      ;USE IN TEST IF BGN.DA
1820                PBUFF   EQU  1820H      ;BGN BUFF PRINT.
                    ;
                            ORG  2000H
                    ;
2000 3E 4F          START:  LD   A,PIO      ;INITIAL PIO
2002 D3 82                  OUT  (PIOP),A
                    ;
2004 3E 90                  LD   A,P8255    ;INITIAL PPI
2006 D3 03                  OUT  (P8255P),A
                    ;
2008 3E C0                  LD   A,0C0H     ;DEACTIVE PPI
200A D3 02                  OUT  (02H),A
200C 31 1FAF                LD   SP,SYSSTK  ;INITIAL STACK
200F 21 180E                LD HL,CSAVE     ;INITIAL ADD TO SAVED
2012 36 50                  LD (HL),50H
2014 23                     INC HL
2015 36 18                  LD (HL),18H
                    ;
2017 3A 18A0                LD   A,(POWUP)  ;CHECK RESET CODE
201A FE A6                  CP   PWCODE
201C 28 13                  JR   Z,NOPOW    ;RESET BY HAND
                    ;
201E CD 244F                CALL CLRMEM     ;CLEAR MEMORY
2021 CD 20AD                CALL YMDSET     ;SET DATE MONTH YEAR
2024 CD 219F                CALL PRTTES     ;TEST PRINTER
2027 CD 20E8                CALL TSET       ;SET TIME
202A 3E A6                  LD   A,0A6H     ;PWCODE
202C 32 18A0                LD   (POWUP),A  ;
202F 18 03                  JR   NORMAL     ;
2031 CD 2470        NOPOW:  CALL SHOW       ;DISPLAY ALL VALUES
2034 CD 22CB        NORMAL: CALL CLOCK1     ;READ TIME
2037 CD 2347                CALL ADJD       ;ADJUST DAY
203A DD 21 1800             LD   IX,DISBUFF ;DISPLAY BUFFER
203E CD 2245                CALL SCAN       ;DISPLAY AND SCAN KYB.
2041 30 0E                  JR  NC,MAP      ;C=1 NO KEY PRESSED
2043 DB 81                  IN A,(81H)      ;CHK RCV.DATA
2045 CB 7F                  BIT 7,A         ;TEST OPTION HIGH PORT
2047 CA 25E7                JP Z,OPH
204A CB 67                  BIT 4,A         ;TEST OPTION LOW PORT.
204C CA 2605                JP Z,OPL
204F 18 E3                  JR NORMAL
                    ;
2051 CD 2289        MAP:    CALL KEYMAP     ;FIND KEY NO.
2054 CD 2190                CALL COMDA      ;COMMAND OR DATA
2057 38 DB                  JR   C,NORMAL   ;C=1 DATA
                    ;
```

```
2059 FE 0A          CP   0AH        ;TIME SET ?
2058 28 23          JR   Z,JTSET    ;
205D FE 0B          CP   0BH        ;YEAR MONTH DATE ?
205F 28 24          JR   Z,JYMDS    ;
2061 FE 0C          CP   0CH        ;PRINTER TEST ?
2063 28 25          JR   Z,JPRTT    ;
2065 FE 0D          CP   0DH        ;LINE FEED ?
2067 28 26          JR   Z,JLNFD    ;
2069 FE 0E          CP   0EH        ;DUMP DATA ?
206B 28 27          JR   Z,JDUMP    ;
206D FE 0F          CP   0FH        ;FEED FORWARD ?
206F 28 28          JR   Z,JFEEDF   ;
2071 FE 14          CP   14H        ;ALARM OFF ?
2073 28 29          JR   Z,JALARM   ;
2075 FE 18          CP   18H        ;MASTER CONTROL TEST ?
2077 28 2A          JR   Z,JMAST    ;
2079 FE 19          CP   19H        ;UNIT TEST ?
207B 28 2B          JR   Z,JUTEST   ;
207D C3 2034  GONORM: JP   NORMAL     ;TO NORMAL OPERATION
2080 CD 20E9  JTSET:  CALL TSET       ;TIME SET
2083 18 F8            JR   GONORM     ;
2085 CD 20AD  JYMDS:  CALL YMDSET     ;YEAR MONTH DATE SET
2088 18 F3            JR   GONORM     ;
208A CD 219F  JPRTT:  CALL PRTTES     ;PRINTER TEST
208D 18 EE            JR   GONORM     ;
208F CD 2215  JLNFD:  CALL LNFEED     ;LINE FEED
2092 18 E9            JR   GONORM     ;
2094 CD 24A5  JDUMP:  CALL DUMPDA     ;DUMP ALL DATA
2097 18 E4            JR   GONORM     ;
2099 CD 2218  JFEEDF: CALL FEEDFO     ;FEED FORWARD
209C 18 DF            JR   GONORM     ;
209E CD 2546  JALARM: CALL ALARM      ;ALARM OFF
20A1 18 DA            JR   GONORM     ;
20A3 CD 2547  JMAST:  CALL MASTT      ;MASTER TEST
20A6 18 D5            JR   GONORM     ;
20A8 CD 2548  JUTEST: CALL UTEST      ;UNIT TEST
20AB 18 D0            JR   GONORM     ;
                      ;
                      ;THIS PROGRAM SET YEAR,MONTH AND DATE.
                      ;AND STORE AT 180CH,180BH AND 180AH.
                      ;IF SET VALUE ERROR THIS PROGRAM
                      ;WILL BE REPEATED AGAIN.
                      ;
                      ;
20AD 11 180C  YMDSET: LD   DE,YSAVE   ;YEAR STORED AT 180CH
20B0 21 217C  YSET:   LD   HL,YPATT   ;LOAD PATTERN OF YEAR
20B3 CD 2118          CALL ENTER      ;TO DISPLAY BUFFER
                      ;
20B6 11 180B  MSET:   LD   DE,MSAVE   ;MONTH SAVED AT 180BH
20B9 21 2180          LD   HL,MPATT   ;LOAD MONTH PATTERN
20BC CD 2118          CALL ENTER      ;TO DISPLAY BUFFER
                      ;
20BF 11 180A  DSET:   LD   DE,DSAVE   ;DATE SAVED AT 180AH
20C2 21 2184          LD   HL,DPATT   ;LOAD DAY PATTERN
20C5 CD 2118          CALL ENTER      ;TO DISPLAY BUFFER

20C8 CD 20CE          CALL YMDERR     ;CHECK DATA ERROR ?
20CB 38 E0            JR   C,YMDSET   ;C=1 ERROR
20CD C9               RET             ;C=0 NO ERROR.
                      ;
                      ;
                      ;PROGRAM CHECKS DATA OF YEAR MONTH DATE
                      ;CORRECT OR NOT.
                      ;C=1 DATA ERROR, C=0 DATA NO ERROR.
                      ;
                      ;
20CE 47         YMDERR: LD   B,A      ;SAVE A REG.
20CF 3A 180A          LD   A,(DSAVE)  ;LOAD DAY DATA
20D2 FE 00            CP   00H        ;DATE = 00 ?
20D4 28 12            JR   Z,ERROR    ;
20D6 C6 CE            ADD  A,0CEH     ;DATE MORE THAN 31 ?
20D8 38 0E            JR   C,ERROR    ;
20DA 3A 1808          LD   A,(MSAVE)  ;LOAD MONTH DATA
20DD FE 00            CP   00H        ;MONTH = 00 ?
20DF 28 07            JR   Z,ERROR    ;
20E1 C6 D8            ADD  A,0D8H     ;MONTH MORE THAN 12 ?
20E3 38 03            JR   C,ERROR    ;
20E5 AF               XOR  A          ;C=0 NO ERROR
20E6 78               LD   A,B        ;RESTORE A REG.
20E7 C9               RET             ;
20E8 37         ERROR:  SCF           ;
20E9 78               LD   A,B        ;C=1 ERROR
20EA C9               RET             ;
                      ;
                      ;
                      ;PROGRAM SET HOUR AND MINUTE.
                      ;THEN SAVE AT 1809H AND 1808H.
                      ;IF DATA ERROR THE PROGRAM
                      ;WILL BE REPEATED AGAIN.
                      ;
                      ;
20EB 11 1809  TSET:   LD   DE,HSAV    ;HOUR SAVE IN SET MODE
20EE 21 2188  HSET:   LD   HL,HPATT   ;LOAD HOUR PATTERN
20F1 CD 2118          CALL ENTER      ;
                      ;
20F4 11 1808  MISET:  LD   DE,MISAV   ;MIN. SAVE IN SET MODE
20F7 21 218C          LD   HL,MIPATT  ;LOAD MINUTE PATTERN
20FA CD 2118          CALL ENTER      ;
20FD CD 2106          CALL TERR       ;CHECK TIME ERROR ?
2100 38 E9            JR   C,TSET     ;C=1 ERROR
2102 CD 214D          CALL FAST       ;C=0 NO ERROR ,
                                      ;SET FAST MODE CLOCK
2105 C9               RET             ;
                      ;
                      ;
                      ;PROGRAM CHECKS TIME DATA CORRECT ?
                      ;C=0 IF DATA NO ERROR
                      ;C=1 IF DATA ERROR
                      ;
                      ;
2106 47         TERR:   LD   B,A      ;SAVE A REG.
2107 3A 1808          LD   A,(MISAV)  ;LOAD MINUTE SAVE
210A C6 A0            ADD  A,0A0H     ;MORE THAN 59 ?
210C 38 08            JR   C,TERR1    ;
210E 3A 1809          LD   A,(HSAV)   ;LOAD HOUR SAVE
                                      ;IN SET MODE
2111 C6 DC            ADD  A,0DCH     ;MORE THAN 23 ?
2113 38 01            JR   C,TERR1    ;
2115 AF               XOR  A          ;C=0 NO ERROR
2116 78         TERR1:  LD   A,B      ;RESTORE A REG.
2117 C9               RET             ;
                      ;
                      ;
                      ;PROGRAM GETS DATA FROM KEYBOARD.
                      ;SAVES  DATA IN MEMORY POINTED BY DE.
                      ;DISPLAYS PATTERN AND DATA.
                      ;
                      ;
2118 D5         ENTER:  PUSH DE       ;STORE ADDRESS
2119 11 1802          LD   DE,1802H   ;MOVE PATTERN
                                      ;TO DISP. BUFFER
211C 01 0004          LD   BC,04H     ;
211F ED B0            LDIR            ;
2121 D1               POP  DE         ;RESTORE ADDRESS
2122 1A         DISNEW: LD   A,(DE)   ;LOAD DATA
2123 21 1800          LD   HL,DISBUFF ;AND CHANGE IT
                                      ;TO DISPLAY FORMAT
2126 CD 229D          CALL HEX7SG     ;
2129 D5               PUSH DE         ;
212A DD 21 1800 NOKE: LD   IX,DISBUFF ;SCAN DISPLAY
                                      ;AT DISPLAY BUFFER
212E CD 2245          CALL SCAN       ;
2131 38 F7            JR   C,NOKE     ;C=1 NO KEY PRESSED
2133 CD 22B9          CALL KEYMAP     ;FIND KEY NO.
2136 CD 2190          CALL COMDA      ;CHECK COMMAND OR DATA
2139 30 EF            JR   NC,NOKE    ;C=0 COMMAND
213B FE 19            CP   19H        ;ENTER KEY ?
213D D1               POP  DE         ;
213E 28 0C            JR   Z,ENTP     ;
2140 47               LD   B,A        ;GET NEW DATA
2141 1A               LD   A,(DE)     ;LOAD OLD DATA
2142 E6 0F            AND  0FH        ;COMBINE NEW
2144 07               RLCA            ;AND OLD DATA
2145 07               RLCA            ;
2146 07               RLCA            ;
2147 07               RLCA            ;
2148 80               ADD  A,B        ;
2149 12               LD   (DE),A     ;STORE COMBINED DATA
214A 18 D6            JR   DISNEW     ;WAIT MORE KEY
214C C9         ENTP:   RET           ;
                      ;
                      ;
                      ;PROGRAM SETS CLOCK IC FAST SET MODE.
                      ;STOPS WHEN CLOCK TIME EQUAL SET TIME.
                      ;
                      ;
214D 3E 0C      FAST:   LD   A,0CH    ;SET TO FAST MODE
```

```
214F  D3 03          OUT  (03H),A  ;
2151  CD 2162        CALL NOTT     ;CHECK HOUR EQUAL ?
2154  CD 216F        CALL NOTT1    ;CHECK MINUTE EQUAL ?
2157  CD 2162        CALL NOTT     ;CHECK HOUR EQUAL ?
215A  CD 216F        CALL NOTT1    ;CHECK MINUTE EQUAL ?
215D  3E 0D          LD   A,0DH    ;STOP FAST MODE
215F  D3 03          OUT  (03H),A  ;
2161  C9            RET
                     ;
2162  CD 22C8 NOTT:  CALL CLOCK1   ;COMPARE HOUR
2165  3A 1807        LD   A,(HSAVE) ;BETWEEN REAL DATA
2168  21 1809       LD   HL,HSAV  ;AND SET DATA
216B  BE             CP   (HL)
216C  20 F4          JR   NZ,NOTT  ;IF NOT TRY AGAIN
216E  C9             RET
216F  CD 22C8 NOTT1: CALL CLOCK1   ;COMPARE MINUTE
2172  3A 1806        LD   A,(MISAVE) ;BETWEEN REAL DATA
2175  21 1808       LD   HL,MISAV ;AND SET DATA
2178  BE             CP   (HL)     ;
2179  20 F4          JR   NZ,NOTT1 ;IF NOT TRY AGAIN
217B  C9             RET
                     ;
                     ;THE PATTERN OF YEAR MONTH DATE SET.
                     ;
217C  03       YPATT: DB   03H      ;R
217D  3F             DB   3FH      ;A
217E  8F             DB   8FH      ;E
217F  86             DB   086H     ;Y
                     ;
2180  87       MPATT: DB   87H      ;T
2181  23             DB   23H      ;N
2182  A3             DB   0A3H     ;O
2183  28             DB   28H      ;M
                     ;
2184  00       DPATT: DB   00H      ;BLANK
2185  86             DB   086H     ;Y
2186  3F             DB   3FH      ;A
2187  83             DB   083H     ;D
                     ;
                     ;
                     ;THE PATTERN OF HOUR AND MINUTE SET.
                     ;
2188  03       HPATT: DB   03H      ;R
2189  85             DB   085H     ;U
218A  A3             DB   0A3H     ;O
218B  37             DB   37H      ;H
                     ;
218C  00       MIPATT: DB  00H      ;BLANK
218D  23             DB   23H      ;N
218E  02             DB   2H ;I
218F  28             DB   28H      ;M
                     ;
                     ;
```

```
                     ;THIS PROGRAM CHECKS PRESSED KEY.
                     ;IF C=0 COMMAND KEY.
                     ;IF C=1 DATA KEY.
                     ;
                     ;
2190  47       COMDA: LD   B,A      ;SAVE A REG.
2191  FE 19          CP   19H      ;ENTER KEY ?
2193  28 07          JR   Z,DATA   ;
2195  C6 F6          ADD  A,0F6H   ;MORE THAN 09
2197  30 03          JR   NC,DATA  ;IS COMMAND KEY
2199  AF             XOR  A        ;CLEAR CARRY
219A  78             LD   A,B
219B  C9             RET           ;C=0 COMMAND
219C  78       DATA:  LD   A,B
219D  37             SCF           ;SET CARRY
219E  C9             RET           ;C=1 DATA
                     ;
                     ;
                     ;PROGRAM TESTS IF PRINTER CONNECTED.
                     ;IF NOT IT WILL DISPLAY "PRNT OF".
                     ;IF PRINTER IS CONNECTED
                     ;WILL PRINT TEST PATTERN.
                     ;
                     ;
219F  3A 6000  PRTTES: LD  A,(6000H) ;CHECK PRINTER'S ROM
21A2  FE 31          CP   31H      ;
21A4  28 1C          JR   Z,PRNCON ;IF CONNECTED
                                   ;PRINT PATTERN
21A6  21 21CA        LD   HL,PRNTOF ;LOAD "PRNT OF"
                                   ;TO DIS. BUFFER
21A9  11 1800        LD   DE,DISBUFF ;DISPLAY BUFFER
21AC  01 0006        LD   BC,06H   ;
21AF  ED B0          LDIR
21B1  06 06          LD   B,06H    ;SHOW ERROR 6 TIMES
21B3  C5       PRTERR: PUSH BC
21B4  DD 21 1800     LD   IX,DISBUFF ;SCAN THAT PATTERN
21B8  CD 2245        CALL SCAN
21BB  CD 2228        CALL SOUND    ;ALARM PRINTER NOT READY
21BE  C1             POP  BC
21BF  10 F2          DJNZ PRTERR
21C1  C9             RET
                     ;
21C2  DD 21 21D0 PRNCON: LD  IX,ASCII ;PRINT TEST PATTERN
21C6  CD 65AC        CALL 65ACH
21C9  C9             RET
                     ;
                     ;THIS IS THE "PRNT OF" PATTERN.
                     ;
21CA  0F       PRNTOF: DB   0FH      ;F
21CB  A3               DB   0A3H     ;O
21CC  87               DB   87H      ;T
21CD  23               DB   23H      ;N
21CE  03               DB   03H      ;R
21CF  1F               DB   1FH      ;P
```

```
                     ;
                     ;THIS IS THE TEST PATTERN.
                     ;
21D0  0A       ASCII:  DB   0AH      ;LINE FEED
21D1  21               DB   21H      ;!
21D2  22               DB   22H      ;"
21D3  23               DB   23H      ;#
21D4  24               DB   24H      ;$
21D5  25               DB   25H      ;%
21D6  26               DB   26H      ;&
21D7  27               DB   27H      ;'
21D8  28               DB   28H      ;(
21D9  29               DB   29H      ;)
21DA  2A               DB   2AH      ;*
21DB  2B               DB   2BH      ;+
21DC  2C               DB   2CH      ;,
21DD  2D               DB   2DH      ;-
21DE  2E               DB   2EH      ;.
21DF  2F               DB   2FH      ;/
21E0  0A               DB   0AH      ;LINE FEED
21E1  30               DB   30H      ;0
21E2  31               DB   31H      ;1
21E3  32               DB   32H      ;2
21E4  33               DB   33H      ;3
21E5  34               DB   34H      ;4
21E6  35               DB   35H      ;5
21E7  36               DB   36H      ;6
21E8  37               DB   37H      ;7
21E9  38               DB   38H      ;8
21EA  39               DB   39H      ;9
21EB  3A               DB   3AH      ;:
21EC  3B               DB   3BH      ;;
21ED  3C               DB   3CH      ;<
21EE  3D               DB   3DH      ;=
21EF  3E               DB   3EH      ;>
21F0  3F               DB   3FH      ;?
21F1  0A               DB   0AH      ;LINE FEED
21F2  40               DB   40H      ;@
21F3  41               DB   41H      ;A
21F4  42               DB   42H      ;B
21F5  43               DB   43H      ;C
21F6  44               DB   44H      ;D
21F7  45               DB   45H      ;E
21F8  46               DB   46H      ;F
21F9  47               DB   47H      ;G
21FA  48               DB   48H      ;H
21FB  49               DB   49H      ;I
21FC  4A               DB   4AH      ;J
21FD  4B               DB   4BH      ;K
21FE  4C               DB   4CH      ;L
21FF  4D               DB   4DH      ;M
2200  4E               DB   4EH      ;N
2201  4F               DB   4FH      ;O
2202  0A               DB   0AH      ;LINE FEED
```

```
2203  50          .....     DB   50H      ;P
2204  51                    DB   51H      ;Q
2205  52                    DB   52H      ;R
2206  53                    DB   53H      ;S
2207  54                    DB   54H      ;T
2208  55                    DB   55H      ;U
2209  56                    DB   56H      ;V
220A  57                    DB   57H      ;W
2208  58                    DB   58H      ;X
220C  59                    DB   59H      ;Y
220D  5A                    DB   5AH      ;Z
220E  5B                    DB   5BH      ;[
220F  5C                    DB   5CH      ;\
2210  5D                    DB   5DH      ;^
2211  5E                    DB   5EH      ;_
2212  5F                    DB   5FH      ;SPACE
2213  0A                    DB   0AH      ;LINE FEED
2214  0D                    DB   0DH      ;CARRIAGE RETURN
                            ;
                            ;THIS PROGRAM SERVICES LINEFEED KEY.
                            ;
2215  F5          LNFEED:   PUSH AF       ;SAVE REG.
2216  CD 63C4               CALL 63C4H    ;LINE FEED
2219  F1                    POP  AF       ;RESTORE REG.
221A  C9                    RET
                            ;
                            ;*************************************
                            ;THIS PROGRAM SERVICES FEED FORWARD KEY.
                            ;*************************************
                            ;
2218  CD 63C4     FEEDFO:  CALL 63C4H     ;LINE FEED
221E  DD 21 1800   SEC1:    LD   IX,DISBUFF ;
2222  CD 225C               CALL SCAN1    ;
2225  30 F4                 JR   NC,FEEDFO ;
2227  C9                    RET
                            ;
                            ;THIS PROGRAM GENERATES 320HZ FOR 1 SEC.
                            ;
2228  0E D3      SOUND:    LD   C,0D3H     ;320 HZ
222A  21 0008               LD   HL,0008H ;1 SEC.
222D  CD 2233               CALL TONE
2230  C9                    RET
                            ;
                            ;THIS PROGRAM GENERATES SOUND BY
                            ;C PERIOD = 2*(44+13*C)CLOCK STATES.
                            ;HL NUMBER OF PERIODS.
                            ;
2231  0E 41      TONE1K:   LD   C,41H      ;1 KHZ
2233  29          TONE:     ADD  HL,HL
2234  11 0001               LD   DE,1
2237  3E FF                 LD   A,0FFH
2239  D3 02      SOWAVE:   OUT  (02H),A  ;OUT TO BIT 7
223B  41                    LD   B,C
223C  10 FE       WAVE:     DJNZ WAVE
223E  EE 80                 XOR  80H      ;TOGGLE OUTPUT
2240  ED 52                 SBC  HL,DE    ;DECREMENT ONE COUNT
2242  20 F5                 JR   NZ,SOWAVE
2244  C9                    RET
                            ;
                            ;PROGRRAM SCANS KEYBOARD AND DISPLAY.
                            ;INPUTS DATA FROM CLOCK EVERY 0.25 SEC.
                            ;DISPLAY BUFFER IS 1800H TO 1805H.
                            ;
2245  DD E5      SCAN:     PUSH IX       ;SAVE IX
2247  06 04     SCPRE:    LD   B,04H    ;DELAY 40 MSEC.
                            ;FOR DEBOUNCING
2249  CD 225C    SCNX:     CALL SCAN1    ;
224C  30 F9                 JR   NC,SCPRE ;IF ANY KEY IS PRESSED ,
                            ;RELOAD
224E  10 F9                 DJNZ SCNX     ;
2250  DD E1                 POP  IX       ;RESTORE IX
                            ;
2252  06 40                 LD   B,40H    ;TIME DISPLAY
                            ;THEN GET CLOCK DATA
2254  CD 225C    SCLOOP:   CALL SCAN1    ;DISPLAY & SCAN KEYBOARD
2257  30 02                 JR   NC,NOLOOP ;KEY PRESSED
2259  10 F9                 DJNZ SCLOOP   ;NO KEY PRESSED
225B  C9          NOLOOP:   RET
                            ;
                            ;PROGRAM SCANS DISPLAY AND KEYBOARD.
                            ;KEYBOARD VALUE RETURNED IN A.
                            ;C=1 NO KEY PRESSED
                            ;C=0 KEY PRESSED
                            ;
225C  37          SCAN1:    SCF           ;SET CARRY FLAG
225D  08                    EX   AF,AF'
225E  D9                    EXX
225F  0E 00                 LD   C,00H    ;INITIAL POSITION CODE
2261  1E C1                 LD   E,11000001B ;SCAN FROM
                            ;RIGHTMOST DIGIT
2263  26 06                 LD   H,06H    ;TO THE ACTIVE COLUMN
2265  DD 7E 00   KCOL:     LD   A,(IX)
2268  D3 01                 OUT  (01H),A
226A  7B                    LD   A,E      ;ACTIVATE 1 COLUMN
226B  D3 02                 OUT  (02H),A
226D  06 C9                 LD   B,0C9H   ;DELAY 1.5 MSEC./ DIGIT
226F  10 FE       D1.5:     DJNZ D1.5
2271  AF                    XOR  A        ;DEACTIVATE ALL SEGMENTS
2272  D3 01                 OUT  (01H),A
2274  7B                    LD   A,E
2275  2F                    CPL
2276  F6 C0                 OR   11000000B
2278  D3 02                 OUT  (02H),A
227A  06 06                 LD   B,06H    ;EACH COLUMN HAS 6
227C  DB 00                 IN   A,(00H)  ;A CONTAIN STATUS
                            ;OF ACTIVE COL
227E  57                    LD   D,A      ;STORE IN D
227F  CB 1A       KROW:     RR   D        ;ROTATE 1 BIT
                            ;BIT 0 ROTATE
2281  38 02                 JR   C,NOKEY
2283  79                    LD   A,C      ;KEY IN ,
                            ;GET KEY POSITION
2284  08                    EX   AF,AF'   ;SAVE A&CARRY IN AF'
2285  0C          NOKEY:    INC  C        ;INCREASE CURRENT
                            ;KEY CODE BY 1
2286  10 F7                 DJNZ KROW     ;LOOP UNTIL 6 KEYS
                            ;ALL CHECKED
2288  DD 23                 INC  IX
228A  7B                    LD   A,E
228B  E6 3F                 AND  00111111B
228D  CB 07                 RLC  A
228F  F6 C0                 OR   11000000B
2291  5F                    LD   E,A
2292  25                    DEC  H
2293  20 D0                 JR   NZ,KCOL
2295  11 FFFA               LD   DE,-6
2298  DD 19                 ADD  IX,DE    ;GET ORIGINAL IX
229A  D9                    EXX
229B  08                    EX   AF,AF'
229C  C9                    RET
                            ;
                            ;PROGRAM CONVERTS BINARY DATA IN A RE
                            ;TO 7 SEGMENTS DISPLAY.
                            ;CONVERTED DATA STORE IN BUFFER
                            ;WHICH POINTED BY HL.
                            ;
229D  F5          HEX7SG:   PUSH AF
229E  CD 22AE               CALL HEX7
22A1  77                    LD   (HL),A
22A2  23                    INC  HL
22A3  F1                    POP  AF
22A4  0F                    RRCA
22A5  0F                    RRCA
22A6  0F                    RRCA
22A7  0F                    RRCA
22A8  CD 22AE               CALL HEX7
22AB  77                    LD   (HL),A
22AC  23                    INC  HL
22AD  C9                    RET
                            ;
                            ;PROGRAM CONVERTS BINARY DATA
                            ;TO 7-SEGMENTS DISPLAY FORMAT.
                            ;LSB 4 BITS CONTAINS THE BINARY DATA.
                            ;DISPLAY PATTERN FOR 1 DIGIT
                            ;WHICH STORED IN A REG.
```

```
                        ;
                        ;
22AE  E5        HEX7:   PUSH HL
22AF  21 2357           LD   HL,SEGTAB
22B2  E6 0F             AND  0FH
22B4  85                ADD  A,L
22B5  6F                LD   L,A
22B6  7E                LD   A,(HL)
22B7  E1                POP  HL
22B8  C9                RET
                        ;
                        ;
                        ;PROGRAM FINDS KEY NO. BY LOOKING
                        ;AT TABLE AND VALUE RETURNED IN A REG.
                        ;
                        ;
22B9  F5        KEYMAP: PUSH AF          ;STORE REG.
22BA  21 0020           LD   HL,20H      ;0.25 SEC.
22BD  CD 2231           CALL TONE1K      ;GENERATE SOUND
22C0  F1                POP  AF          ;RESTORE REG.
22C1  21 2333           LD   HL,KEYTAB   ;LOOK.TABLE
22C4  85                ADD  A,L
22C5  6F                LD   L,A
22C6  7E                LD   A,(HL)      ;SAVED VALUE IN A REG.
22C7  C9                RET
                        ;
                        ;PROGRAM DETECTS DATA FROM CLOCK.
                        ;REAL MINUTE STORED IN 1806 (MISAVE)
                        ;     AND DISPLAY FORMAT IN DIS.BUFFER.
                        ;REAL HOUR STORED IN 1807H (HSAVE)
                        ;     AND DISPLAY FORMAT IN DIS.BUFFER.
                        ;SET 2 LEFTMOST DIGITS TO BLANK.
                        ;
                        ;
22C8  D3 C0     CLOCK1: OUT  (0C0H),A    ;SEND STROBE TO PIO A
22CA  DB 30             IN   A,(080H)    ;INPUT FROM CLOCK
22CC  CB 47             BIT  0,A         ;CHECK MINUTE DIGIT 1
22CE  28 F8             JR   Z,CLOCK1
22D0  D3 C0             OUT  (0C0H),A    ;STROBE
22D2  DB 80             IN   A,(080H)    ;IN DATA
22D4  E6 F0             AND  0F0H
22D6  07                RLCA
22D7  07                RLCA
22D8  07                RLCA
22D9  07                RLCA
22DA  F5                PUSH AF
22DB  D3 C0     CLOCK2: OUT  (0C0H),A    ;STROBE
22DD  DB 80             IN   A,(080H)    ;CHECK MINUTE DIGIT 2
22DF  CB 4F             BIT  1,A
22E1  28 F8             JR   Z,CLOCK2
22E3  D3 C0             OUT  (0C0H),A    ;STROBE
22E5  DB 80             IN   A,(080H)    ;IN DATA
22E7  E6 F0             AND  0F0H
22E9  47                LD   B,A
22EA  F1                POP  AF
22EB  80                ADD  A,B
22EC  32 1806           LD   (MISAVE),A  ;STORE MINUTE DATA
22EF  21 1800           LD   HL,DISBUFF  ;CONVERT TO
22F2  CD 229D           CALL HEX7SG      ;DISPLAY FORMAT
22F5  D3 C0     CLOCK3: OUT  (0C0H),A    ;STROBE
22F7  DB 80             IN   A,(080H)    ;CHECK DIGIT HOUR 1
22F9  CB 57             BIT  2,A
22FB  28 F8             JR   Z,CLOCK3
22FD  D3 C0             OUT  (0C0H),A    ;STROBE
22FF  DB 80             IN   A,(080H)    ;IN DATA
2301  E6 F0             AND  0F0H
2303  07                RLCA
2304  07                RLCA
2305  07                RLCA
2306  07                RLCA
2307  5F                LD   E,A
2308  D3 C0     CLOCK4: OUT  (0C0H),A    ;STROBE
230A  DB 80             IN   A,(080H)
230C  CB 5F             BIT  3,A         ;CHECK DIGIT HOUR 2
230E  28 F8             JR   Z,CLOCK4
2310  D3 C0             OUT  (0C0H),A    ;STROBE
2312  DB 80             IN   A,(080H)    ;IN DATA
2314  E6 F0             AND  0F0H
2316  83                ADD  A,E
2317  32 1807           LD   (HSAVE),A   ;STORE HOUR DATA
231A  21 1802           LD   HL,1802H    ;AND CONVERT TO
231D  CD 229D           CALL HEX7SG      ;DISPLAY FORMAT
2320  3A 1807           LD   A,(HSAVE)   ;CHECK LEFT HOUR DIGIT
2323  E6 F0             AND  0F0H        ;
2325  20 04             JR   NZ,BLANK2   ;
2327  AF                XOR  A           ;IF HOUR=0TO9
2328  32 1803           LD   (1803H),A   ;BLANK LEFT HOUT
                        ;
232B  AF        BLANK2: XOR  A
232C  21 1804           LD   HL,1804H    ;BLANK 2
232F  77                LD   (HL),A      ;MOSTLEFT DIGITS
2330  23                INC  HL
2331  77                LD   (HL),A
2332  C9                RET
                        ;
                        ;
                        ;KEY-POSITION-CODE TO
                        ;KEY-INTERNAL-CODE CONVERSION TABLE
                        ;
                        ;
2333  03       KEYTAB: DB   03H         ;3
2334  07               DB   07H         ;7
2335  0B               DB   0BH         ;B
2336  0F               DB   0FH         ;F
2337  20               DB   20H         ;NOT USED
2338  21               DB   21H         ;NOT USED
2339  02               DB   02H         ;2
233A  06               DB   06H         ;6
233B  0A               DB   0AH         ;A
233C  0E               DB   0EH         ;E
233D  22               DB   22H         ;NOT USED
233E  23               DB   23H         ;NOT USED
233F  01               DB   01H         ;1
2340  05               DB   05H         ;5
2341  09               DB   09H         ;9
2342  0D               DB   0DH         ;D
2343  13               DB   13H         ;STEP
2344  1F               DB   1FH         ;TAPERD
2345  00               DB   00H         ;0
2346  04               DB   04H         ;4
2347  08               DB   08H         ;8
2348  0C               DB   0CH         ;C
2349  12               DB   12H         ;GO
234A  1E               DB   1EH         ;TAPEWR
234B  1A               DB   1AH         ;CBR
234C  1B               DB   1BH         ;PC
234D  1B               DB   1BH         ;REG
234E  19               DB   19H         ;ADDR
234F  17               DB   17H         ;DEL
2350  1D               DB   1DH         ;RELA
2351  15               DB   15H         ;SBR
2352  11               DB   11H         ;-
2353  14               DB   14H         ;DATA
2354  10               DB   10H         ;+
2355  16               DB   16H         ;INS
2356  1C               DB   1CH         ;MOVE
                        ;
                        ;
                        ;THIS IS THE DISPLAY FORMAT CODE.
                        ;
                        ;
2357  BD       SEGTAB: DB   0BDH        ;0
2358  30               DB   30H         ;1
2359  9B               DB   9BH         ;2
235A  BA               DB   0BAH        ;3
235B  36               DB   36H         ;4
235C  AE               DB   0AEH        ;5
235D  AF               DB   0AFH        ;6
235E  38               DB   38H         ;7
235F  BF               DB   0BFH        ;8
2360  BE               DB   0BEH        ;9
2361  3F               DB   3FH         ;A
2362  A7               DB   0A7H        ;B
2363  8D               DB   08DH        ;C
2364  B3               DB   0B3H        ;D
2365  8F               DB   08FH        ;E
2366  0F               DB   0FH         ;F
                        ;
                        ;
                        ;ADJUST DATE ROUTINE.
                        ;
                        ;
2367  3A 1807  ADJD:   LD A,(HSAVE)     ;GET HOURS
236A  FE 24             CP 24H
236C  C0                RET NZ
236D  3A 1806           LD A,(MISAVE)   ;CHECK MINUTES
2370  FE 00             CP 00H
```

```
2372  28 08        JR Z,INCDAY     ;24:00 INC DAY
2374  FE 01        CP 01H
2376  C0           RET NZ
2377  AF           XOR A
2378  32 1811      LD (1811H),A    ;DAY INC READY
237B  C9           RET
237C  3A 1811  INCDAY: LD A,(1811H)  ;DAY INC READY?
237F  FE AA        CP 0AAH
2381  C8           RET Z
2382  3A 180A      LD A,(DSAVE)    ;GET OLD DATE.
2385  3C           INC A
2386  B7           OR A
2387  27           DAA
2388  32 180A      LD (DSAVE),A    ;SAVE NEW DAY
238B  21 23C1      LD HL,MONLST    ;HAS THIS MONTH
238E  3A 1808      LD A,(MSAVE)    ;ANY DATE?
2391  85           ADD A,L
2392  6F           LD L,A
2393  7E           LD A,(HL)
2394  47           LD B,A
2395  3A 180A      LD A,(DSAVE)
2398  98           SBC A,B
2399  38 20        JR C,SETSTS     ;NOT OVER.
239B  3E 01    INCMON: LD A,01H    ;SET DATE 01
239D  32 180A      LD (DSAVE),A
23A0  3A 1808      LD A,(MSAVE)
23A3  3C           INC A
23A4  B7           OR A
23A5  27           DAA
23A6  32 1808      LD (MSAVE),A
23A9  DE 12        SBC A,12H       ;OVER 12 MONTHS?
23AB  38 0E        JR C,SETSTS
23AD  3A 180C  INCYEAR:LD A,(YSAVE)
23B0  B7           OR A
23B1  3C           INC A
23B2  27           DAA
23B3  32 180C      LD (YSAVE),A
23B6  3E 01        LD A,01H
23B8  32 1808      LD (MSAVE),A
23BB  3E AA    SETSTS: LD A,0AAH
23BD  32 1811      LD (1811H),A
23C0  C9           RET
                   ;
23C1  00       MONLST: DB      00H
23C2  31               DB      31H     ;JAN
23C3  28               DB      28H     ;FEB
23C4  31               DB      31H     ;MACH
23C5  30               DB      30H     ;APR
23C6  31               DB      31H     ;MAY
23C7  30               DB      30H     ;JUN
23C8  31               DB      31H     ;JUL
23C9  31               DB      31H     ;AUG
23CA  30               DB      30H     ;SEP
23CB  31               DB      31H     ;OCT
23CC  30               DB      30H     ;NOV
23CD  31               DB      31H     ;DEC
                   ;
                   ;PRINT DATE ROUTINE
                   ;
23CE  21 23F8  PDATE:  LD HL,PDLIST    ;GET PATTERN
23D1  11 1820          LD DE,PBUFF     ;TO PRINTER BUFFER
23D4  01 0010          LD BC,0010H
23D7  ED B0            LDIR
23D9  11 1825          LD DE,PBUFF+5   ;INSERT DATE
23DC  3A 180A          LD A,(DSAVE)
23DF  CD 63A0          CALL 63A0H
23E2  13               INC DE          ;INSERT MONTH
23E3  3A 1808          LD A,(MSAVE)
23E6  CD 63A0          CALL 63A0H
23E9  13               INC DE          ;INSERT YEAR
23EA  3A 180C          LD A,(YSAVE)
23ED  CD 63A0          CALL 63A0H
23F0  DD 21 1820       LD IX,PBUFF     ;PRINT
23F4  CD 65AC          CALL 65ACH
23F7  C9               RET
                   ;
23F8  0A       PDLIST: DB      0AH
23F9  44               DB      44H     ;D
23FA  41               DB      41H     ;A
23FB  54               DB      54H     ;T
23FC  45               DB      45H     ;E
23FD  5F               DB      5FH
23FE  5F               DB      5FH
23FF  5F               DB      5FH
2400  2F               DB      2FH     ;/
2401  5F               DB      5FH
2402  5F               DB      5FH
2403  2F               DB      2FH     ;/
2404  5F               DB      5FH
2405  5F               DB      5FH
2406  0A               DB      0AH
2407  0D               DB      0DH
2408  0D               DB      0DH
                   ;
                   ;
                   ;DATA SAVE IN CODE SAVE MEMORY
                   ;
                   ;
2409  2A 180E  DATSAV: LD HL,(CSAVE)   ;GET ADD.
240C  11 1820        LD DE,PBUFF
240F  1A       CONSAV: LD A,(DE)
2410  FE 0D            CP 0DH          ;END OF PATTERN?
2412  28 05            JR Z,XYZ1
2414  77               LD (HL),A
2415  23               INC HL
2416  13               INC DE
2417  18 F6            JR CONSAV
2419  77       XYZ1:   LD (HL),A
241A  23               INC HL
241B  22 180E          LD (CSAVE),HL
241E  C9               RET
                   ;
                   ;PRINT TIME ROUTINE
                   ;
241F  21 2442  PTIME:  LD HL,PTLST     ;GET PATTERN
2422  11 1820          LD DE,PBUFF     ;SAVE IN PRINT BUFF
2425  01 000D          LD BC,000DH
2428  ED B0            LDIR
242A  11 1825          LD DE,PBUFF+5   ;INSERT HOUR.
242D  3A 1807          LD A,(HSAVE)
2430  CD 63A0          CALL 63A0H
2433  13               INC DE          ;INSERT MINUTE
2434  3A 1806          LD A,(MISAVE)
2437  CD 63A0          CALL 63A0H
243A  DD 21 1820       LD IX,PBUFF
243E  CD 65AC          CALL 65ACH      ;PRINT
2441  C9               RET
                   ;
2442  0A       PTLST: DB      0AH
2443  54               DB      54H     ;T
2444  49               DB      49H     ;I
2445  4D               DB      4DH     ;M
2446  45               DB      45H     ;E
2447  5F               DB      5FH
2448  5F               DB      5FH
2449  5F               DB      5FH
244A  3A               DB      3AH     ;:
244B  5F               DB      5FH
244C  5F               DB      5FH
244D  0A               DB      0AH
244E  0D               DB      0DH
                   ;
                   ;CLEAR MEMORY ROUTINE
                   ;
244F  21 1850  CLRMEM: LD HL,1850H     ;BGN.OF ADD STORE
2452  22 180E          LD (CSAVE),HL
2455  DD 21 2475       LD IX,CLEAR
2459  CD 65AC          CALL 65ACH      ;PRINT "CLEAR"
245C  21 2475          LD HL,CLEAR
245F  ED 5B 180E       LD DE,(CSAVE)
2463  01 0008          LD BC,0008H
2466  ED B0            LDIR
2468  CD 241F          CALL PTIME      ;PRINT TIME
246B  CD 2409          CALL DATSAV     ;SAVE TIME
246E  CD 23CE          CALL PDATE      ;PRINT DATE
2471  CD 2409          CALL DATSAV     ;SAVE DATE
2474  C9               RET
                   ;
2475  0A       CLEAR: DB      0AH
2476  43               DB      43H     ;C
```

```
2477  4C                    DB      4CH     ;L
2478  45                    DB      45H     ;E
2479  41                    DB      41H     ;A
247A  52                    DB      52H     ;R
247B  0A                    DB      0AH
247C  0D                    DB      0DH
                            ;
                            ;
                            ;SHOW DATE,TIME WHEN RESET
                            ;
                            ;
247D  DD 21 249D  SHOW:     LD IX,RESET     ;PRINT RESET
2481  CD 65AC               CALL 65ACH
2484  21 249D               LD HL,RESET     ;SAVE RESET
2487  ED 5B 180E            LD DE,(CSAVE)
248B  01 0008               LD BC,0008H
248E  ED B0                 LDIR
2490  CD 241F               CALL PTIME      ;PRINT TIME
2493  CD 2409               CALL DATSAV     ;SAVE TIME
2496  CD 23CE               CALL PDATE      ;PRINT DATE
2499  CD 2409               CALL DATSAV     ;SAVE DATE

249C  C9                    RET
                            ;
249D  0A            RESET:  DB      0AH
249E  52                    DB      52H     ;R
249F  4C                    DB      4CH     ;E
24A0  53                    DB      53H     ;S
24A1  45                    DB      45H     ;E
24A2  54                    DB      54H     ;T
24A3  0A                    DB      0AH
24A4  0D                    DB      0DH
                            ;
                            ;DUMP DATA FROM CODE SAVE
                            ;
                            ;
24A5  FD 21 1B50  DUMPDA:   LD IY,1B50H     ;BGN OF DATA
24A9  11 071C     P4:       LD DE,1820
24AC  2A 180E     P3:       LD HL,(CSAVE)   ;END OF DATA
24AF  FD E5                 PUSH IY
24B1  C1                    POP BC
24B2  ED 42                 SBC HL,BC       ;FIND END OF DATA
24B4  28 1D                 JR Z,P5         ;GOTO PRINT "END"
24B6  FD 7E 00              LD A,(IY+00H)   ;FIND END OF BLOCK
24B9  FE 0D                 CP 0DH
24BB  28 04                 JR Z,P2         ;YES,PRINT THIS BLOCK
24BD  12                    LD (DE),A       ;SAVE DATA IN PBUFF
24BE  FD 23                 INC IY          ;NEXT DATA
24C0  13                    INC DE
24C1  18 E9                 JR P3
24C3  12            P2:     LD (DE),A       ;ENTER STOP PRINT
24C4  FD 23                 INC IY
24C6  FD E5                 PUSH IY
24C8  DD 21 1820            LD IX,1820H     ;PRINT DATA
24CC  CD 65AC               CALL 65ACH
24CF  FD E1                 POP IY

24D1  18 D6                 JR P4
24D3  DD 21 24DB  P5:       LD IX,ENDATA
24D7  CD 65AC               CALL 65ACH
24DA  C9                    RET
                            ;
                            ;
24DB  0A            ENDATA: DB      0AH
24DC  45                    DB      45H     ;E
24DD  4E                    DB      4EH     ;N
24DE  44                    DB      44H     ;D
24DF  0A                    0AH
24E0  0D                    0DH
                            ;
                            ;
                            ;EMERGENCY ROUTINE
                            ;CODE TO PRINT IN REG.A
                            ;
                            ;
24E1  F5            EMGYL:  PUSH AF         ;SAVE CODE OF UNIT
24E2  DD 21 2530            LD IX,EMGLST    ;PRINT EMERGENCY
24E6  CD 65AC               CALL 65ACH
24E9  21 2530               LD HL,EMGLST    ;SAVE
24EC  ED 5B 180E            LD DE,(CSAVE)
24F0  01 0009               LD BC,0009H
24F3  ED B0                 LDIR
24F5  2A 180E               LD HL,(CSAVE)
24F8  73                    LD (HL),E
24F9  23                    INC HL
24FA  72                    LD (HL),D
24FB  21 253C               LD HL,UNTLST
24FE  11 1820               LD DE,PBUFF
2501  01 0008               LD BC,0008H
2504  ED B0                 LDIR
2506  11 1825               LD DE,PBUFF+5
2509  F1                    POP AF
250A  CD 63A0               CALL 63A0H
250D  DD 21 1820            LD IX,PBUFF
2511  CD 65AC               CALL 65ACH      ;PRINT UNIT
2514  CD 2409               CALL DATSAV
2517  CD 241F               CALL PTIME
251A  CD 2409               CALL DATSAV
251D  CD 23CE               CALL PDATE
2520  CD 2409               CALL DATSAV
2523  CD 2228   JFE:        CALL SOUND
2526  CD 225C               CALL SCAN1
2529  38 F8                 JR C,JFE
252B  21 2034               LD HL,NORMAL
252E  E3                    EX (SP),HL
252F  C9                    RET
                            ;
2530  0A            EMGLST: DB      0AH
2531  45                    DB      45H     ;E
2532  4D                    DB      4DH     ;M
2533  45                    DB      45H     ;E
2534  52                    DB      52H     ;R
2535  47                    DB      47H     ;G

2536  45                    DB      45H     ;E
2537  4E                    DB      4EH     ;N
2538  43                    DB      43H     ;C
2539  59                    DB      59H     ;Y
253A  0A                    DB      0AH
253B  0D                    DB      0DH
                            ;
253C  0A            UNTLST: DB      0AH
253D  55                    DB      55H     ;U
253E  4E                    DB      4EH     ;N
253F  49                    DB      49H     ;I
2540  54                    DB      54H     ;T
2541  5F                    DB      5FH
2542  5F                    DB      5FH
2543  5F                    DB      5FH
2544  0A                    DB      0AH
2545  0D                    DB      0DH
                            ;
2546  C9            ALARM:  RET
2547  C9            MASTT:  RET
2548  C9            UTEST:  RET
2549  C9            DPRINT: RET
254A  C9            DATADP: RET
                            ;
                            ;
                            ;SEND DATA SUBROUTINE
                            ;INPUT  ;DATA TO SEND IN REG C
                            ;OUTPUT ;RR FROM SYS BIT 7.
                            ;       ;DI FROM SYS BIT 6.
                            ;
                            ;
254B  3E FF         SENDH:  LD A,0FFH       ;SET PORT B TO MODE 3
254D  D3 83                 OUT (83H),A
254F  3E CC                 LD A,0CCH       ;SET INPUT,OUTPUT BITS
2551  D3 83                 OUT (83H),A
2553  3E 03                 LD A,03H        ;DISABLE INTERRUPT
2555  D3 83                 OUT (83H),A
2557  3E DF         RSTH:   LD A,0DFH       ;RESET RQB TO LOGIC 0.
2559  D3 81                 OUT (81H),A
255B  DB 81         NRQH:   IN A,(81H)      ;CHECK RR
255D  CB 7F                 BIT 7,A
255F  20 FA                 JR NZ,NRQH      ;NO,CHECK AGIAN
2561  3E DF                 LD A,0DFH       ;OUT 1
2563  D3 81                 OUT (81H),A
2565  CD 2508               CALL FBIT       ;DELEY 1 BIT
2568  3E CF                 LD A,0CFH       ;OUT START BIT
256A  D3 81                 OUT (81H),A
256C  CD 2508               CALL FBIT
256F  06 08                 LD B,08H        ;SEND DATA 8 BIT
2571  79                   LD A,C          ;GET DATA TO A
2572  0F                    RRCA            ;ROTATE FOR SEND BIT 0
                            ;FIRST.
2573  0F                    RRCA
2574  0F                    RRCA
2575  0F            SDTH:   RRCA
2576  6F                    LD L,A          ;SEFT DATA
```

```
2577  F6 CF          OR 0CFH          ;MASK OTHER BITS
2579  D3 81          OUT (81H),A
257B  CD 25D8        CALL FBIT
257E  7D             LD A,L
257F  10 F4          DJNZ SDTH        ;ALL 8 BITS TO BE SEND?
2581  3E DF          LD A,0DFH        ;OUT STOP BIT 1
2583  D3 81          OUT (81H),A
2585  CD 25D8        CALL FBIT
2588  CD 25D8        CALL FBIT        ;OUT STOP BIT 2
258B  CD 25DC        CALL HBIT
258E  DB 81          IN A,(81H)       ;CHECK RR(OPT.ANS.BACK)
2590  CB 7F          BIT 7,A
2592  20 09          JR NZ,FDTH       ;YES,GOTO FDT
2594  3E FF          LD A,0FFH        ;NO,GOTO RST
2596  D3 81          OUT (81H),A
2598  CD 25DC        CALL HBIT
259B  18 BA          JR RSTH
259D  CD 25D8  FDTH:  CALL FBIT        ;DELEY FOR OPT.
25A0  CD 25D8        CALL FBIT
25A3  DB 81          IN A,(81H)       ;CHECK START BIT
25A5  CB 77          BIT 6,A
25A7  20 AE          JR NZ,RSTH       ;IF NOT,GOTO RST
25A9  CD 25D8        CALL FBIT
25AC  06 08          LD B,08H         ;GET DATA 8 BITS
25AE  DB 81    IDTH: IN A,(81H)
25B0  CB 77          BIT 6,A
25B2  37             SCF
25B3  20 01          JR NZ,RDAH
25B5  3F             CCF
25B6  CB 1C    RDAH: RR H             ;SEFT DATA IN H REG.
25B8  CD 25D8        CALL FBIT
25BB  10 F1          DJNZ IDTH
25BD  DB 81          IN A,(81H)       ;CHECK STOP BIT
25BF  CB 77          BIT 6,A
25C1  28 94          JR Z,RSTH        ;IF ERROR,GOTO RST
25C3  CD 25D8        CALL FBIT
25C6  DB 81          IN A,(81H)       ;CHECK STOP BIT 2
25C8  CB 77          BIT 6,A
25CA  28 8B          JR Z, RSTH       ;IF ERROR,GOTO RST
25CC  CD 25DC        CALL HBIT
25CF  7C             LD A,H           ;COMPARE DATA FROM OPT.
25D0  B9             CP C
25D1  20 84          JR NZ,RSTH       ;IF NOT EQUAL GOTO RST
25D3  3E FF          LD A,0FFH        ;RESET RQS TO LOGIC 1
25D5  D3 81          OUT (81H),A
25D7  C9             RET
                     ;
                     ;
                     ;DELEY SUBROUTINE
                     ;
25D8  16 0A    FBIT: LD D,0AH
25DA  18 02          JR DEL1
25DC  16 05    HBIT: LD D,05H
25DE  1E C5    DEL1: LD E,0C5H
25E0  1D       DEL2: DEC E
25E1  20 FD          JR NZ,DEL2
25E3  15             DEC D
25E4  20 F8          JR NZ,DEL1
25E6  C9             RET
                     ;
                     ;
                     ;RECIEVE DATA SUBROUTINE
                     ;INPUT  ;DAT OUT FROM SYS
                     ;         BIT 4.
                     ;        ;RQS FROM SYSTEM
                     ;         BIT 5.
                     ;        ;SAVE DATA IN
                     ;         REG.A
                     ;
                     ;
25E7  3E FF    OPH:  LD A,0FFH        ;SET PIO MODE 3
25E9  D3 83          OUT (83H),A
25EB  3E CC          LD A,0CCH        ;SET I/O BITS
25ED  D3 83          OUT (83H),A
25EF  3E 03          LD A,03H         ;DISABLE INTERRUPT
25F1  D3 83          OUT (83H),A
25F3  3E FF          LD A,0FFH
25F5  D3 81          OUT (81H),A
25F7  DB 81    YFCH: IN A,(81H)       ;CHECK RR
25F9  CB 7F          BIT 7,A
25FB  20 48          JR NZ,FNDH       ;IF NOT,RET
25FD  3E DF          LD A,0DFH        ;IF YES,OUT RQS
25FF  D3 81          OUT (81H),A
2601  DB 81          IN A,(81H)       ;FIND START BIT
2603  CB 77          BIT 6,A
2605  20 F0          JR NZ,YFCH
2607  CD 25DC        CALL HBIT        ;DELEY FOR SAMPLING
260A  DB 81          IN A,(81H)       ;CHECK AGAIN
260C  CB 77          BIT 6,A
260E  20 28          JR NZ,NCKH       ;ERROR,RETURN
2610  CD 25D8        CALL FBIT
2613  06 08          LD B,08H         ;GET DATA 8 BITS
2615  DB 81    RSLH: IN A,(81H)
2617  CB 77          BIT 6,A
2619  37             SCF
261A  20 01          JR NZ,LONH
261C  3F             CCF
261D  CB 1C    LONH: RR H             ;SEFT DATA IN H REG.
261F  CD 25D8        CALL FBIT
2622  10 F1          DJNZ RSLH
2624  DB 81          IN A,(81H)       ;CHECK STOP BIT 1
2626  CB 77          BIT 6,A
2628  28 0E          JR Z,NCKH
262A  CD 25D8        CALL FBIT
262D  DB 81          IN A,(81H)       ;CHECK STOP BIT 2
262F  CB 77          BIT 6,A
2631  28 05          JR Z,NCKH
2633  CD 25DC        CALL HBIT
2636  18 08          JR CORH
2638  DB 81    NCKH: IN A,(81H)       ;ERROR,CHECK RR AGAIN
263A  CB 7F          BIT 7,A
263C  20 B9          JR NZ,YFCH
263E  18 F8          JR NCKH
2640  3E FF    CORH: LD A,0FFH        ;OFF RQS
2642  D3 81          OUT (81H),A
2644  7C             LD A,H
2645  CD 24E1        CALL EMGYL
2648  C3 2034  FNDH: JP NORMAL
                     ;
                     ;SEND DATA SUBROUTINE
                     ;INPUT  ;DATA TO SEND IN REG C
                     ;OUTPUT ;RQS FROM SYS BIT 1.
                     ;       ;DO FROM SYS BIT 0.
                     ;
                     ;
2648  3E FF    SENDL: LD A,0FFH       ;SET PORT B TO MODE 3
264D  D3 83          OUT (83H),A
264F  3E CC          LD A,0CCH        ;SET I/O BITS
2651  D3 83          OUT (83H),A
2653  3E 03          LD A,03H         ;DISABLE INTERRUPT
2655  D3 83          OUT (83H),A
2657  3E FD    RSTL: LD A,0FDH        ;RESET RQS TO LOGIC 0.
2659  D3 81          OUT (81H),A
265B  DB 81    NRQL: IN A,(81H)       ;CHECK RR
265D  CB 67          BIT 4,A
265F  20 FA          JR NZ,NRQL       ;NO,CHECK AGIAN
2661  3E FD          LD A,0FDH        ;OUT 1
2663  D3 81          OUT (81H),A
2665  CD 25D8        CALL FBIT        ;DELEY 1 BIT
2668  3E FC          LD A,0FCH        ;OUT START BIT
266A  D3 81          OUT (81H),A
266C  CD 25D8        CALL FBIT
266F  06 08          LD B,08H         ;SEND DATA 8 BIT
2671  79             LD A,C           ;GET DATA TO A
2672  1F       SDTL: LD L,A           ;SEFT DATA
2673  F6 FC          OR 0FCH          ;MASK OTHER BITS
2675  D3 81          OUT (81H),A
2677  CD 25D8        CALL FBIT
267A  7D             LD A,L
267B  0F             RRCA
267C  10 F4          DJNZ SDTL        ;ALL 8 BITS TO BE SEND?
267E  3E FD          LD A,0FDH        ;OUT STOP BIT 1
2680  D3 81          OUT (81H),A
2682  CD 25D8        CALL FBIT
2685  CD 25D8        CALL FBIT        ;OUT STOP BIT 2
2688  CD 25DC        CALL HBIT
268B  DB 81          IN A,(81H)       ;CHECK RR(OPT.ANS.BACK)
268D  CB 67          BIT 4,A
268F  20 09          JR NZ,FDTL       ;YES,GOTO FDTL
2691  3E FF          LD A,0FFH        ;NO,GOTO RSTL
2693  D3 81          OUT (81H),A
2695  CD 25DC        CALL HBIT
2698  18 BD          JR RSTL
269A  CD 25D8  FDTL:  CALL FBIT        ;DELEY FOR OPT.
269D  CD 25D8        CALL FBIT
26A0  DB 81          IN A,(81H)       ;CHECK START BIT
```

```
26A2  CB 5F          BIT 3,A
26A4  20 B1          JR NZ,RSTL      ;IF NOT,GOTO RST
26A6  CD 25D8        CALL FBIT
26A9  06 08          LD B,08H        ;GET DATA 8 BITS
26AB  DB 81    IDTL: IN A,(81H)
26AD  CB 5F          BIT 3,A
26AF  37             SCF
26B0  20 01          JR NZ,RDAL
26B2  3F             CCF
26B3  CB 1C    RDAL: RR H            ;SEFT DATA IN H REG.
26B5  CD 25D8        CALL FBIT
26B8  10 F1          DJNZ IDTL
26BA  DB 81          IN A,(81H)      ;CHECK STOP BIT
26BC  CB 5F          BIT 3,A
26BE  28 97          JR Z,RSTL       ;IF ERROR,GOTO RST
26C0  CD 25D8        CALL FBIT
26C3  DB 81          IN A,(81H)      ;CHECK STOP BIT 2
26C5  CB 5F          BIT 3,A
26C7  28 8E          JR Z, RSTL      ;IF ERROR,GOTO RST
26C9  CD 25DC        CALL HBIT
26CC  7C             LD A,H          ;COMPARE DATA FROM OPT.
26CD  B9             CP C
26CE  20 87          JR NZ,RSTL      ;IF NOT EQUAL GOTO RST
26D0  3E FF          LD A,0FFH       ;RESET RQS TO LOGIC 1
26D2  D3 81          OUT (81H),A
26D4  C9             RET
                     ;
                     ;
                     ;RECIEVE DATA SUBROUTINE
                     ;INPUT  ;DAT OUT FROM SYS
                     ;         BIT 0.
                     ;       ;RQS FROM SYSTEM
                     ;         BIT 1.
                     ;OUTPUT ;DATA SAVE IN REG
                     ;         A.
                     ;
                     ;
26D5  3E FF    OPL:  LD A,0FFH       ;SET PIO MODE 3
26D7  D3 83          OUT (83H),A
26D9  3E CC          LD A,0CCH       ;SET I/O BITS
26DB  D3 83          OUT (83H),A
26DD  3E 03          LD A,03H        ;DISABLE INTERRUPT
26DF  D3 83          OUT (83H),A
26E1  3E FF          LD A,0FFH
26E3  D3 81          OUT (81H),A
26E5  DB 81    YFCL: IN A,(81H)      ;CHECK RR
26E7  CB 67          BIT 4,A
26E9  20 4B          JR NZ,FNDL      ;IF NOT,RET
26EB  3E FD          LD A,0FDH       ;IF YES,OUT RQS
26ED  D3 81          OUT (81H),A
26EF  DB 81          IN A,(81H)      ;FIND START BIT
26F1  CB 5F          BIT 3,A
26F3  20 F0          JR NZ,YFCL
26F5  CD 25DC        CALL HBIT       ;DELEY FOR SAMPLING
26F8  DB 81          IN A,(81H)      ;CHECK AGAIN
26FA  CB 5F          BIT 3,A
26FC  20 28          JR NZ,NCKL      ;ERROR,RESTART
26FE  CD 25D8        CALL FBIT
2701  06 08          LD B,08H        ;GET DATA 8 BITS
2703  DB 81    RSLL: IN A,(81H)
2705  CB 5F          BIT 3,A
2707  37             SCF
2708  20 01          JR NZ,LONL
270A  3F             CCF
270B  CB 1C    LONL: RR H            ;SEFT DATA IN H REG.
270D  CD 25D8        CALL FBIT
2710  10 F1          DJNZ RSLL
2712  DB 81          IN A,(81H)      ;CHECK STOP BIT 1
2714  CB 5F          BIT 3,A
2716  28 0E          JR Z,NCKL
2718  CD 25D8        CALL FBIT
271B  DB 81          IN A,(81H)      ;CHECK STOP BIT 2
271D  CB 5F          BIT 3,A
271F  28 05          JR Z,NCKL
2721  CD 25DC        CALL HBIT
2724  18 08          JR CORL
2726  DB 81    NCKL: IN A,(81H)      ;CHECK RR AGAIN
2728  CB 67          BIT 4,A
272A  20 99          JR NZ,YFCL
272C  18 F8          JR NCKL
272E  3E FF    CORL: LD A,0FFH       ;OFF RQS
2730  D3 81          OUT (81H),A
2732  7C             LD A,H
2733  CD 24E1        CALL EMGYL
2736  C3 2034  FNDL: JP NORMAL
                     ;
                     ;
                     END
```

```
;*************************************************
;PROGRAM FOR 8748 SINGLE CHIP MICROPROCESSOR WHICH
;IS USED IN  RECEIVED SECTION
;*************************************************

                     ORG=000
000   04,10    START: JMP SETUP       ;SETUP=010
002   00             NOP
003   44,E0          JMP INT         ;INT=2E0
005   00             NOP
006   00             NOP
007   44,F0          JMP TCNTI       ;TCNTI=2F0
010   B8,20    SETUP: MOV R0,20       ;CLR.DATA MEMORY
012   BA,1F          MOV R2,1F
014   23,00          MOV A,00
016   A0       CLR.R: MOV @R0,A
017   18             INC R0
018   EA,16          DJNZ R2,CLR.R
01A   23,80      OFF: MOV A,80        ;BLANK DISPLAY
01C   39             OUTL P1,A
01D   00             NOP
01E   00             NOP
01F   08       AREA: INS A,BUS       ;SAVE AREA CODE TO LOC.38
020   B9,38          MOV R1,38
022   A1             MOV @R1,A
023   D5             SEL RB1
024   B8,24          MOV R0',24      ;SET LOC. TO SAVE DATA
026   BA,00          MOV R2',00.     ;SET DATA COUNTER
028   C5             SEL RB
029   B8,20    INIT: MOV R0,20       ;LOOK FOR DISPLAY KEY & DATA
                     ;INPUT
028   BC,02          MOV R4,02
02D   BA,04    LOOK: MOV R2,04
02F   36,3E          JTO TEST0
031   56,35          JTI,TEST1
033   04,20          JMP LOOK
035   54,B0    TEST1: CALL BAUD
037   EA,35          DJNZ R2,TEST1
039   46,2D          JNT1 LOOK
03B   B5             CLR F0
03C   24,00          JMP DISP
03E   54,B0    TEST0: CALL BAUD
040   26,2D          JNT0 LOOK
042   EA,3E          DJNZ R2,TEST0

;**************************
;RECEIVE AREA CODE AND CHECK
;**************************

047   54,A0          CALL B.SYNC     ;WAIT FOR BLANKED RF.
049   36,2D          JTO LOOK
04B   54,A0          CALL B.SYNC     ;WAIT BYTE SYNC
```

```
04D  26,2D          JNTO LOOK
04F  54,B0          CALL BAUD       ;WAIT START BIT
051  36,2D          JTO LOOK
053  BA,08          MOV R2,08       ;SET BIT COUNTER
055  BF,00          MOV R7,00
057  54,B0  AID.;   CALL BAUD       ;IDENT. BIT OF AREA CODE
059  36,5E          JTO,HI
05B  97             CLR C           ;SET LOGICAL 0
05C  04,60          JMP CONT
05E  97        HI;  CLR C           ;SET LOGICAL 1
05F  A7             CPL C
060  FF        CONT; MOV A,R7
061  67             RRC A
062  AF             MOV R7,A        ;SAVE DATA BITS TO BUFFER R7
063  EA,57          DJNZ R2,AID.
065  54,B0          CALL BAUD       ;WAIT STOP BIT
067  36,6B          JTO COMP
069  04,2D          JMP LOOK

06B  B9,38  COMP;   MOV R1,38       ;COMPARE AREA CODE
06D  FF             MOV A,R7
06E  D1             XRL A,@R1
06F  96,2D          JNZ LOOK
071  B8,02          MOV R3,02


*********************************
RECEIVE LOCATION AND SENSOR CODE
*********************************

073  54,B0  WAIT;   CALL BAUD
075  BD,30          MOV R5,30
077  BA,70  LOOP;   MOV R2,70
079  36,85  FIND;   JTO DATA
07B  EA,79          DJNZ R2,FIND
07D  ED,77          DJNZ R5,LOOP
07F  04,2D          JMP LOOK
081  54,A0  DATA;   CALL S.SYNC     ;WAIT BYTE SYNC
083  26,2D          JNTO LOOK
085  54,B0          CALL BAUD       ;WAIT START BIT
087  36,2D          JTO LOOK
089  BA,08          MOV R2,08       ;SET BIT COUNTER
08B  BF,00          MOV R7,00
08D  54,B0  DID.;   CALL BAUD
08F  36,98          JTO HI
091  97             CLR C           ;SET LOGICAL 0
092  04,9A          JMP CONT
094  97        HI;  CLR C           ;SET LOGICAL 1
095  A7             CPL C
096  FF        CONT; MOV A,R7
097  67             RRC A
098  AF             MOV R7,A        ;SAVE DATA BIT TO BUFFER R7
099  EA,91          DJNZ R2,DID.
09B  54,B0          CALL BAUD       ;WAIT STOP BIT
09D  26,2D          JNTO LOOK
```



```
09F  A0             MOV @R0,A
0A0  18             INC R0
0A1  EB,73          DJNZ R3,WAIT
0A3  EC,2D          DJNZ R4,LOOK


*********************
COMPARE DATA AND SAVE
*********************

0A5  B8,20          MOV R0,02       ;CAMPARE WORD 1&2
0A7  B9,22          MOV R1,22
0A9  F1             MOV A,@R1
0AA  D0             XRL A,@R0
0AB  96,29          JNZ INIT
0AD  18             INC R0
0AE  19             INC R1
0AF  F1             MOV A,@R1
0B0  D0             XRL A,@R0
0B1  96,29          JNZ INIT
0B3  BA,02          MOV R2,02
0B5  F0        SAVE; MOV A,@R0
0B6  D5             SEL RB1
0B7  A0             MOV @R0',A
0B8  18             INC R0'
0B9  C5             SEL RB0
0BA  C8             DEC R0
0BB  EA,C0          DJNZ R2,SAVE
0BD  D5             SEL RB1
0BE  1A             INC R2'
0BF  C5             SEL RB0


*********************
ACTIVATE ALARM OUTPUT
*********************

0C0  99,7F  ALARM;  ANL P1,7F
0C2  BA,10          MOV R2,10
0C4  54,B0  DEL1;   CALL BAUD
0C6  56,F0          JT1 DISP.
0C8  EA,C4          DJNZ R2,DEL1
0CA  89,80          ORL P1,80
0CC  BA,10          MOV R2,10
0CE  54,B0  DEL2;   CALL BAUD
0D0  56,F0          JT1 DISP.
0D2  EA,D0          DJNZ R2,DEL2
0D4  04,C0          JMP ALARM


0D6  B5        DISP.; CLR F0
0D7  95             CPL F0
0D8  24,00          JMP DISP
```



```
*********************************
ROUTIEN FOR DISPLAY STORED DATA
*********************************

0DA  B9,1A  DISP;   MOV R1,1A       ;TRANSFER WORD COUNTER FROM R2'
                                    ;TO R2
0DC  F1             MOV A,@R1
0DD  96,06          JNZ NORM        ;IF NO DATA SAVEED,INC.COUNTER
                                    ;BY ONE
0DF  17             INC A
0E0  AA        NORM; MOV R2,A
0E1  B9,18          MOV R1,18       ;TRANSFER PREVIOUS LOC.OF DATA
                                    ;SAVED  FROM R0' TO R0
0E3  F1             MOV A,@R1
0E4  A8             MOV R0,A

0E5  C8        AQUIS; DEC R0
0E6  B9,38          MOV R1,38       ;SET AQUISITION AREA
0E8  F0             MOV A,@R0       ;DATA SAVED     HI      LO
0E9  A8             MOV R3,A
0EA  53,F0          ANL A,F0        ;               HI      #0
0EC  47             SWAP A          ;               #0      HI
0ED  43,F0          ORL A,F0        ;               #F      HI
0EF  E3             MOVP3 A,@A      ;LOOK TABLE TO FIND LOC.F(N)
0F0  BD,03          MOV R5,03
0F2  AC             MOV R4,A        ;START LOC. OF INF.SAVED TO R4
0F3  E3        TRANS; MOVP3 A,@A    ;TRANSFER DEC. VALUE OF
                                    ;INFORMATION TO AQUISITION AREA
0F4  A1             MOV @R1,A
0F5  C9             DEC R1
0F6  1C             INC R4
0F7  FC             MOV A,R4
0F8  ED,19          DJNZ R5,TRANS
0FA  54,E0          CALL CLR.C
0FC  FB             MOV A,R3        ;CONVERT BIN. OF LO.NIBBLE TO
                                    ;DEC.
0FD  53,0F          ANL A,0F
0FF  57             DAA
100  A8             MOV R3,A
101  53,0F          ANL A,0F
103  B9,38          MOV R1,38       ;SET POINTER TO LSD.
105  61             ADD A,@R1       ;ADD DEC. VALUE OF LO.NIBBLE
                                    ;TO LSD.
106  54,E0          CALL CLR.C
108  57             DAA
109  AE             MOV R6,A
10A  53,0F          ANL A,0F
10C  A1             MOV @R1,A
10D  FE             MOV A,R6
10E  92,3D          JB4 ADD.C
110  FB             MOV A,R3
111  92,40          JB4 ADD
113  24,57          JMP CONTO
115  FB        ADD.C; MOV A,R3
```

```
13E   92,4C          JB4 DOUB
140   C9       ADD;  DEC R1
141   F1            MOV A,@R1
142   17            INC A
143   54,E0         CALL CLR.C
145   57            DAA
146   AB            MOV R3,A
147   53,0F         ANL A,0F
149   A1            MOV @R1,A
14A   24,37         JMP CONT0
14C   C9       DOUB; DEC R1
14D   F1            MOV A,@R1
14E   17            INC A
14F   17            INC A
150   54,E0         CALL CLR.C
152   57            DAA
153   AB            MOV R3,A
154   53,0F         ANL A,0F
156   A1            MOV @R1,A
157   FB       CONT0; MOV A,R3
158   92,5C         JB4 MSD
15A   24,60         JMP CONT1
15C   C9       MSD;  DEC R1
15D   F1            MOV A,@R1
15E   17            INC A
15F   A1            MOV @R1,A
160   B9,3C    CONT1; MOV R1,3C      ;SET AQUISITION AREA TO EXT.
162   C8            DEC R0          ;SET PREV. LOC. TO EXT. CODE
163   F0            MOV A,@R0       ;SAVE EXT. CODE
164   A1            MOV @R1,A
165   BD,55         MOV R5,55       ;SCAN DISPLAY
167   BC,04    SET; MOV R4,04
169   BB,80         MOV R3,80
16B   B9,39         MOV R1,39
16D   F1       OUT; MOV A,@R1
16E   54,E0         CALL CLR.C
170   03,40         ADD A,40
172   E3            MOVP3 A,@A      ;LOOK TABLE FOR 7-SEGMENTS
                                    ;FORMAT
173   39            OUTL P1,A       ;OUT SEGMENT
174   FB            MOV A,R3
175   3A            OUTL P2,A       ;OUT DIGIT
176   54,90         CALL DEL
178   23,00         MOV A,00
17A   3A            OUTL P2,A
17B   19            INC R1
17C   FB            MOV A,R3
17D   77            RRA
17E   AB            MOV R3,A
17F   EC,6D         DJNZ R4,OUT
181   ED,67         DJNZ R5,SET
183   00            NOP
184   54,C0         CALL SEC
186   EA,08         DJNZ R2,AQUIS
188   B6,BC         JF0 BREAK
```



```
18A   04,29         JMP INIT

18C   BA,1A   BREAK; MOV R2,1A
18E   BB,60   DEL1; MOV R3,60
190   54,90   DEL2; CALL BAUD
192   56,00         JT1 DISP
194   EB,90         DJNZ R3,DEL2
196   EA,8E         DJNZ R2,DEL1
198   04,29         JMP INIT


************************
ROUTIEN FOR DELAYED TIME
************************

                    ORG= 290
290   D5       DEL; SEL RB1
291   BE,0A        MOV R6,0A
293   BD,30   LOOP1; MOV R5,30
295   ED,95   LOOP2; DJNZ R5,LOOP2
297   EE,93        DJNZ R6,LOOP1
299   C5           SEL RB0
29A   83           RET


****************************************
ROUTIEN FOR GENERATE TIMING OF BYTE SYNC
****************************************

                    ORG= 2A0
2A0   D5    B.SYNC; SEL RB1
2A1   BB,02         MOV R3,02
2A3   54,90   LOOP; CALL BAUD
2A5   D5            SEL RB1
2A6   EB,A3         DJNZ R3,LOOP
2A8   C5            SEL RB0
2A9   83            RET


****************************************
ROUTIEN FOR GENERATE TIMING OF BAUD RATE
****************************************

                    ORG=2B0
2B0   D5     BAUD;  SEL RB1
2B1   B9,20         MOV R1,20
2B3   BC,4C   LOOP1; MOV R4,4C
2B5   EC,B5   LOOP2; DJNZ R4,LOOP2
2B7   ED,B3         DJNZ R5,LOOP1
2B9   C5            SEL RB0
```



```
2BA   83            RET


************************************
ROUTIEN FOR GENERATE TIME 1 SECOND
************************************

                    ORG=2C0
2C0   D5      SEC;  SEL RB1
2C1   BE,1C         MOV R6,1C
2C3   AF            MOV R7,A
2C4   23,00   REP;  MOV A,00
2C6   62            MOV T,A
2C7   35            DIS TCNTI
2C8   55            STRT T
2C9   16,CD   LOOP; JTF DEC
2CB   44,C9         JMP LOOP
2CD   EE,C4   DEC;  DJNZ R6,REP
2CF   FF            MOV A,R7
2D0   C5            SEL RB0
2D1   83            RET


****************************
ROUTIEN FOR CLEAR CARRY FLAG
****************************

                    ORG=2E0
2E0   D5      CLR.C; SEL RB1
2E1   AF             MOV R7,A
2E2   C7             MOV A,PSW
2E3   53,3F          ANL A,3F
2E5   D7             MOV PSW,A
2E6   FF             MOV A,R7
2E7   C5             SEL RB0
2E8   83             RET


************************************************
TABLE FOR CONVERT BINARY CODE TO DECIMAL CODE
************************************************

                    ORG=300
300   00            ;#0
301   00
302   00
303   06            ;#16
304   01
305   00
306   02            ;#32
```

```
307   03
308   00
309   08      ;048
30A   04
30B   00
30C   04      ;064
30D   06
30E   00
30F   00      ;080
310   08
311   00
312   06      ;096
313   09
314   00
315   02      ;0112
316   01
317   01
318   08      ;0128
319   02
31A   01
31B   04      ;0144
31C   04
31D   01
31E   00      ;0160
31F   06
320   01
321   06      ;0176
322   07
323   01
324   02      ;0192
325   09
326   01
327   08      ;0208
328   00
329   02
32A   04      ;0224
32B   02
32C   02
32D   00      ;0240
32E   04
32F   02
```

```
**************************
TABLE OF 7-SEGMENTS FORMAT
**************************

                        ORG=340
340   BF      ;0
341   86      ;1
342   DB      ;2
343   CF      ;3
344   E6      ;4
345   ED      ;5
346   FD      ;6
347   87      ;7
348   FF      ;8
349   EF      ;9
```

```
**************
TABLE OF INDEX
**************

                        ORG=3F0
3F0   00
3F1   03
3F2   06
3F3   09
3F4   0C
3F5   0F
3F6   12
3F7   15
3F8   18
3F9   1B
3FA   1E
3FB   21
3FC   24
3FD   27
3FE   2A
3FF   2D

**********************************************
                        END
**********************************************
```

```
*****************************************************
PROGRAM FOR 8748 SINGLE CHIP MICROPROCESSOR WHICH IS USED
IN  CODE8 TRANSMISSION SECTION BY USING A.M.TRANSMITTER.
WRITTEN BY PANOM PETCHATUPORN.
ADVISER BY DR.SITTHICHAI POKAIYA-UDOM.
*****************************************************
                        }
                        }
PORT8 DEFINE:-
P23  READY TO RECEIVE CONNECT WITH REQUEST TO SEND OF SYSTEM.
TO   DATA IN CONNECT WITH DATA OUT OF SYSTEM.
P22  REQUEST TO SEND CONNECT WITH READY TO RECEIVE OF SYSTEM.
P21  DATA OUT CONNECT WITH DATA IN OF SYSTEM.
P14-17 AND P24-27 ZONE CODE SELECT AND SPARE TWO DIGITS.
P13  RF ON/OFF CONTROLL.
P12  SERIAL DATA OUT TO RF SWITCHING.
P11  RELAY TO CONTROL ALARM CONDITION (FOR USER).
P10  ACTIVATED INDICATOR.
                        }
                        }
000   04,10   START;  JMP,SETUP      ;SETUP=010
002   00              NOP
003   00              NOP
004   00              NOP
005   00              NOP
006   00              NOP
007   00              NOP
008   00              NOP
009   00              NOP
00A   00              NOP
00B   00              NOP
00C   00              NOP
00D   00              NOP
00E   00              NOP
00F   00              NOP
010   05      SETUP;  EN I            ;INITIAL DATA
011   35              DIS TCNTI
012   BA,1E           MOV R2,1E       ;CLR.DATA MEMORY
014   B8,20           MOV R0,20
016   23,00   CLR;    MOV A,00
018   A0              MOV @R0,A
019   18              INC R0
01A   EA,16           DJNZ R2,CLR
01C   BB,02           MOV R3,02
01E   99,FC   IND;    ANL P1,FC       ;OFF ACTIVATE &INDICATOR
020   34,00           CALL SEC
022   89,0D           ORL P1,0D       ;ON INDICATOR
024   34,00           CALL SEC
026   EB,1E           DJNZ R3,IND
028   99,FC           ANL P1,FC       ;CLR.ACTIVATE & INDICATOR
02A   36,2F   SAVE 0; JTO SET 0       ;SAVE STATUS OF TO TO F0
02C   85              CLR F0
02D   04,31           JMP SAVE 1
```

```
02F  85        SET 0;  CLR F0
030  95                CPL F0
031  56,36     SAVE 1; JT1 SET 1       ;SAVE STATUS OF T1 TO F1
033  A5                CLR F1
034  04,38             JMP SAV.EX
036  A5        SET 1;  CLR F1
037  85                CPL F1
038  08        SAV.EX  INS A,BUS       ;SAVE STATUS OF EXTENDED INPUT
039  B8,24             MOV R0,24       ;SET LOC.24 FOR SAVE EXT.CODE
03B  A0                MOV @R0,A
03C  B8,30     SCAN;   MOV R0,30
03E  B9,20             MOV R1,20
040  BF,7F             MOV R7,7F
042  FF        CONT1;  MOV A,R7        ;SAVE LOCATION CODE
043  3A                OUTL P2,A
044  09                IN A,P1
045  47                SWAP A
046  A0                MOV @R0,A
047  FF                MOV A,R7
048  77                RRA
049  AF                MOV R7,A
04A  3A                OUTL P2,A
04B  09                IN A,P1
04C  30                XCHD A,@R0
04D  A1                MOV @R1,A
04E  19                INC R1
04F  FF                MOV A,R7
050  77                RR A
051  AF                MOV R7,A
052  D3,F7             XRL A,F7
054  96,42             JNZ CONT1
056  44,90             JMP NSD         ;GOTO GET DATA FORM SYSTEM
057  00                NOP
058  00                NOP
059  00                NOP
060  36,68     LOOK0;  JT0 TEST0       ;LOOK FOR INPUT T0
062  B6,F0             JF0 GOT00
064  04,6C             JMP LOOK1
066  00                NOP
067  00                NOP
068  B6,6C     TEST0;  JF0 LOOK1
06A  04,F0             JMP GOT00
06C  56,72     LOOK1;  JT1 TEST1       ;LOOK FOR INPUT T1
06E  76,F2             JF1 GOT01
070  04,76             JMP TST.EX
072  76,76     TEST1;  JF1 TST.EX
074  04,F2             JMP GOT01
076  BA,08     TST.EX; MOV R2,08       ;LOOK FOR EXTENDED INPUT
078  B8,24             MOV R0,24
07A  B9,23             MOV R1,23
07C  08                INS A,BUS
07D  A1                MOV @R1,A       ;SAVE NEW STATUS AT LOC.23
07E  F0                MOV A,@R0
07F  AF                MOV R7,A        ;SAVE PREVIOUS STATUS TO R7
080  F1                MOV A,@R1
```



```
081  B9,25             MOV R1,25
083  AE                MOV R6,A        ;SAVE NEW STATUS TO R6
084  67        LOOK N; RRC A           ;TEST BIT N OF NEW STATUS
085  AE                MOV R6,A
086  F6,8F             JC CONT2
088  FF                MOV A,R7
089  67                RRC A           ;TEST BIT N OF NEW STATUS
08A  AF                MOV R7,A
08B  F6,9C             JC FUALS
08D  04,94             JMP CONT3
08F  FF        CONT2;  MOV A,R7
090  67                RRC A
091  AF                MOV R7,A
092  E6,9C             JNC FUALS
094  FE        CONT3;  MOV A,R6
095  B1,00             MOV @R1,00
097  19                INC R1
098  EA,84             DJNZ R2,LOOK N
09A  04,A1             JMP CONT4
09C  FA        FUALS;  MOV A,R2
09D  A1                MOV @R1,A
09E  19                INC R1
09F  EA,84             DJNZ R2,LOOK N
0A1  B9,25     CONT4;  MOV R1,25
0A3  BB,00             MOV R3,00
0A5  BA,04             MOV R2,04
0A7  F1        LOOP1;  MOV A,@R1
0A8  C6,AD             JZ CONT5
0AA  19                INC R3
0AB  04,F4             JMP GO.EXT
0AD  19        CONT5;  INC R1
0AE  1B                INC R3
0AF  EA,A7             DJNZ R2,LOOP1
0B1  BA,04             MOV R2,04
0B3  F1        LOOP1;  MOV A,@R1
0B4  C6,B9             JZ CONT6
0B6  1B                INC R3
0B7  04,F6             JMP GO.DEX
0B9  19        CONT6;  INC R1
0BA  1B                INC R3
0BB  EA,B3             DJNZ R2,LOOP2
0BD  04,60             JMP LOOK0       ;WAIT UNTIL ANY INPUT IS
                                       ;ACTIVATED
                       ;NORMAL EXTENDED CODE = 00
                       ;FUALS  EXTENDED CODE = 0X
                       ;FUALS FOR BIT0(CODE 08) > LOC.25
                       ;          BIT1(CODE 07) > LOC.26
                       ;          BIT2(CODE 06) > LOC.27
                       ;          BIT3(CODE 05) > LOC.28
                       ;          BIT4(CODE 04) > LOC.29
                       ;          BIT5(CODE 03) > LOC.2A
                       ;          BIT6(CODE 02) > LOC.2B
                       ;          BIT7(CODE 01) > LOC.2C
```



```
0F0  24,10     GOTO1;  JMP OUT1
0F2  44,00     GOTO0;  JMP OUT0
0F4  44,40     GO.EXT; JMP OUT.EXT
0F6  44,80     GO.DEX; JMP OUT.DEX

ROUTIEN FOR TIME DELAY 1 SECOND

100  D5        SEC;    SEL RB1         ;CHNG.MEM.BANK.
101  BA,1C             MOV R2,1C       ;SET COUNTER REG.
103  23,00     REP;    MOV A,00        ;SET COUNTER.
105  62                MOV T,A
106  35                DIS TCNTI
107  55                STRT T          ;START COUNTER.
108  16,0C     LOOP;   JTF DEC
10A  24,08             JMP LOOP
10C  EA,03     DEC;    DJNZ R2,REP
10E  C5                SEL RB0         ;CHNG.MEM.BACK
10F  83                RET

ROUTIEN FOR TRANSMIT DATA WHEN T1 IS ACTIVATED

110  89,FF     OUT1;   ORL P1,FF       ;ON ACTIVATE & INDICATOR
112  BC,06             MOV R4,06
114  BD,08     REP;    MOV R5,06
116  99,F7     WORD;   ANL P1,F7       ;ON RF.
118  B8,20             MOV R0,20       ;SET START LOC.OF INFORMATIONS
11A  89,04             ORL P1,04       ;INITIATE WORD SYNC.
11C  BB,03             MOV R3,03       ;THE INF. CONSIST OF 3 BYTE
11E  BA,02     STRT.W; MOV R2,02
120  34,A0     W.SYNC; CALL B.SYNC
122  EA,20             DJNZ R2,W.SYNC
124  99,FB     BYTE;   ANL P1,FB       ;PAUSE RF.
126  34,A0             CALL B.SYNC
128  89,04             ORL P1,04       ;INITIATE BYTE SYNC
12A  34,A0             CALL B.SYNC
12C  F0                MOV A,@R0
12D  34,70             CALL SER
12F  18                INC R0
130  EB,24             DJNZ R3,BYTE
132  99,FB             ANL P1,FB       ;PAUSE RF.
134  34,A0             CALL B.SYNC
136  ED,16             DJNZ R5,WORD
138  89,FF             ORL P1,FF       ;OFF RF.
13A  34,50             CALL AC.DEL
13C  99,FD             ANL P1,FD       ;OFF ACTIVATE
13E  34,50             CALL AC.DEL
140  89,FF             ORL P1,FF       ;ON ACTIVATE
142  EC,14             DJNZ R4,REP
144  34,50     END;    CALL AC.DEL     ;END OF JOB AND REPEAT ACTIVATE
146  99,FD             ANL P1,FD
148  34,50             CALL AC.DEL
```

```
14A    89,FF          ORL P1,FF
14C    24,44          JMP END
                      |
                      |
ROUTIEN FOR TIME DELAY 2 SECOND
                      |
                      |
150    D5      AC.DEL; SEL RB1
151    BF,02          MOV R7,02
153    34,00   LOOP;   CALL SEC
155    D5             SEL RB1
156    EF,53          DJNZ R7,LOOP
158    C5             SEL RB0
159    83             RET
                      |
                      |
ROUTIEN FOR GENERATE TIMING OF BAUD RATE
                      |
                      |
160    D5      BAUD;  SEL RB1          ;CHNG MEM.BANK.
161    BD,2A          MOV R5,2A        ;MAKE DELAY TIME BY
163    BC,20   LOOP0; MOV R4,20        ;SET COUNTER.
165    EC,65   LOOP1; DJNZ R4,LOOP1
167    ED,63          DJNZ R5,LOOP0
169    C5             SEL RB0
16A    83             RET
                      |
                      |
ROUTIEN FOR OUT THE SERIAL DATA
                      |
                      |
170    BF,08   SER;   MOV R7,08
172    99,FB          ANL P1,FB        ;SEND START BIT
174    34,60          CALL BAUD
176    12,7C   IDENT; JB0,HI
178    99,FB          ANL P1,FB        ;SEND LOGICAL 0
17A    24,7E          JMP CONT
17C    89,04   HI;    ORL P1,04        ;SEND LOGICAL 1
17E    34,60   CONT;  CALL BAUD
180    77             RR A
181    EF,76          DJNZ R7,IDENT
183    89,04          ORL P1,04        ;SEND STOP BIT
185    34,60          CALL BAUD
187    83             RET
                      |
                      |
ROUTIEN FOR GENERATE BYTE SYNC
                      |
                      |
1A0    D5      B.SYNC; SEL RB1
1A1    BB,02          MOV R3,02
1A3    34,60   LOOP;  CALL BAUD
1A5    D5             SEL RB1
1A6    E8,A3          DJNZ R3,LOOP
1A8    C5             SEL RB0
```



```
1A9    83             RET
                      |
                      |
ROUTIEN FOR TRANSMIT DATA  WHEN TO IS ACTIVATED
                      |
                      |
200    89,01   OUT0•; ORL P1,01        ;ON INDICATOR
202    BC,3C          MOV R4,3C        ;DELAY 1 MINUTE
204    34,00   LOOP;  CALL SEC
206    EC,09          DJNZ R4,LOOP
208    24,10          JMP OUT1
                      |
                      |
ROUTIEN FOR TRANSMIT DATA WHEN EXTENDED INPUT IS ACTIVATED
                      |
                      |
240    B9,22   OUT.EXT;MOV R1,22
242    FB             MOV A,R3
243    A1             MOV @R1,A
244    24,10          JMP OUT1
                      |
                      |
ROUTIEN FOR TRANSMIT DATA WHEN DELAYED EXTENDED INPUT IS ACTIVATED
                      |
                      |
280    B9,22   OUT.DEX;MOV R1,22
282    FB             MOV A,R3
283    A1             MOV @R1,A
284    44,00          JMP OUT0•
                      |
                      |
GET DATA FORM SYSTEM
                      |
                      |
290    0A      NSD;   IN A,P2          ;CHECK REQUEST TO SEND
291    72,90          JB3 NSD          ;IF RQS. IS HI GOTO NSD
293    23,FB          MOV A,FB         ;SEND REQ.TO REC.
295    3A             OUTL P2,A
296    36,90          JT0 NSD          ;CHECK START BIT
298    54,F4          CALL HBIT
29A    36,B4          JT0 ERR          ;JUMP IF ERROR
29C    BA,08          MOV R2,08        ;INPUT DATA 8 BIT
29E    54,F0   LOOP;  CALL 1BIT
2A0    97             CLR C
2A1    26,A4          JNT0 LLA
2A3    A7             CPL C
2A4    67      LLA;   RRCA
2A5    EA,9E          DJNZ R2,LOOP
2A7    54,F0          CALL 1BIT
2A9    26,B4          JNT0 ERR         ;CHECK STOP BIT 1
2AB    54,F0          CALL 1BIT
2AD    26,B4          JNT0 ERR         ;CHECK STOP BIT 2
2AF    54,F4          CALL HBIT
2B1    A9             MOV R1,A         ;SAVE DATA IN R1
2B2    44,B9          JMP RDY
```



```
2B4    0A      ERR;   IN A,P2          ;IF ERROR CHECK FOR RESTART
2B5    72,90          JB3 NSD          ;IF RQS IS NOT HI GOTO NSD
2B7    44,B4          JMP ERR
2B9    23,FF   RDY;   MOV A,FF        ;OFF RQS.
2BB    3A             OUTL P2,A
2BC    54,F0          CALL 1BIT
2BE    BD,FD          MOV R5,FD
2C0    54,C0          CALL ODA         ;SEND DATA TO SYSTEM FOR CHECK
2C2    54,F4          CALL HBIT
2C4    0A             IN A,P2          ;IF CORRECT RQR IS OFF
2C5    72,C9          JB3 OPD
2C7    44,90          JMP NSD          ;IF ERROR JUMP TO NSD
2C9    F9      OPD;   MOV A,R1         ;IF DATA =00 JUMP TO NSD
2CA    37             CPL A
2CB    03,00          ADD A,00
2CD    37             CPL A
2CE    44,00          JMP CONT
2D0    23,FB   ODA;   MOV A,FB        ;OUT DATA 1
2D2    3A             OUTL P2,A
2D3    54,F0          CALL 1BIT
2D5    5D             ANL A,R5         ;OUT DATA 0
2D6    3A             OUTL P2,A
2D7    54,F0          CALL 1BIT
2D9    B8,08          MOV R0,08        ;OUT DATA 8 BITS
2DB    F9             MOV A,R1
2DC    E7      ODT;   RL A
2DD    A9             MOV R1,A
2DE    4D             ORL A,R5
2DF    3A             OUTL P2,A
2E0    54,F0          CALL 1BIT
2E2    F9             MOV A,R1
2E3    E8,DC          DJNZ R0,ODT
2E5    23,FF          MOV A,FF         ;OUT STOP BIT 1
2E7    3A             OUTL P2,A
2E8    54,F0          CALL 1BIT
2EA    3A             OUTL P2,A        ;OUT STOP BIT 2
2EB    54,F0          CALL 1BIT
2ED    83             RET
                      |
                      |
ROUTIEN FOR GENERATE TIMING OF 1 BIT AND HALF BIT
                      |
                      |
2F0    BC,CA   1BIT;  MOV R4,CA
2F2    44,F6          JMP HLP
2F4    BC,65   HBIT;  MOV R4,65
2F6    BB,0A   HLP;   MOV R3,0A
2F8    EB,FB   LOV;   DJNZ R3,LOV
2FA    EC,F6          DJNZ R4,HLP
2FC    83             RET
                      |
300    C6,10   CONT;  JZ A1
302    F9             MOV A,R1         ;TRANSFER DATA TO
                                       ;INFORMATION AREA
303    B8,22          MOV R0,22
                      |
305    A0             MOV @R0,A
306    24,10          JMP OUT1         ;ACTIVATE TRANSMITTER
310    44,90          JMP NSD

**********************************
        END OF PROGRAM
**********************************
```

(ฉ)

```
;*********************************************
;ALARM SYSTEM PROGRAM IN THE SECTION OF ALARM'S
;SENDING IN TELEPHONE'S LINE.
;THIS PROGRAM IS EXECUTED BY Z-80 CPU.
;WRITTEN BY PANOM PETCHJATUPORN.
;ADVISER BY DR.SITTHICHAI POKAIYA-UDOM.
;*********************************************
                        ;
                        ;
                        ;
RAM DEFINE AS THE FOLLOWING BELOW:-
7C0     EXBUF   EQU     17C0H   ;STATION CODE&TEL NO. BUFFER.
7D8     ECNT    EQU     17D8H   ;TX/RX ERROR-COUNT BUFFER.
7D9     LOCPNT  EQU     17D9H   ;VAL A1-AA INDICATES NO. OF
                                ;EMERGENCY CODE THAT ACTIVATE TX STATION
                                ;WHILE SENDING DATA THROUGH TEL.LINES.
7DA     PWUP    EQU     17DAH   ;POWER-UP CHECK BUFFER.
7DB     RBUF    EQU     17DBH   ;TEL.LINES DATA INPUT BUFFER.
7E2     A1BUF   EQU     17E2H   ;RADIO RX CODE BUFFER.
                        ;
                        ;
00'  06 00      START:  LD B,000H       ;POWER UP DELAY.
02'  10 FE      PWDLY:  DJNZ PWDLY
04'  31 17C0            LD SP,017C0H    ;SET INITAIL.
07'  3E 92              LD A,092H       ;INITIAL PPI FOLLOWING
09'  D3 E3              OUT (0E3H),A    ;BELOW:-
                                        ;PA IS INPUT PORT.
                                        ;PB IS INPUT PORT.
                                        ;PC IS OUTPUT PORT.
0B'  3E F7              LD A,0F7H       ;SET LOGIC AT PC.
0D'  D3 E2              OUT(0E2H),A
0F'  3E A5              LD A,0A5H       ;SET POWER CODE.
11'  32 17DA            LD (PWUP),A
14'  AF                 XOR A           ;INIT NO.OF DATA CODE.
15'  32 17D9            LD (LOCPNT),A
18'  00                 NOP
19'  00                 NOP
1A'  DB E1      NXTPLS: IN A,(0E1H)     ;CHECK RQS FROM SYSTEM.
1C'  E6 80              AND 080H
1E'  4F                 LD C,A
1F'  DB E1      LEVEL:  IN A,(0E1H)
21'  E6 80              AND 080H
23'  B9                 CP C
24'  20 F9              JR NZ,LEVEL
26'  00                 NOP
27'  00                 NOP
28'  CD 0380'            CALL BEEPNMI    ;GET DATA FROM SYSTEM.
2B'  C7                 RST 000H
                        ;
                        ;
2C'  C3 0430'           JP INTER
                        ;
                        ;
```

```
                        ;PHONE SERVICE ROUTINE.
                        ;INPUT  :NONE.
                        ;OUTPUT :GET ZONE CODE AND TEL.NO.SAVE IN EXBUF.
                        ;        AND DIAL TO DISTANT END.
                        ;CALL   :TELIN
                        ;        DIAL 1
                        ;        PHONECHK
                        ;        DIAL 2
                                ;
                                ;
003B'  CD 017F'      PHONE:  CALL TELIN      ;CHECK ZONE&TEL.NO.
003E'  CD 0400'              CALL DIAL1      ;DIAL FIRST TEL.NO.
0041'  CD 004C'              CALL PHONECHK   ;DETECT TONE TO CHK.
0044'  CD 0408'              CALL DIAL2      ;DIAL SECOND TEL.NO.
0047'  CD 004C'              CALL PHONECHK   ;DETECT TONE TO CHK.
004A'  18 EF                 JR PHONE        ;PHONE AGAIN IF NOT
                                             ;CONTACT WITH DISTANT
                                             ;END.
                                ;
                                ;
                        ;PHONE CHECK SERVICE ROUTINE.
                        ;INPUT  :RING BACK FROM TEL.'S LINE.
                        ;OUTPUT :NONE.
                        ;CALL   :CHK400.
                                ;
                                ;
004C'  FB       PHONECHK:EI             ;CHCK RING BACK.
004D'  ED 56             IM 1
004F'  2E 08        RING:  LD L,008H
0051'  26 0F        RING1: LD H,00FH
0053'  0E 24        NORING:LD C,024H
0055'  CD 0157'            CALL CHK400
0058'  38 F5                JR C,RING
005A'  FE EE                CP 0EEH
005C'  20 04                JR NZ,RNGCN
005E'  25                   DEC H
005F'  20 F2                JR NZ,NORING
0061'  C9                   RET
                            ;
0062'  2D           RNGCN: DEC L
0063'  20 EC               JR NZ,RING1
0065'  C9                   RET
                            ;
0066'  C3 0380'             JP BEEPNMI
                            ;
                            ;
                        ;CHECK 900 HZ SERVICE ROUTINE.
                        ;INPUT  :SIGNAL 900 HZ FROM TEL.'S LINE.
                        ;OUTPUT :NONE.
                        ;CALL   :D25MS.
                                ;
                                ;
0069'  06 20         CHK900: LD B,020H       ;CHECK TONE 900HZ
006B'  CD 0132'      NO900:  CALL D25MS      ;ANSWER BACK.
006E'  DB E1                 IN A,(0E1H)
```

```
0070'  E6 20                 AND 020H
0072'  28 05                 JR Z,CNT900
0074'  10 F5                 DJNZ NO900
0076'  3E EE                 LD A,0EEH
0078'  C9                    RET
                             ;
                             ;
0079'  06 01         CNT900: LD B,001H
007B'  CD 0132'      CON900: CALL D25MS
007E'  DB E1                 IN A,(0E1H)
0080'  E6 20                 AND 020H
0082'  78                    LD A,B
0083'  C0                    RET NZ
0084'  04                    INC B
0085'  78                    LD A,B
0086'  B9                    CP C
0087'  38 F2                 JR C,CON900
0089'  37                    SCF
008A'  C9                    RET
                             ;
                             ;
                        ;SEND ZONE CODE 3 DIGIT SERVICE ROUTINE.
                        ;INPUT  ;ZONE CODE IN EXBUF.
                        ;OUTPUT ;SEND ZONE CODE TO DISTANT END.
                        ;CALL   :F1500
                        ;        :F900
                                ;
                                ;
0091'  0E 03         OUT3D:  LD C,003H       ;SEND ZONE CODE.
0093'  7E            OUTDGT: LD A,(HL)
0094'  07                    RLCA
0095'  07                    RLCA
0096'  07                    RLCA
0097'  07                    RLCA
0098'  06 04                 LD B,004H
009A'  17            OUTFRQ: RLA
009B'  DC 00C4'              CALL C,F1500    ;IF 1 SEND FREQ 15
009E'  D4 00A8'              CALL NC,F900    ;IF 0 SEND FREQ 90
00A1'  10 F7                 DJNZ OUTFRQ
00A3'  23                    INC HL
00A4'  0D                    DEC C
00A5'  20 EC                 JR NZ,OUTDGT
00A7'  C9                    RET
                             ;
                             ;
                        ;FREQUENCY 900 HZ SERVICE ROUTINE.
                        ;INPUT  :NONE.
                        ;OUTPUT :SEND FREQ8 900 HZ TO TEL.'S LINE.
                        ;CALL   :D75MS.
                                ;
                                ;
00A8'  C5            F900:  PUSH BC          ;SEND FREQ 900HZ L
00A9'  F5                   PUSH AF          ;55 MS.
00AA'  0E 03                LD C,003H
00AC'  06 78         F9001: LD B,078H
```

```
00AE' 3E 01          F9002: LD A,001H
00B0' D3 E3                 OUT (0E3H),A
00B2' CD 03F0'              CALL D755MS
00B5' 3E 00                 LD A,000H
00B7' D3 E3                 OUT (0E3H),A
00B9' CD 03F0'              CALL D755MS
00BC' 10 F0                 DJNZ F9002
00BE' 0D                    DEC C
00BF' 20 E8                 JR NZ,F9001
00C1' F1                    POP AF
00C2' C1                    POP BC
00C3' C9                    RET
                            ;
                            ;
                ;FREQUENCE 1500 HZ SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;NONE.
                ;OUTPUT ;SEND FREQS 1500 HZ TO TEL.'LINE.
                ;CALL   ;D733MS.
                            ;
                            ;
00C4' C5             F1500: PUSH BC          ;SEND FREQ 1500 HZ
00C5' F5                    PUSH AF         ;LONG 33 MS.
00C6' 0E 03                 LD C,003H
00C8' 06 C8          F1500I: LD B,0C8H
00CA' 3E 01          F1500Z: LD A,001H
00CC' D3 E3                 OUT (0E3H),A
00CE' CD 03F6'              CALL D733MS
00D1' 3E 00                 LD A,000H
00D3' D3 E3                 OUT (0E3H),A
00D5' CD 03F6'              CALL D733MS
00D8' 10 F0                 DJNZ F1500Z
00DA' 0D                    DEC C
00DB' 20 E8                 JR NZ,F1500I
00DD' F1                    POP AF
00DE' C1                    POP BC
00DF' C9                    RET
                            ;
                            ;
                ;RECEIVE CODE 3 DIGIT SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;SIGNAL FROM TEL.'S LINE.
                ;OUTPUT ;SAVE CODE IN REG.HL.
                ;CALL   ;D200MS.
                ;       D1725MS.
                            ;
                            ;
00E0' 06 03          IN3D: LD B,003H        ;GET DATA FROM TEL.LINE
00E2' C5             INDGT: PUSH BC         ;3 DIGIT WHICH DISTANT
00E3' AF                    XOR A           ;ANSWER BACK FOR CHECK
00E4' 0E 04                 LD C,004H       ;CODE.
00E6' 08                    EX AF,AF'
00E7' 06 0C          NXTBIT: LD B,00CH
00E9' CD 0129'              CALL D200MS
00EC' DB E1          NODATA: IN A,(0E1H)
00EE' 2F                    CPL
00EF' E6 60                 AND 060H
```



```
00F1' 20 09                 JR NZ,DATAIN
00F3' CD 0118'              CALL D1725MS
00F6' 10 F4                 DJNZ NODATA
00F8' 3E EE                 LD A,0EEH
00FA' C1                    POP BC
00FB' C9                    RET
                            ;
                            ;
00FC' CB 6F          DATAIN: BIT 5,A        ;GET DATA FROM TEL.
00FE' 28 11                 JR Z,DATA1      ;LINE.
0100' 08                    EX AF,AF'
0101' CB 27                 SLA A
0103' 08             BITCON: EX AF,AF'
0104' CD 0129'              CALL D200MS
0107' 0D                    DEC C           ;DATA IN BCD FORM
0108' 20 DD                 JR NZ,NXTBIT    ;(4 BITS PER DIGIT)
010A' 08                    EX AF,AF'
010B' 77                    LD (HL),A
010C' 23                    INC HL
010D' C1                    POP BC
010E' 10 D2                 DJNZ INDGT
0110' C9                    RET
                            ;
                            ;
0111' 08             DATA1: EX AF,AF'
0112' 37                    SCF
0113' 17                    RLA
0114' 18 ED                 JR BITCON
0116' 00                    NOP
0117' 00                    NOP
                            ;
                            ;
                ;DELAY TIME SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;NONE.
                ;OUTPUT ;NONE.
                ;CALL   ;NONE.
                            ;
                            ;
0118' 11 005B       D1725MS: LD DE,005BH
0119' 18 18                 JR DELAY
                            ;
011B' CD 0120'      D3200MS: CALL D1600MS
0120' CD 0123'      D1600MS: CALL D800MS
0123' CD 0126'       D800MS: CALL D400MS
0126' CD 0129'       D400MS: CALL D200MS
0129' CD 012         D200MS: CALL D100MS
012C' CD 012F'       D100MS: CALL D50MS
012F' CD 0132'        D50MS: CALL D25MS
0132' 11 0790         D25MS: LD DE,00790H
0135' 1B              DELAY: DEC DE
0136' 7B                     LD A,E
0137' B2                     OR D
0138' 20 FB                  JR NZ,DELAY
013A' C9                     RET
                             ;
```



```
                ;CHECK DATA SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;DATA FROM TEL.'S LINE.
                ;OUTPUT ;NONE.
                ;CALL   ;D1725MS.
                            ;
                            ;
013B' 0E 05         DATACHK: LD C,005H
013D' 06 C8          NODAT1: LD B,0C8H
013F' 26 04          NODAT2: LD H,004H
0141' CD 0118'       DATCHK: CALL D1725MS
0144' DB E1                  IN A,(0E1H)
0146' 2F                     CPL
0147' E6 60                  AND 060H
0149' 20 08                  JR NZ,CARRIER
014B' 10 F2                  DJNZ NODAT2
014D' 0D                     DEC C
014E' 20 ED                  JR NZ,NODAT1
0150' F1                     POP AF
0151' C9                     RET
                             ;
0152' 00                     NOP
0153' 25            CARRIER: DEC H
0154' 20 EB                  JR NZ,DATCHK
0156' C9                     RET
                             ;
                             ;
                ;CHECK RINGBACK SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;SIGNAL FROM TEL.'LINE.
                ;OUTPUT ;NONE.
                ;CALL   ;D25MS.
                            ;
                            ;
0157' 06 20         CHK400: LD B,020H       ;FIND RINGBACK.
0159' CD 0132'      RNGCHK: CALL D25MS
015C' DB E1                 IN A,(0E1H)
015E' E6 10                 AND 010H
0160' 28 05                 JR Z,RINGIN
0162' 10 F5                 DJNZ RNGCHK
0164' 3E EE                 LD A,0EEH
0166' C9                    RET
                            ;
0167' 06 01         RINGIN: LD B,001H
0169' CD 0132'      RNGCNT: CALL D25MS
016C' DB E1                 IN A,(0E1H)
016E' E6 10                 AND 010H
0170' 78                    LD A,B
0171' C0                    RET NZ
0172' 04                    INC B
0173' 78                    LD A,B
0174' B9                    CP C
0175' 38 F2                 JR C,RNGCNT
0177' 37                    SCF
0178' C9                    RET
                            ;
```

```
                        ;
                        ;GET CODE FROM THUMBWHEEL SWITCH.
                        ;INPUT  ;CODES MUST BE SET ON THUMBWHEEL S.W.
                        ;OUTPUT ;SAVE CODES IN EXBUF.
                        ;CALL   ;FIRST3.
                        ;        LAST7.
                        ;
                        ;
017F' 06 0C             TELIN:  LD B,00CH       ;GET ZONE CODE AND
0181' 21 17C0                   LD HL,EXBUF     ;TEL.NO. 2' NUMBER.
0184' 0E C2                     LD C,0C2H
0186' 79                NEXTNO: LD A,C
0187' D6 10                     SUB 010H
0189' 4F                        LD C,A
018A' D3 E2                     OUT (0E2H),A
018C' 3E 04                     LD A,004H
018E' D3 E3                     OUT (0E3H),A
0190' DB E0                     IN A,(0E0H)
0192' 00                        NOP
0193' E6 0F                     AND 00FH
0195' 77                        LD (HL),A
0196' 23                        INC HL
0197' 3E 05                     LD A,005H
0199' D3 E3                     OUT (0E3H),A
019B' DB E0                     IN A,(0E0H)
019D' 00                        NOP
019E' E6 0F                     AND 00FH
01A0' 77                        LD (HL),A
01A1' 23                        INC HL
01A2' 10 E2                     DJNZ NEXTNO
01A4' CD 01AB'                  CALL FIRST3
01A7' CD 01D3'                  CALL LAST7
01AA' C9                        RET
                        ;
                        ;CHECK 3 DIGIT(MSD)OF TEL.NO.ROUTINE.
                        ;INPUT  ;CODES IN EXBUF.
                        ;OUTPUT ;ASSUME 3 DIGITS ARE XYZ
                        ;        THIS ROUTINE WILL CHECK FROM X TO Z
                        ;        WHICH FIND VALUE > 0 OF IT.THE DIGIT
                        ;        BEFORE IT NOT USE TO DIAL,THE AFTER
                        ;        IF 0 MUST CHANGE TO 0AH.
                        ;CALL   ;AREA
                        ;
                        ;
01AB' 21 17C4           FIRST3: LD HL,EXBUF+4   ;CHECK NUMBER OF TEL.
01AE' CD 01B4'                  CALL AREA       ;AND ZONE CODES.
01B1' 21 17CE                   LD HL,EXBUF+0EH
01B4' 3E 00              AREA:  LD A,000H
01B6' BE                        CP (HL)
01B7' 20 0B                     JR NZ,ANO1
01B9' 23                        INC HL
01BA' BE                        CP (HL)
01BB' 20 08                     JR NZ,ANO2
01BD' 23                        INC HL
```



```
01BE' BE                        CP (HL)
01BF' C8                        RET Z
01C0' 06 02                     LD B,002H
01C2' 18 04                     JR CHKNOO
                        ;
                        ;
01C4' 23                ANO1:   INC HL
01C5' 23                ANO2:   INC HL
01C6' 06 03                     LD B,003H
01C8' 3E 00             CHKNOO: LD A,000H
01CA' BE                NXTANO: CP (HL)
01CB' 20 02                     JR NZ,NOTO
01CD' 36 0A                     LD (HL),00AH
01CF' 2B                NOTO:   DEC HL
01D0' 10 F8                     DJNZ NXTANO
01D2' C9                        RET
                        ;
                        ;
                        ;CHECK NEXT 7 DIGITS ROUTINE.
                        ;INPUT  ;CODES IN EXBUF.
                        ;OUTPUT ;IF FIND ANY DIGIT TO BE 0 THEN
                        ;        CHANGE TO VALUE 0AH.
                        ;CALL   ;TEL.
                        ;
                        ;
01D3' 21 17C7           LAST7:  LD HL,EXBUF+7
01D6' CD 01DC'                  CALL TEL
01D9' 21 17D1                   LD HL,EXBUF+11H
01DC' 3E 00              TEL:   LD A,000H
01DE' 06 07                     LD B,007H
01E0' 0E FF                     LD C,0FFH
01E2' BE                TELNO:  CP (HL)
01E3' 28 04                     JR Z,TNOO
01E5' 0E 00                     LD C,000H
01E7' 18 05                     JR TNOTO
                        ;
                        ;
01E9' B9                TNOO:   CP C
01EA' 20 02                     JR NZ,TNOTO
01EC' 36 0A                     LD (HL),00AH
01EE' 23                TNOTO:  INC HL
01EF' 10 F1                     DJNZ TELNO
01F1' C9                        RET
                        ;
                        ;
01F2' 06 00             CHKBACK:LD B,00         ;CHECK CODE WHICH RCV.
01F4' 10 FE             LOOPB:  DJNZ LOOPB      ;FROM SYSTEM.
01F6' DB E1                     IN A,(0E1H)     ;CHECK RQS FROM SYS.
01F8' CB 47                     BIT 0,A
01FA' CA 026A'                  JP Z,LOCLOAD
01FD' 3E A1                     LD A,0A1H
01FF' 32 17D9'                  LD (LOCPNT),A
0201' C9                        RET
                        ;
                        ;
```



```
                        ;DELAY TIME FOR TRANSCEIVING DATA WITH SYSTEM.
                        ;INPUT  ;NONE.
                        ;OUTPUT ;NONE.
                        ;CALL   ;NONE.
                        ;
                        ;
0202' 16 0A             BIT:    LD D,0AH        ;DELAY TIME 1 BIT.
0204' 18 02                     JR DEL2
0206' 16 05             HBIT:   LD D,05H        ;DELAY TIME HBIT.
0208' 1E E2             DEL2:   LD D,0E2H
020A' 1D                DEL1:   DEC E
020B' 20 FD                     JR NZ DEL1
020D' 15                        DEC D
020E' 20 FB                     JR NZ DEL2
0210' C9                        RET
                        ;
                        ;
                        ;DIAL SERVICE ROUTINE.
                        ;INPUT  ;CODES IN EXBUF.
                        ;OUTPUT ;DIAL TO DISTANT END.
                        ;CALL   ;D320MS.
                        ;        D50MS.
                        ;        D400MS.
                        ;
                        ;
0227' 21 17C4           DIAL01: LD HL,EXBUF+4   ;DIAL FIRST TEL.NO.
022A' 18 03                     JR GODIAL
                        ;
022C' 21 17CE           DIAL02: LD HL,EXBUF+0EH ;DIAL SECOND TEL.NO
022F' 3E 06             GODIAL: LD A,006H
0231' D3 E3                     OUT (0E3H),A
0233' CD 011D'                  CALL D3200MS
0236' 3E 07                     LD A,007H
0238' D3 E3                     OUT (0E3H),A
023A' CD 011D'                  CALL D3200MS
023D' 0E 0A                     LD C,00AH
023F' 3E 00             NXTDIL: LD A,000H
0241' BE                        CP (HL)
0242' 28 14                     JR Z,NOTDIL
0244' 46                        LD B,(HL)
0245' 3E 06             PLSCNT: LD A,006H
0247' D3 E3                     OUT (0E3H),A
0249' CD 012F'                  CALL D50MS
024C' 3E 07                     LD A,007H
024E' D3 E3                     OUT (0E3H),A
0250' CD 012F'                  CALL D50MS
0253' 1D F0                     DJNZ PLSCNT
0255' CD 0126'                  CALL D400MS
0258' 23                NOTDIL: INC HL
0259' 0D                        DEC C
025A' 20 E3                     JR NZ,NXTDIL
025C' C9                        RET
                        ;
025D' 11 17E2            SHIFT: LD DE,A1BUF
0260' 21 17E5                   LD HL,A1BUF+3
```

```
                ;DELAY TIME FOR TRANSCEIVING DATA WITH SYSTEM.
                ;INPUT  :NONE.
                ;OUTPUT :NONE.
                ;CALL   :NONE.
                        |
                        |
0202'  16 0A    1BIT:   LD D,0AH        ;DELAY TIME 1 BIT.
0204'  18 02            JR DEL2
0206'  16 05    HBIT:   LD D,05H        ;DELAY TIME HBIT.
0208'  1E E2    DEL2:   LD D,0E2H
020A'  1D       DEL1:   DEC E
020B'  20 FD            JR NZ DEL1
020D'  15               DEC D
020E'  20 F8            JR NZ DEL2
0210'  C9               RET
                        |
                        |
                ;DIAL SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  :CODES IN EXBUF.
                ;OUTPUT :DIAL TO DISTANT END.
                ;CALL   :D320MS.
                ;        D50MS.
                ;        D400MS.
                        |
                        |
0211'  21 17C4  DIAL01: LD HL,EXBUF+4   ;DIAL FIRST TEL.NO.
0214'  18 03            JR GODIAL
                        |
0216'  21 17CE  DIAL02: LD HL,EXBUF+0EH ;DIAL SECOND TEL.NO.
0219'  3E 06    GODIAL: LD A,006H
021B'  D3 E3            OUT (0E3H),A
021D'  CD 011D'         CALL D3200MS
0220'  3E 07            LD A,007H
0222'  D3 E3            OUT (0E3H),A
0224'  CD 011D'         CALL D3200MS
0227'  0E 0A            LD C,00AH
0229'  3E 00    NXTDIL: LD A,000H
022B'  BE               CP (HL)
022C'  28 14            JR Z,NOTDIL
022E'  46               LD B,(HL)
022F'  3E 06    PLSCNT: LD A,006H
0231'  D3 E3            OUT (0E3H),A
0233'  CD 012F'         CALL D50MS
0236'  3E 07            LD A,007H
0238'  D3 E3            OUT (0E3H),A
023A'  CD 012F'         CALL D50MS
023D'  10 F0            DJNZ PLSCNT
023F'  CD 0126'         CALL D400MS
0242'  23       NOTDIL: INC HL
0243'  0D               DEC C
0244'  20 E3            JR NZ,NXTDIL
0246'  C9               RET
                        |
0247'  11 17E2  SHIFT:  LD DE,A1BUF
024A'  21 17E3          LD HL,A1BUF+3
```

```
024D'  01 001E          LD BC,001EH
0250'  ED B0            LDIR
0252'  C9               RET
0253'  00               NOP
                        |
                        |
                ;GET CODE FROM SYSTEM SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  :SERIAL DATA CODE FROM SYSTEM.
                ;OUTPUT :SAVE CODE OF SYSTEM IN A1BUF.
                ;CALL   :1BIT.
                ;        HBIT.
                ;        SENDDAT.
                        |
                        |
0254'  DB E1    LOCLOAD:IN A,(0E1H)     ;CHECK RQS AGAIN.
0256'  CB 47            BIT 0,A
0258'  20 3A            JR NZ,NCK
025A'  3E EF            LD A,0EFH       ;SEND RR TO SYSTEM.
025C'  D3 E2            OUT (0E2H),A
025E'  DB E1            IN A,(0E1H)     ;FIND SGN.START BIT.
0260'  CB 4F            BIT 1,A
0262'  20 F0            JR NZ,LOCLOAD   ;IF NOT,CHECK AGAIN.
0264'  CD 0206'         CALL HBIT
0267'  DB E1            IN A,(0E1H)     ;SAMPLING START BIT.
0269'  CB 4F            BIT 1,A
026B'  20 27            JR NZ,NCK       ;FIRST BIT NOT CORRECT.
026D'  CD 0202'         CALL 1BIT
0270'  06 08            LD B,08H        ;GET DATA 8 BITS.
0272'  DB E1    RSL:    IN A,(0E1H)     ;SGN.PROCESS.
0274'  CB 4F            BIT 1,A
0276'  37               SCF
0277'  20 01            JR NZ,LON
0279'  3F               CCF
027A'  CB 1C    LON:    RR A
027C'  CD 0202'         CALL 1BIT
027F'  10 F1            DJNZ RSL
0281'  DB E1            IN A,(0E1H)
0283'  CB 4F            BIT 1,A         ;CHECK STOP BIT.
0285'  28 0D            JR Z,NCK
0287'  CD 0202'         CALL 1BIT
028A'  DB E1            IN A,(0E1H)     ;CHECK STOP BIT.
028C'  CB 4F            BIT 1,A
028E'  28 0D            JR Z,NCK
0290'  CD 0206'         CALL HBIT
0293'  44               LD B,A
0294'  3E FF    NCK:    LD A,0FFH       ;SET RQS TO LOGIC 0.
0296'  D3 E2            OUT (0E2H)
0298'  78               LD A,B
0299'  32 17E2'         LD (A1BUF),A
029C'  CD 0440'         CALL SENDDAT
029F'  C3 01F2'         JP CHKBACK
02A2'  C9               RET
                        |
                ;CHECK SIGNAL IN TEL.LINE SUBROUTINE.
```

```
                        |
                        |
02A3'  F3       MDIINT: DI              ;CHK ANSWER FROM DIST.
02A4'  0E 33            LD C,033H       ;END.
02A6'  CD 0069'         CALL CHK900
02A9'  FE EE            CP 0EEH
02AB'  20 04            JR NZ,ANSWER
02AD'  C9       FAIL:   RET
                        |
                        |
02AE'  00               NOP
02AF'  00               NOP
02B0'  00               NOP
02B1'  FE 28    ANSWER: CP 028H
02B3'  38 F8            JR C,FAIL
02B5'  AF               XOR A
02B6'  32 17D8  TRYMRE: LD (ECNT),A
02B9'  CD 00A8'         CALL F900
02BC'  CD 00A8'         CALL F900
02BF'  CD 00A8'         CALL F900
02C2'  CD 0129'         CALL D200MS
02C5'  21 17C1          LD HL,EXBUF+1
02C8'  CD 0091'         CALL OUT3D
02CB'  CD 036D'         CALL CHK1500
02CE'  FE EE            CP 0EEH
02D0'  20 09            JR NZ,HNDSKE
02D2'  3A 17D8  FAILCK: LD A,(ECNT)
02D5'  3C               INC A
02D6'  FE 03            CP 003H
02D8'  38 DC            JR C,TRYMRE
02DA'  C9               RET
                        |
02DB'  00               NOP
02DC'  00               NOP
02DD'  FE 18    HNDSKE: CP 018H
02DF'  38 F1            JR C,FAILCK
02E1'  CD 0139'         CALL DATACHK
02E4'  21 17D8          LD HL,RBUF
02E7'  CD 00E0'         CALL IN3D
02EA'  CD 0397'         CALL ADDCPRE
02ED'  38 E3            JR C,FAILCK
02EF'  AF               XOR A
02F0'  32 17D8  RETRY:  LD (ECNT),A
02F3'  CD 00A8'         CALL F900
02F6'  CD 00A8'         CALL F900
02F9'  CD 0129'         CALL D200MS
02FC'  21 17E2          LD HL,A1BUF
02FF'  CD 0091'         CALL OUT3D
0302'  CD 036D'         CALL CHK1500
0305'  FE EE            CP 0EEH
0307'  20 0B            JR NZ,LOCCHK
0309'  3A 17D8  LOCERR: LD A,(ECNT)
030C'  3C               INC A
030D'  FE 03            CP 003H
030F'  38 DF            JR C,RETRY
```

```
0328'  C9                  RET
                           ;
0329'  00                  NOP
032A'  00                  NOP
032B'  FE 18        LOCCHK: CP 018H
032D'  38 F1               JR C,LOCERR
032F'  CD 0138'            CALL DATACHK
0332'  21 17DB             LD HL,RBUF
0335'  CD 00E0'            CALL IN3D
0338'  CD 039C'            CALL LOCCPRE
033B'  38 E3               JR C,LOCERR
033D'  CD 00A8'            CALL F900
0340'  CD 00A8'            CALL F900
0343'  CD 00A8'            CALL F900
0346'  CD 00A8'            CALL F900
0349'  0E 40               LD C,040H
034B'  CD 0069'            CALL CHK900
034E'  FE EE               CP 0EEH
0350'  28 CE               JR Z,LOCERR
0352'  FE 18               CP 018H
0354'  38 CA               JR C,LOCERR
0356'  FE 3B               CP 038H
0358'  38 C6               JR C,LOCERR
035A'  21 17D9             LD HL,LOCPNT
035D'  3E A1               LD A,0A1H
035F'  BE                  CP (HL)
0360'  20 01               JR NZ,ALMORE
0362'  C7                  RST 000H
0363'  35           ALMORE: DEC (HL)
0364'  CD 025D'            CALL SHIFT
0367'  C9                  RET
                           ;
                           ;
                ;CHECK FREQS 1500 HZ SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;SIGNAL FROM TEL.'S LINE.
                ;OUTPUT ;NONE.
                ;CALL   ;D25MS.
                           ;
                           ;
036D'  0E 22        CHK1500: LD C,022H
036F'  06 20                 LD B,020H
0371'  CD 0132'      NO1500: CALL D25MS
0374'  DB E1                 IN A,(0E1H)
0376'  E6 40                 AND 040H
0378'  28 05                 JR Z,CNT1500
037A'  10 F5                 DJNZ NO1500
037C'  3E EE                 LD A,0EEH
037E'  C9                    RET
                             ;
037F'  06 01        CNT1500: LD B,001H
0381'  CD 0132'      CON1500: CALL D25MS
0384'  DB E1                 IN A,(0E1H)
0386'  E6 40                 AND 040H
0388'  78                    LD A,B
0389'  C0                    RET NZ
```



```
038A'  04                  INC B
038B'  78                  LD A,B
038C'  B9                  CP C
038D'  38 F2               JR C,CON1500
038F'  37                  SCF
0390'  C9                  RET
                           ;
                           ;
                ;COMPARE CODES SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;CODES WHICH RECEIVE FROM DE.
                ;OUTPUT ;SET CARRY FLAG IF ERR.
                ;CALL   ;NONE.
                           ;
                           ;
0397'  21 17C1      ADDCPRE: LD HL,EXBUF+1
039A'  18 03                 JR CPRE
                             ;
                             ;
039C'  21 17E2      LOCCPRE: LD HL,A1BUF
039F'  11 17DB         CPRE: LD DE,RBUF
03A2'  06 03                 LD B,003H
03A4'  1A           CMPCON:  LD A,(DE)
03A5'  BE                    CP (HL)
03A6'  20 06                 JR NZ,CMPERR
03A8'  23                    INC HL
03A9'  13                    INC DE
03AA'  10 F8                 DJNZ CMPCON
03AC'  A7                    AND A
03AD'  C9                    RET
                             ;
                             ;
03AE'  37           CMPERR:  SCF
03AF'  C9                    RET
                             ;
                             ;
                ;CHECK STATUS SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  ;RCEB FROM SYSTEM.
                ;OUTPUT ;SAVE CODE FROM SYSTEM IN A1BUF.
                ;CALL   ;LOCLOAD.
                             ;
                             ;
03B0'  F5           BEEPNMI: PUSH AF        ;CHECK STATUS.
03B1'  C5                    PUSH BC
03B2'  D5                    PUSH DE
03B3'  E5                    PUSH HL
03B4'  21 17DA               LD HL,PWUP     ;CHECK POWER CODE.
03B7'  3E A5                 LD A,0A5H
03B9'  BE                    CP(HL)
03BA'  28 11                 JR Z,ALINIT    ;YES GOTO GET DATA.
03BC'  31 17C0               LD SP,017C0H   ;REINITIAL STACK.
03BF'  CD 026A'              CALL LOCLOAD   ;GET DATA FROM SYS.
03C2'  3A 17D9               LD A,(LOCPNT)  ;CHECK NO. OF DATA.
03C5'  FE A1                 CP 0A1H
03C7'  C2 0000'              JP NZ,START    ;NOT CORRECT,RESTART.
03CA'  C3 003B'              JP PHONE
```



```
                             ;
03CD'  CD 026A'      ALINIT: CALL    LOCLOAD
03D0'  3A 17D9               LD A,(LOCPNT)
03D3'  FE A1                 CP 0A1H
03D5'  E1                    POP HL
03D6'  D1                    POP DE
03D7'  C1                    POP BC
03D8'  20 04                 JR NZ,ALSEND
03DA'  F1                    POP AF
03DB'  C3 003B'              JP PHONE
                             ;
03DE'  F1            ALSEND: POP AF
03DF'  C3 0000'              JP START
03E2'                        DB 15.
                             ;
03F0'  11 002A       D75MS:  LD DE,002AH
03F3'  C3 0135'              JP DELAY
                             ;
03F6'  11 0017       D73MS:  LD DE,0017H
03F9'  C3 0135'              JP DELAY
                             ;
03FC'                        DB 4
                             ;
0400'  11 0227'      DIAL1:  LD DE,DIAL81
0403'  21 17C4               LD HL,EXBUF+4
0406'  18 06                 JR PDIAL
                             ;
0408'  11 022C'      DIAL2:  LD DE,DIAL82
0408'  21 17CE               LD HL,EXBUF+0EH
040E'  D5            PDIAL:  PUSH DE
040F'  E5                    PUSH HL
0410'  D1                    POP DE
0411'  06 0A                 LD B,00AH
0413'  3E 00                 LD A,000H
0415'  BE            NEXTDL: CP (HL)
0416'  20 0A                 JR NZ,PDIAL1
0418'  23                    INC HL
0419'  10 FA                 DJNZ NEXTDL
041B'  E1            DEXIT:  POP HL
041C'  E1                    POP HL
041D'  23                    INC HL
041E'  23                    INC HL
041F'  23                    INC HL
0420'  E5                    PUSH HL
0421'  C9                    RET
                             ;
0422'  06 0A         PDIAL1: LD B,00AH
0424'  3E 0A                 LD A,00AH
0426'  EB                    EX DE,HL
0427'  BE            PDIAL2: CP (HL)
0428'  38 F1                 JR C,DEXIT
042A'  23                    INC HL
042B'  10 FA                 DJNZ PDIAL2
042D'  E1                    POP HL
042E'  E9                    JP (HL)
```

(ข)

```
                        ;
012F'  00               NOP
0130'  F5           INTER: PUSH AF
0131'  C5                  PUSH BC
0132'  D5                  PUSH DE
0133'  E5                  PUSH HL
0134'  CD 02BA'            CALL MDIINT
0137'  E1                  POP HL
0138'  D1                  POP DE
0139'  C1                  POP BC
013A'  F1                  POP AF
013B'  FB                  EI
013C'  C9                  RET
                        ;
013D'  3E EF        SENDDAT: LD A,0EFH      ;SEND RQS TO SYS.
013F'  D3 E2               OUT (0E2H),A
0141'  DB E1               IN A,(0E1H)      ;CHECK RR FROM SYS.
0143'  CB 47          NRQ: BIT 0,A          ;IS RR LOGIC 0?
0145'  20 FA              JR NZ,NRQ         ;NO CHECK AGAIN.
0147'  3E EF               LD A,0EFH
0149'  D3 E2               OUT (0E2H),A
014B'  CD 0202'            CALL 1BIT        ;DELAY 1 BIT.
014E'  3E 77               LD A,77H         ;SEND START BIT.
0150'  D3 E2               OUT (0E2H),A
0152'  CD 0202'            CALL 1BIT
0155'  06 08               LD B,08          ;DATA 8 BITS.
0157'  3A 17E2'            LD A,(A1BUF)     ;GET CODE.
015A'  0F                  RLCA
015B'  0F                  RLCA
015C'  0F                  RLCA
015D'  D3 E2           BDT: OUT (0E2H),A
015F'  CD 0202'            CALL 1BIT
0162'  10 F8               DJNZ BDT
0164'  3E EF               LD A,0EFH        ;SEND STOP BIT.
0166'  D3 E2               OUT (0E2H),A
0168'  CD 0202'            CALL 1BIT
016B'  D3 E2               OUT (0E2H),A
016D'  CD 0202'            CALL 1BIT
0170'  CD 0206'            CALL HBIT        ;DELAY FOR SYS.CHK.
0173'  C9                  RET
                        ;
                           END
                        ;
*****************************************
            END OF PROGRAM
*****************************************
```



```
                        ;*****************************************
                        ;THIS IS THE PROGRAM OF RECEIVING CODE FROM
                        ;TELEPHONE'S LINE WHICH TO BE EXECUTED BY
                        ; Z-80 CPU.
                        ;WRITTEN BY PANOM  PETCHJATUPORN.
                        ;ADVISER BY DR.SITTHICHAI POKAIYA-UDOM.
                        ;*****************************************
                        ;
;RAM DEFINE AS THE FOLLOWING BELOW:-
;1FD0 -          PRPNT EQU   01FD0H  ;NEXT PRINT BUFFER POINTER.
;1FD3 *          DPPNT EQU   01FD3H  ;DISPLAY-TYPE INDICATOR.
;1FD4            PWUP  EQU   01FD4H  ;POWER-UP CHECK BUFFER.
;1FD5            RNGCNT EQU  01FD5H  ;RING STATUS INDICATOR.
                                    ;(A5,A6,A7,.....)
;1FD6            BOUNCE EQU  01FD6H  ;RING BOUNCE INDICATOR.
;1FD7              ECNT EQU  01FD7H  ;TX/RX ERROR COUNTER.
;1FE0            PRTBUF EQU  1FE0H   ;PRINT DATA BUFFER.
;1FF0             DPBUF EQU  01FF0H  ;DISPLAY DATA BUFFER.
;1FF6              RBUF EQU  1FF6H   ;TEL.LINES DATA INPUT BUFFER.
;1FF              MINBUF EQU  01FFCH  ;MINUTE BUFFER.
;1FFD              HRBUF EQU  01FFDH  ;HOUR BUFFER.
;1FF              DTEBUF EQU  01FFEH  ;DATE BUFFER.
;1FFF             MTHBUF EQU  01FFFH  ;MONTH BUFFER.
                        ;
;65AC            MTPPRT EQU  65ACH   ;LINE PRINT SUBROUTINE.
;63C4             LFEED EQU  63C4H   ;LINE FEED SUBROUTINE.
                        ;
;*************************************************************
                        ;
0000'  06 00        A0000: LD B,000H        ;POWER UP DELAY TIME.
0002'  10 FE        PWDLY: DJNZ PWDLY
0004'  3E 90               LD A,090H        ;GET INIT OF PPI.
0006'  D3 03               OUT (003H),A
0008'  3E C0               LD A,0C0H
000A'  D3 02               OUT (002H),A
                        ;
                        ;
                        ;RAM CHECK SERVICE ROUTINE.
                        ;INPUT  :NONE.
                        ;OUTPUT :IF RAM GOOD WILL PASS.
                        ;        IF BAD WILL LOOP DISPLAY ERROR.
                        ;
                        ;CALL   :NONE.
                        ;
                        ;
000C'  21 1800          LD HL,01800H    ;CHK RAM 2 KBYTES.
000F'  01 0800          LD BC,0800H     ;START AT 1800H.
0012'  7E           RAMCHK: LD A,(HL)   ;TOTAL 800 BYTES.
0013'  2F                  CPL
0014'  77                  LD (HL),A
0015'  7E                  LD A,(HL)
0016'  2F                  CPL
0017'  77                  LD (HL),A
0018'  BE                  CP (HL)
```



```
0019'  28 19               JR Z,NXTRAM     ;RAM GOOD,CHK CONT.
001B'  0E 01               LD C,001H       ;IF BAD,LOOP DISPLAY
001D'  1E 00               LD E,000H       ;TO SHOW ERROR.
001F'  3E C1        RERR1: LD A,0C1H
0021'  06 06               LD B,006H
0023'  21 0755'            LD HL,ERRPAT+5  ;SET HL POINT TO PATT.
0026'  D3 02        RERR2: OUT (002H),A
0028'  ED A8               OUTD
002A'  28 F3               JR Z,RERR1
002C'  CB 27               SLA A
002E'  F6 C0               OR 0C0H
0030'  ED 59               OUT (C),E
0032'  18 F2               JR RERR2        ;LOOP TO DISP.CONTINUE
                        ;
0034'  23           NXTRAM: INC HL         ;CHECK NEXT ADDRESS.
0035'  0B                 DEC BC
0036'  79                  LD A,C
0037'  B0                  OR B
0038'  20 D8               JR NZ,RAMCHK
                        ;
                        ;
003A'  31 1FD0             LD SP,01FD0H    ;SET STACK.
003D'  CD 00A0'            CALL INIT       ;INITIAL DATA IN RAM.
                        ;
                        ;
                        ;KEYBOARD SERVICE ROUTINE.
                        ;
                        ;
0040'  CD 0400'     TMEDPY: CALL TMEDSP    ;DISPLAY TIME.
0043'  18 28               JR DISPLY       ;GOTO DISPLAY.
                        ;
0045'  CD 042B'     DTEDPY: CALL DTEDSP    ;DISPLAY DATE.
0048'  18 23               JR DISPLY
                        ;
004A'  CD 0503'     TIMEST: CALL TMESET    ;SET TIME.
004D'  18 1E               JR DISPLY
                        ;
004F'  CD 059E'     DATEST: CALL DTESET    ;SET DATE.
0052'  18 19               JR DISPLY
                        ;
0054'  CD 0697'      REPRT: CALL REPRINT   ;PRINT DATA AGAIN.
0057'  18 14               JR DISPLY
                        ;
0059'  CD 06AD'      ALPRT: CALL ALLPRINT  ;PRINT ALL DATA IN
005C'  18 0F               JR DISPLY       ;BUFFER RAM.
                        ;
005E'  CD 63C4       PAPERF: CALL LFEED    ;LINE FEED.
0061'  18 0A               JR DISPLY
                        ;
0063'  FF                  RST 038H
0064'  18 03               JR ALMOFF       ;OFF ALARM SOUND.
                        ;
0066'  C3 01EA'            JP RNGNMI       ;HAVE RINGING.
                        ;
0069'  3E 9F         ALMOFF: LD A,09FH
```

```
D3 80           OUT (080H),A
                ;
                ;
;KEYBOARD'S VALUE DEFINE.
                ;
                ;
TDSPCD  EQU 22H
 DDSPCD EQU 1FH
  TSETCD EQU 23H
  DSETCD EQU 1EH
  RPRTCD EQU 10H
  APRTCD EQU 11H
  PFEDCD EQU 19H
  AOFFCD EQU 12H
                ;
                ;
CD 0461'    DISPLY: CALL SCAN       ;SCAN DISP.&KEYBOARD.
FE 22               CP TDSPCD       ;IS TIME DISP.CODE?
28 CC               JR Z,TMEDPY     ;YES,GOTO TMEDPY.
FE 1F               CP DDSPCD       ;IS DATE DISP.CODE?
28 CD               JR Z,DTEDPY     ;YES,GOTO DTEDPY.
FE 23               CP TSETCD       ;IS TIME SET CODE?
28 CE               JR Z,TIMEST     ;YES,GOTO TIMEST.
FE 1E               CP DSETCD       ;IS DATE SET CODE?
28 CF               JR Z,DATEST     ;YES,GOTO DATEST.
FE 10               CP RPRTCD       ;IS REPRINT CODE?
28 D0               JR Z,REPRT      ;YES,GOTO REPRT.
FE 11               CP APRTCD       ;IS ALL PRINT CODE?
28 D1               JR Z,ALPRT      ;YES,GOTO ALPRT.
FE 19               CP PFEDCD       ;IS PAPER FEED CODE?
28 D2               JR Z,PAPERF     ;YES,GOTO PAPERF.
FE 12               CP AOFFCD       ;IS ALARM OFF CODE?
28 D9               JR Z,ALMOFF     ;YES,GOTO ALMOFF.
18 DB               JR DISPLY       ;SCAN DISP.&KEYBOARD
                                    ;CONTINUE.
                ;
                ;
3A 1FD4     INIT: LD A,(PWUP)     ;CHK POWER CODE.
FE A5             CP 0A5H
28 1F             JR Z,INIT1      ;IF NOT FIRST APPLY
                                  ;POWER TO SYSTEM
                                  ;GOTO INIT1.
3E A5             LD A,0A5H       ;SAVE POWER CODE.
32 1FD4           LD (PWUP),A
21 1800           LD HL,01800H
22 1FD0           LD (PRPNT),HL   ;SET POINTER OF PRINTER.
21 1FFC           LD HL,MINBUF    ;CLEAR MINUTE BUFFER.
AF                XOR A
77                LD (HL),A
23                INC HL
3E 12             LD A,012H       ;INITAIL DATA IN BUFFER.
77                LD (HL),A
23                INC HL
3E 01             LD A,001H
77                LD (HL),A
```



```
008F'   23              INC HL
00C0'   77              LD (HL),A
00C1'   3E 00           LD A,000H
00C3'   32 1FD5         LD (RNGCNT),A
00C6'   3E 90       INIT1: LD A,090H    ;INITAIL PORT OF PPI.
00C8'   D3 03              OUT (003H),A
00CA'   3E C0              LD A,0C0H
00CC'   D3 02              OUT (002H),A
00CE'   0E 82              LD C,082H
00D0'   06 05              LD B,005H
0002'   21 0712'           LD HL,PIOINIT   ;INIT DATA THROUGH PPI.
00D5'   ED B3              OTIR
00D7'   0E 83              LD C,083H
00D9'   06 05              LD B,005H
00DB'   21 0717'           LD HL,PIOINIT+5
00DE'   ED B3              OTIR
00E0'   3E 1F              LD A,01FH
00E2'   D3 80              OUT (080H),A
00E4'   DD 21 1FF0         LD IX,DPBUF     ;SET IX POINT TO DISPLAY
00E8'   3E 00              LD A,000H       ;BUFFER RAM.
00EA'   ED 47              LD I,A          ;SET INTERUPT VECTER.
00EC'   FB                 EI              ;ENABLE INTERUPT.
00ED'   ED 5E              IM 2            ;SET INTERUPT MODE 2.
00EF'   C9                 RET
                ;
                ;
                ;DELAY TIME SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  :NONE.
                ;OUTPUT :NONE.
                ;
                ;
00F0'   11 0024     D755MS: LD DE,0024H     ;DELAY TIME 55 MS.
00F3'   18 22               JR DELAY
                ;
00F5'   11 0016     D733MS: LD DE,0016H     ;DELAY TIME 33 MS.
00F8'   18 1D               JR DELAY
                ;
00FA'   11 0052     D1725MS: LD DE,0052H    ;DELAY TIME 25 MS.
00FD'   18 18               JR DELAY
                ;
00FF'   CD 0102'    D3200MS: CALL D1600MS   ;DELAY TIME ROUTINE.
0102'   CD 0105'    D1600MS: CALL D800MS
0105'   CD 0108'     D800MS: CALL D400MS
0108'   CD 010B'     D400MS: CALL D200MS
010B'   CD 010E'     D200MS: CALL D100MS
010E'   CD 0111'     D100MS: CALL D50MS
0111'   CD 0114'      D50MS: CALL D25MS
0114'   11 06AA      D25MS: LD DE,06AAH
0117'   1B            DELAY: DEC DE
0118'   7B                   LD A,E
0119'   B2                   OR D
011A'   20 FB               JR NZ,DELAY
011C'   C9                 RET
                ;
                ;
```



```
                ;CHECK FREQS 900 HZ SERVICE ROUTINE.
                ;INPUT  :SIGNAL FROM TEL.'S LINE.
                ;OUTPUT :NONE.
                ;CALL   :D25MS.
                ;
                ;
011D'   06 20   CHK900: LD B,020H       ;FIND 900 HZ IN TEL
011F'   CD 0114' NO900  CALL D25MS      ;LINE.
0122'   DB 81           IN A,(081H)     ;DETECT PULSE.
0124'   E6 20           AND 020H        ;FIND POST.EDGE.
0126'   20 05           JR NZ,CNT900    ;POST,GOTO CNT900.
0128'   10 F5           DJNZ NO900      ;NO,CHECK AGAIN.
012A'   3E EE           LD A,0EEH
012C'   C9              RET
                ;
                ;
012D'   06 01   CNT900: LD B,001H       ;SET COUNTER.
012F'   CD 0114' CON900: CALL D25MS     ;DELAY TIME FOR
0132'   DB 81           IN A,(081H)    ;SAMPLING.
0134'   E6 20           AND 020H
0136'   78              LD A,B
0137'   C8              RET Z           ;SAMPLING NOT FOUND
0138'   04              INC B           ;COUNT PULSE FOR
0139'   78              LD A,B          ;MAKE SURE IT A LO
013A'   B9              CP C            ;O.
013B'   38 F2           JR C,CON900
013D'   37              SCF             ;SET CARRY FLAG.
013E'   C9              RET
                ;
                ;
                ;SEND ADDRESS 3 DIGITS ROUTINE.
                ;INPUT  :CODES FROM DIP-SWITCH.
                ;OUTPUT :SEND ADD.CODES BACK TO TEL.'S LINE
                ;CALL   :F1500.
                ;       :F900.
                ;
                ;
0145'   0E 03    OUT3D: LD C,003H      ;SEND DATA 3 DIGITS
0147'   7E      OUTDGT: LD A,(HL)       ;DISTANT END.
0148'   07            RLCA
0149'   07            RLCA
014A'   07            RLCA
014B'   07            RLCA
014C'   06 04         LD B,004H        ;SEND DATA IN THE F
014E'   17     OUTFRQ: RLA             ;OF FREQS.
014F'   DC 0178'       CALL C,F1500    ;DATA 1 SEND 1500 H
0152'   D4 015C'       CALL NC,F900    ;DATA 0 SEND  900 H
0155'   10 F7          DJNZ OUTFRQ
0157'   23            INC HL
0158'   0D            DEC C
0159'   20 EC         JR NZ,OUTDGT
015B'   C9            RET
                ;
                ;
                ;SEND FREQS.900HZ IN TEL.'S LINE ROUTINE.
```

```
;INPUT  :NONE.
;OUTPUT :SEND FREQS 900HZ IN TEL.'S LINE
;        IF DATA BIT IS ZERO.
;CALL   :D75SMS.
;
C5      F900: PUSH BC           ;SEND FREQS.900 HZ TO
F5            PUSH AF           ;TEL.'S LINE.
0E 03         LD C,003H
06 78   F9001: LD B,078H
3E FF   F9002: LD A,0FFH
D3 81         OUT (081H),A
CD 00F0'      CALL D75SMS
3E 7F         LD A,07FH
D3 81         OUT (081H),A
CD 00F0'      CALL D75SMS
10 F0         DJNZ F9002
0D            DEC C
20 EB         JR NZ,F9001
F1            POP AF
C1            POP BC
C9            RET
              ;
              ;
;SEND FREQS 1500 HZ IN TEL.'S LINE.
;INPUT  :NONE.
;OUTPUT :SEND FREQS 1500 HZ IN TEL.'S LINE
;        IF DATA IS ONE.
;CALL   :D733MS.
              ;
              ;
C5      F1500: PUSH BC          ;SEND FREQS 1500 HZ TO
F5             PUSH AF          ;TEL.'S LINE.
0E 03          LD C,003H
06 C8   F15001: LD B,0C8H
3E FF   F15002: LD A,0FFH
D3 81          OUT (081H),A
CD 00F5'       CALL D733MS
3E 7F          LD A,07FH
D3 81          OUT (081H),A
CD 00F5'       CALL D733MS
10 F0          DJNZ F15002
0D             DEC C
20 EB          JR NZ,F15001
F1             POP AF
C1             POP BC
C9             RET
               ;
               ;
;GET ADD.CODES 3 DIGITS FROM TEL.'S LINE.
;INPUT  :CODES FROM TEL.'S LINE.
;OUTPUT :NONE.
;CALL   :D200MS.
;        D1725MS.
               ;
```



```
0194'  06 03      IN3D: LD B,003H       ;GET DATA 3 DIGITS
0196'  C5         INDGT: PUSH BC        ;FROM TEL.'S LINE.
0197'  AF               XOR A
0198'  0E 04            LD C,004H
019A'  08               EX AF,AF'
019B'  06 0C      NXTBIT: LD B,00CH
019D'  CD 010B'           CALL D200MS
01A0'  DB 81      NODATA: IN A,(081H)   ;READ DATA FROM TEL.'S
01A2'  00               NOP             ;LINE.
01A3'  E6 60            AND 060H
01A5'  20 09            JR NZ,DATAIN    ;DATA O.K. GOTO DATAIN.
01A7'  CD 00FA'         CALL D1725MS
01AA'  10 F4            DJNZ NODATA     ;CHECK AGAIN.
01AC'  3E EE            LD A,0EEH
01AE'  C1               POP BC
01AF'  C9               RET
                        ;
01B0'  CB 6F      DATAIN: BIT 5,A       ;CHECK DATA.
01B2'  28 11            JR Z,DATA1      ;IF DATA IS 1 GOTO
01B4'  08               EX AF,AF'       ;DATA1
01B5'  CB 27            SLA A           ;IF NOT SLA.
01B7'  08         BITCON: EX AF,AF'
01B8'  CD 010B'           CALL D200MS
01BB'  0D               DEC C           ;ALL DONE.
01BC'  20 DD            JR NZ,NXTBIT    ;IF NOT,CHECK NEXT.
01BE'  08               EX AF,AF'
01BF'  77               LD (HL),A
01C0'  23               INC HL
01C1'  C1               POP BC
01C2'  10 D2            DJNZ INDGT
01C4'  C9               RET
                        ;
01C5'  08         DATA1: EX AF,AF'      ;DATA IS 1,SCF.
01C6'  37               SCF
01C7'  17               RLA
01C8'  18 ED            JR BITCON
                        ;
                        ;
;FIND FREQS OF DATA SERVICE ROUTINE.
;INPUT  :FREQS. FROM TEL.'S LINE.
;OUTPUT :KNOW THE TIME OF SAMPLING RATE.
;CALL   :D1725MS.
                        ;
                        ;
01CA'  0E 05      DATACHK: LD C,005H
01CC'  06 C8       NODAT1: LD B,0C8H
01CE'  26 04       NODAT2: LD H,004H
01D0'  CD 00FA'    DATCHK: CALL D1725MS
01D3'  DB 81               IN A,(081H)
01D5'  00                  NOP
01D6'  E6 60               AND 060H
01D8'  20 08               JR NZ,CARRIER
01DA'  10 F2               DJNZ NODAT2
01DC'  0D                  DEC C
```



```
01DD'  20 ED               JR NZ,NODAT1
01DF'  C3 0219'            JP TXERR
                           ;
                           ;
01E2'  25         CARRIER: DEC H
01E3'  20 EB               JR NZ,DATCHK
01E5'  C9                  RET
                           ;
                           ;
01E6'  00                  NOP
01E7'  00                  NOP
01E8'  00                  NOP
01E9'  00                  NOP
                           ;
                           ;
;RINGING SERVICE ROUTINE.
                           ;
                           ;
01EA'  31 1FD0    RNGNM1: LD SP,01FD0H    ;SET STACK
01ED'  CD 00A0'           CALL INIT        ;REINIT.
01F0'  3E C0              LD A,0C0H
01F2'  D3 02              OUT (002H),A
01F4'  3E A5              LD A,0A5H
01F6'  32 1FD5            LD (RNGCNT),A    ;SAVE STATUS.
01F9'  C3 021F'           JP RNGCON
01FC'  F6 3E              OR 03EH          ;CHECK STATUS AGAIN.
01FE'  A5                 AND L
01FF'  32 1FD6            LD (BOUNCE),A
0202'  31 1FD0            LD SP,01FD0H     ;SET STACK.
0205'  CD 00A0'           CALL INIT        ;REINIT.
0208'  3E C0              LD A,0C0H
020A'  D3 02              OUT (002H),A
020C'  32 1FD6            LD (BOUNCE),A
020F'  21 1FD5            LD HL,RNGCNT     ;CHECK STATUS OF
0212'  34                 INC (HL)         ;RINGING.
0213'  3E 01              LD A,001H
0215'  BE                 CP (HL)
0216'  38 06              JR C,RNGNG       ;IF CORRECT GOTO RGNG
0218'  C7                 RST 000H         ;IF NOT RESTART.
0219'  AF          TXERR: XOR A            ;DATA ERR.CLEAR STATU
021A'  32 1FD5            LD (RNGCNT),A    ;AND RESTART.
021D'  C7                 RST 000H
021E'  34          RNGNG: INC (HL)
021F'  3E DF       RNGCON: LD A,0DFH       ;HOLD LINE.
0221'  D3 80               OUT (080H),A
0223'  CD 0105'            CALL DB00MS     ;DELAY TIME FOR STABL
0226'  CD 015C'            CALL F900       ;CHECK LEADING SIGNAL
0229'  CD 015C'            CALL F900
022C'  CD 015C'            CALL F900
022F'  0E 33               LD C,033H
0231'  CD 011D'            CALL CHK900
0234'  38 0A               JR C,TXIN       ;IF LEADING CORRECT
0236'  FE EE               CP 0EEH         ;GOTO TXIN.
0238'  CA 0219'            JP Z,TXERR      ;IF NOT ERR.
023B'  FE 28               CP 028H
```

```
023D'  DA 0219'          JP C,TXERR
0240'  AF          TXIN: XOR A
0241'  32 1FD7           LD (ECNT),A
                         ;
                         ;
                ;RX PROCESS SERVICE ROUTINE.
                         ;
                         ;
0244'  CD 01CA'    RXPC: CALL DATACHK     ;NEXT CHECK ADD.CODES.
0247'  21 1FF6           LD HL,RBUF
024A'  CD 0194'          CALL IN3D
024D'  CD 0178'          CALL F1500
0250'  CD 0178'          CALL F1500
0253'  CD 0108'          CALL D200MS
0256'  21 1FF6           LD HL,RBUF
0259'  CD 0145'          CALL OUT3D     ;ANSWER ADD.CODES BACK.
025C'  0E 33             LD C,033H
025E'  CD 011D'          CALL CHK900    ;IS IT CORRECT?
0261'  FE EE             CP 0EEH
0263'  CA 0219'          JP Z,TXERR     ;NONE,TX ERROR.
0266'  FE 28             CP 028H
0268'  38 0E             JR C,TXCHK
026A'  3A 1FD7 TXERR1: LD A,(ECNT)      ;TRY TO CONTACT AGAIN.
026D'  FE 03             CP 03H
026F'  D2 0219'          JP NC,TXERR
0272'  3C                INC A
0273'  32 1FD7           LD (ECNT),A
0276'  18 CC             JR RXPC
                         ;
                         ;
0278'  FE 18       TXCHK: CP 018H
027A'  38 EE             JR C,TXERR1
027C'  AF                XOR A
027D'  32 1FD7           LD (ECNT),A
                         ;
                         ;
                ;GET DATA  CODE 3 DIGITS ROUTINE.
                         ;
                         ;
0280'  CD 01CA'   INDAT: CALL DATACHK
0283'  21 1FF9           LD HL,RBUF+3   ;SET ADD.TO STORE.
0286'  CD 0194'          CALL IN3D      ;GET CODE.
0289'  CD 0178'          CALL F1500
028C'  CD 0178'          CALL F1500
028F'  CD 0108'          CALL D200MS
0292'  21 1FF9           LD HL,RBUF+3
0295'  CD 0145'          CALL OUT3D     ;REPEAT CODES BACK.
0298'  0E 40             LD C,040H
029A'  CD 011D'          CALL CHK900    ;CHECK CORRECT SIGNAL.
029D'  FE EE             CP 0EEH
029F'  CA 0219'          JP Z,TXERR     ;IF NOT,TX ERROR.
02A2'  FE 18             CP 018H
02A4'  DA 0219'          JP C,TXERR
02A7'  FE 38             CP 038H
02A9'  30 0E             JR NC,PCOK     ;RX PROCESS O.K.
```



```
02AB'  3A 1FD7           LD A,(ECNT)
02AE'  FE 03             CP 003H
02B0'  D2 0219'          JP NC,TXERR
02B3'  3C                INC A
02B4'  32 1FD7           LD (ECNT),A
02B7'  18 C7             JR INDAT
                         ;
02B9'  CD 015C'    PCOK: CALL F900        ;DELAY TIME.
02BC'  CD 015C'          CALL F900
02BF'  CD 015C'          CALL F900
02C2'  CD 015C'          CALL F900
02C5'  CD 03A6'          CALL PRTXFER   ;PRINT DATA.
02C8'  CD 06CD'          CALL EMEDPLY   ;DISPLAY EMERGENCY.
02CB'  AF                XOR A
02CC'  32 1FD5           LD (RNGCNT),A  ;CLEAR STATUS.
02CF'  3E BF             LD A,0BFH      ;RELEASE LINE.
02D1'  D3 80             OUT (080H),A
02D3'  21 0090   ALMSND: LD HL,0090H    ;SEND ALARM.
02D6'  CD 04D7'          CALL TONE1K
02D9'  06 20             LD B,020H
02DB'  CD 047A'   EMEDP: CALL SCAN      ;EMERGENCY DISPLAY.
02DE'  FE 12             CP A0FFCD      ;ALARM OFF IS PRESSED?
02E0'  CA 0069'          JP Z,ALMOFF    ;YES,GOTO ALARM OFF.
02E3'  10 F6             DJNZ EMEDP
02E5'  18 EC             JR ALMSND
                         ;
                         ;
0318'  F5        CLKINT: PUSH AF
0319'  C5                PUSH BC
031A'  D5                PUSH DE
031B'  E5                PUSH HL
031C'  CD 0329'          CALL CLKSERV   ;TIME PROCESS.
031F'  E1                POP HL
0320'  D1                POP DE
0321'  C1                POP BC
0322'  F1                POP AF
0323'  FB                EI
0324'  ED 4D             RETI
                         ;
                         ;
                ;TIME PROCESS SERVICE ROUTINE.
                         ;
                         ;
0329'  21 1FFC   CLKSERV: LD HL,MINBUF
032C'  7E                LD A,(HL)
032D'  FE 59             CP 059H
032F'  38 32             JR C,EXIT
0331'  36 00             LD (HL),000H
0333'  23                INC HL
0334'  7E                LD A,(HL)
0335'  FE 23             CP 023H
0337'  38 2A             JR C,EXIT
0339'  28 02             JR Z,HR24
033B'  18 22             JR EX
                         ;
```



```
033D'  36 24      HR24: LD (HL),024H
033F'  23               INC HL
0340'  46               LD B,(HL)
0341'  23               INC HL
0342'  7E               LD A,(HL)
0343'  FE 10            CP 010H
0345'  30 05            JR NC,DAY1
0347'  11 07CF'         LD DE,DCBASE-1
034A'  18 03            JR DAY2
                        ;
034C'  11 07C9'   DAY1: LD DE,DCBASE-7
034F'  83         DAY2: ADD A,E
0350'  5F               LD E,A
0351'  1A               LD A,(DE)
0352'  2B               DEC HL
0353'  B8               CP B
0354'  78               LD A,B
0355'  30 0C            JR NC,EXIT
0357'  36 01            LD (HL),001H
0359'  23               INC HL
035A'  7E               LD A,(HL)
035B'  FE 12            CP 012H
035D'  38 04            JR C,EXIT
035F'  36 01       EX:  LD (HL),001H
0361'  18 04            JR EXIT1
                        ;
0363'  C6 01      EXIT: ADD A,001H
0365'  27               DAA
0366'  77               LD (HL),A
0367'  3A 1FD3   EXIT1: LD A,(DPPNT)
036A'  FE 01            CP 001H
036C'  CA 0400'         JP Z,TMEDSP
036F'  FE 02            CP 002H
0371'  CA 042B'         JP Z,DTEDSP
0374'  FE 03            CP 003H
0376'  28 12            JR Z,MINXF
0378'  FE 04            CP 004H
037A'  28 13            JR Z,HRXF
037C'  FE 05            CP 005H
037E'  28 14            JR Z,DTEXF
0380'  FE 06            CP 006H
0382'  28 15            JR Z,MTHXF
0384'  FE 07            CP 007H
0386'  C2 0000'         JP NZ,A0000
0389'  C9               RET
                        ;
038A'  3A 1FFC   MINXF: LD A,(MINBUF)
038D'  18 00            JR DPBFIL
                        ;
038F'  3A 1FFD   HRXF:  LD A,(HRBUF)
0392'  18 08            JR DPBFIL
                        ;
0394'  3A 1FFE   DTEXF: LD A,(DTEBUF)
0397'  18 03            JR DPBFIL
                        ;
```

```
99' 3A 1FFF      MTHXF: LD A,(MTHBUF)
9C' 21 1FF0      DPBFIL: LD HL,DPBUF
9F' CD 04BB'             CALL HEX7SG
A2' C9                   RET
                         ;
A3' 00                   NOP
A4' 00                   NOP
A5' 00                   NOP
                         ;
                         ;
                 ;CONVERT DATA IN THE FROM OF PRINTING.
                         ;
A6' 2A 1FD0      PRTXFER: LD HL,(PRPNT)
A9' 36 0D                LD (HL),00DH
AB' 23                   INC HL
AC' 11 1FF6              LD DE,RBUF
AF' 06 06                LD B,006H
B1' 1A           BCDASC: LD A,(DE)
B2' F6 30                OR 030H
B4' 77                   LD (HL),A
B5' 13                   INC DE
B6' 23                   INC HL
B7' 10 FB                DJNZ BCDASC
B9' 11 1FFD              LD DE,HRBUF
BC' 06 02                LD B,002H
BE' F3                   DI
BF' 1A           HEXASC: LD A,(DE)        ;CONVERT HEX TO ASCII
C0' CD 04EF'             CALL ASCII       ;CODE.
C3' 1B                   DEC DE
C4' 10 F9                DJNZ HEXASC
C6' 3A 1FFF              LD A,(MTHBUF)
C9' FE 10                CP 010H
CB' 30 05                JR NC,YRASC1
CD' 11 07A9'             LD DE,ASBASE-3
D0' 18 03                JR YRASC2
                         ;
D2' 11 0797'     YRASC1: LD DE,ASBASE-15H
D5' 47           YRASC2: LD B,A
D6' 87                   ADD A,A
D7' 80                   ADD A,B
D8' 83                   ADD A,E
D9' 5F                   LD E,A
DA' 06 03                LD B,003H
DC' 1A           YASCXF: LD A,(DE)
DD' 77                   LD (HL),A
DE' 13                   INC DE
DF' 23                   INC HL
E0' 10 FA                DJNZ YASCXF
E2' 3A 1FFE              LD A,(DTEBUF)
E5' CD 04EF'             CALL ASCII
E8' FB                   EI
E9' 7C                   LD A,H
EA' FE 1E                CP 01EH
EC' 20 08                JR NZ,NOTFUL
```



```
03EE' 7D                 LD A,L
03EF' FE 40              CP 040H
03F1' 20 03              JR NZ,NOTFUL
03F3' 21 1800            LD HL,01800H
03F6' 22 1FD0    NOTFUL: LD (PRPNT),HL
03F9' CD 0697'           CALL REPRINT
03FC' CD 63C4            CALL LFEED
03FF' C9                 RET
                         ;
                         ;
                 ;TIME DISPLAY ROUTINE.
                 ;INPUT  ;DATA IN BUFFER RAM.
                 ;OUTPUT ;CONVERT DATA IN DISPLAY PATTERN.
                 ;CALL   ;HEX7SG.
                         ;
                         ;
0400' 3E 01      TMEDSP: LD A,001H        ;SET DISPLAY POINTER.
0402' 32 1FD3            LD (DPPNT),A
0405' 06 02              LD B,002H
0407' 11 1FFC            LD DE,MINBUF     ;CONVERT MINUTES.
040A' 21 1FF0            LD HL,DPBUF      ;SAVE IN DISPLAY BUFF.
040D' 1A         TDSPXF: LD A,(DE)
040E' CD 04BB'           CALL HEX7SG
0411' 13                 INC DE           ;NEXT CONVERT HOURS.
0412' 10 F9              DJNZ TDSPXF
0414' 2B                 DEC HL           ;SAVE IN DISP.BUFF.
0415' 3E 8D              LD A,08DH
0417' BE                 CP (HL)
0418' 20 02              JR NZ,DPINB
041A' 36 00              LD (HL),000H
041C' 23         DPINB:  INC HL
041D' 36 00              LD (HL),000H
041F' 23                 INC HL
0420' 36 C7              LD (HL),0C7H
0422' 3A 1FF2            LD A,(DPBUF+2)
0425' F6 40              OR 040H
0427' 32 1FF2            LD (DPBUF+2),A
042A' C9                 RET
                         ;
                         ;
                 ;DATE DISPLAY ROUTINE.
                 ;INPUT  ;DATA IN DATE BUFFER RAM.
                 ;OUTPUT ;DISPLAY PATTERN IN BUFFER RAM.
                 ;CALL   ;HEX7SG.
                         ;
                         ;
042B' 3E 02      DTEDSP: LD A,002H        ;SET POINTER.
042D' 32 1FD3            LD (DPPNT),A
0430' 11 1FFE            LD DE,DTEBUF     ;SET DE TO DATE BUFF.
0433' 21 1FF0            LD HL,DPBUF      ;SET HL TO DISP.BUFF.
0436' 1A                 LD A,(DE)
0437' CD 04BB'           CALL HEX7SG      ;CONVERT DATA.
043A' 2B                 DEC HL
043B' 7E                 LD A,(HL)
043C' FE 8D              CP 08DH
```



```
043E' 20 02              JR NZ,DPATO
0440' 36 00              LD (HL),000H
0442' 23         DPATO:  INC HL
0443' 13                 INC DE
0444' 1A                 LD A,(DE)
0445' FE 10              CP 010H
0447' 30 05              JR NC,DPAT1
0449' 11 07DB'           LD DE,BASEMTH-1
044C' 18 03              JR DPAT2
                         ;
044E' 11 07C9'   DPAT1:  LD DE,BASEMTH-13H
0451' 47         DPAT2:  LD B,A
0452' 87                 ADD A,A
0453' 80                 ADD A,B
0454' 83                 ADD A,E
0455' 5F                 LD E,A
0456' 06 03              LD B,003H
0458' 1A         DPATXF: LD A,(DE)
0459' 77                 LD (HL),A
045A' 1B                 DEC DE
045B' 23                 INC HL
045C' 10 FA              DJNZ DPATXF
045E' 36 00              LD (HL),000H
0460' C9                 RET
                         ;
                         ;
                 ;SCAN ROUTINE.
                 ;INPUT  ;NONE.
                 ;OUTPUT ;GET KEY VALUE IF KEY TO BE PRESSED.
                 ;CALL   ;SCAN1.
                         ;
                         ;
0461' DD E5      SCAN:   PUSH IX
0463' 06 04      SCNCON: LD B,004H
0465' CD 047A'   KEYDEL: CALL SCAN1
0468' 30 F9              JR NC,SCNCON
046A' 10 F9              DJNZ KEYDEL
046C' DD E1              POP IX
046E' CD 047A'   SCNNXT: CALL SCAN1
0471' 38 FB              JR C,SCNNXT
0473' 21 071C'           LD HL,KEYTAB
0476' 85                 ADD A,L
0477' 6F                 LD L,A
0478' 7E                 LD A,(HL)
0479' C9                 RET
                         ;
                         ;
                 ;SCAN DISPLAY AND KEYBOARD 1 TIME.
                 ;INPUT  ;NONE.
                 ;OUTPUT ;NONE.
                 ;CALL   ;NONE.
                         ;
                         ;
047A' 37         SCAN1:  SCF
047B' 08                 EX AF,AF'
```

```
047C' D9                EXX
047D' 0E 00             LD C,000H
047F' 1E C1             LD E,0C1H
0481' 26 06             LD H,006H
0483' DD 7E 00    KCOL: LD A,(IX+000H)
0486' D3 01             OUT (001H),A
0488' 7B                LD A,E
0489' D3 02             OUT (002H),A
048B' 06 C9             LD B,0C9H
048D' 10 FE       COLDEL: DJNZ COLDEL
048F' AF                XOR A
0490' D3 01             OUT (001H),A
0492' 7B                LD A,E
0493' 2F                CPL
0494' F6 C0             OR 0C0H
0496' D3 02             OUT (002H),A
0498' 06 06             LD B,006H
049A' DB 00             IN A,(000H)
049C' 57                LD D,A
049D' CB 1A       KROW: RR D
049F' 38 02             JR C,NOKEY
04A1' 79                LD A,C
04A2' 08                EX AF,AF'
04A3' 0C          NOKEY: INC C
04A4' 10 F7             DJNZ KROW
04A6' DD 23             INC IX
04A8' 7B                LD A,E
04A9' E6 3F             AND 03FH
04AB' CB 07             RLC A
04AD' F6 C0             OR 0C0H
04AF' 5F                LD E,A
04B0' 25                DEC H
04B1' 20 D0             JR NZ,KCOL
04B3' 11 FFFA           LD DE,0FFFAH
04B6' DD 19             ADD IX,DE
04B8' D9                EXX
04B9' 08                EX AF,AF'
04BA' C9                RET
                        ;
                        ;
                ;CONVERT HEX TO 7 SEGMENTS ROUTINE.
                ;INPUT  ;DATA TO BE CONVERTED IN REG.A.
                ;OUTPUT ;PATTERN SAVE IN REG.HL.
                ;CALL   ;HEX7.
                        ;
                        ;
04BB' F5        HEX7SG: PUSH AF
04BC' CD 04CC'          CALL HEX7
04BF' 77                LD (HL),A
04C0' 23                INC HL
04C1' F1                POP AF
04C2' 0F                RRCA
04C3' 0F                RRCA
04C4' 0F                RRCA
04C5' 0F                RRCA
```



```
04C6' CD 04CC'          CALL HEX7
04C9' 77                LD (HL),A
04CA' 23                INC HL
04CB' C9                RET
                        ;
                        ;
04CC' E5        HEX7: PUSH HL
04CD' 21 0740'          LD HL,SEGTAB
04D0' E6 0F             AND 00FH
0402' 85                ADD A,L
0403' 6F                LD L,A
04D4' 7E                LD A,(HL)
0403' E1                POP HL
0406' C9                RET
                        ;
04D7' 0E 41       TONE1K: LD C,041H     ;GENERATE TONE 1 KHZ.
04D9' 18 02             JR TONE
                        ;
04DB' 0E 1F       TONE2K: LD C,01FH     ;GENERATE TONE 2 KHZ.
04DD' 29            TONE: ADD HL,HL
04DE' 11 0001           LD DE,0001
04E1' 3E FF             LD A,0FFH
04E3' D3 02       SQWAVE: OUT (002H),A
04E5' 41                LD B,C
04E6' 10 FE         TDEL: DJNZ TDEL
04E8' EE 80             XOR 080H
04EA' ED 52             SBC HL,DE
04EC' 20 F5             JR NZ,SQWAVE
04EE' C9                RET
                        ;
04EF' F5        ASCII: PUSH AF
04F0' 0F                RRCA
04F1' 0F                RRCA
04F2' 0F                RRCA
04F3' 0F                RRCA
04F4' CD 04FB'          CALL TRAN
04F7' F1                POP AF
04F8' E6 0F        TRAN: AND 00FH
04FA' C6 90             ADD A,090H
04FC' 27                DAA
04FD' CE 40             ADC A,040H
04FF' 27                DAA
0500' 77                LD (HL),A
0501' 23                INC HL
0502' C9                RET
                        ;
0503' 11 1FF2     TMESET: LD DE,DPBUF+2 ;TIME SET SECTION.
0506' 21 0762'          LD HL,MINPAT
0509' 01 0004           LD BC,0004
050C' ED B0             LDIR
050E' 3E 03             LD A,003H
0510' 32 1FD3           LD (DPPNT),A
0513' 11 1FFC           LD DE,MINBUF
0516' CD 0531'          CALL SET1
0519' 11 1FF2           LD DE,DPBUF+2
```



```
051C' 21 075E'          LD HL,HRPAT
051F' 01 0004           LD BC,0004
0522' ED B0             LDIR
0524' 3E 04             LD A,004H
0526' 32 1FD3           LD (DPPNT),A
0529' 11 1FFD           LD DE,HRBUF
052C' CD 0531'          CALL SET1
052F' 18 D2             JR TMESET
                        ;
0531' 21 1FF0      SET1: LD HL,DPBUF
0534' 1A                LD A,(DE)
0535' CD 04BB'          CALL HEX7SG
0538' CD 0570'          CALL START
0538' 21 1FF0    SETBUF: LD HL,DPBUF
053E' 1A                LD A,(DE)
053F' CD 04BB'          CALL HEX7SG
0542' CD 0461'    KEYCK: CALL SCAN
0545' FE 14             CP 014H ;'NEXT'
0547' C8                RET Z
0548' FE 22             CP TDSPCD
054A' 20 08             JR NZ,CHKDDP
054C' 3E 83             LD A,083H
054E' D3 82             OUT (082H),A
0550' F1                POP AF
0551' C3 0400'          JP TMEDSP
                        ;
0554' FE 1F     CHKDDP: CP DDSPCD
0556' 20 08             JR NZ,CKOFL
0558' 3E 83             LD A,083H
055A' D3 82             OUT (082H),A
055C' F1                POP AF
055D' C3 042B'          JP DTEDSP
                        ;
0560' FE 0A      CKOFL: CP 00AH
0562' 30 DE             JR NC,KEYCK
0564' 4F                LD C,A
0565' 1A                LD A,(DE)
0566' 07                RLCA
0567' 07                RLCA
0568' 07                RLCA
0569' 07                RLCA
056A' E6 F0             AND 0F0H
056C' B1                OR C
056D' 12                LD (DE),A
056E' 18 CB             JR SETBUF
                        ;
0570' CD 0461'   START: CALL SCAN     ;START SYSTEM.
0573' FE 13             CP 013H ;'START'
0575' 20 07             JR NZ,CHKTDP
0577' AF                XOR A
0578' 12                LD (DE),A
0579' 3E 03             LD A,003H
057B' D3 82             OUT (082H),A
057D' C9                RET
                        ;
```

```
057E' FE 22      CHKTDP: CP TDSPCD       ;CHECK TIME DISP.
0580' 20 09              JR NZ,CKDDP
0582' 3E 83              LD A,083H
0584' D3 82              OUT (082H),A
0586' F1                 POP AF
0587' F1                 POP AF
0588' C3 0400'           JP THEDSP
                         ;
058B' FE 1F      CKDDP:  CP DDSPCD       ;CHECK DATE DISP.
058D' 20 09              JR NZ,CKNXT
058F' 3E 83              LD A,083H
0591' D3 82              OUT (082H),A
0593' F1                 POP AF
0594' F1                 POP AF
0595' C3 042B'           JP DTEDSP
                         ;
0598' FE 14      CKNXT:  CP 014H ;'NEXT' ;CHECK NEXT KEY.
059A' 20 D4              JR NZ,START
059C' F1                 POP AF
059D' C9                 RET
                         ;
059E' 11 1FF2    DTESET: LD DE,DPBUF+2   ;DATE SET SECTION.
05A1' 21 075A'           LD HL,DTEPAT
05A4' 01 0004            LD BC,0004
05A7' ED B0              LDIR
05A9' 3E 05              LD A,005H
05AB' 32 1FD3            LD (DPPNT),A
05AE' 11 1FFE            LD DE,DTEBUF
05B1' CD 0531'           CALL SET1
05B4' 11 1FF2            LD DE,DPBUF+2
05B7' 21 0756'           LD HL,MTHPAT
05BA' 01 0004            LD BC,0004
05BD' ED B0              LDIR
05BF' 3E 06              LD A,006H
05C1' 32 1FD3            LD (DPPNT),A
05C4' 11 1FFF            LD DE,MTHBUF
05C7' CD 0531'           CALL SET1
05CA' 18 D2              JR DTESET
                         ;
                         ;
                        ;PRINTER SECTION.
                         ;
                         ;
05CC' E5         PRINT:  PUSH HL
05CD' D1                 POP DE
05CE' 7E                 LD A,(HL)
05CF' FE 00H             CP 000H
05D1' C0                 RET NZ
05D2' 23                 INC HL
05D3' 23                 INC HL
05D4' 23                 INC HL
05D5' 23                 INC HL
05D6' 06 03              LD B,003H
05D8' 7E         CHK999: LD A,(HL)
05D9' FE 39              CP 039H
```



```
05DB' 20 08              JR NZ,PRTEME
05DD' 23                 INC HL
05DE' 10 F8              DJNZ CHK999
05E0' CD 05EC'           CALL TESTPRT
05E3' 18 03              JR PRTDAT
                         ;
05E5' CD 05F1'   PRTEME: CALL EMEPRT
05E8' CD 063B'   PRTDAT: CALL DATAPRT
05EB' C9                 RET
                         ;
05EC' 21 0786'   TESTPRT: LD HL,TESTPAT
05EF' 18 03              JR PRNTER
                         ;
05F1' 21 078E'   EMEPRT: LD HL,EMEPAT
05F4' DD E5      PRNTER: PUSH IX
05F6' E5                 PUSH HL
05F7' DD 21 0798'        LD IX,@PAT
05FB' CD 65AC            CALL MTPPRT
05FE' DD E1              POP IX
0600' CD 65AC            CALL MTPPRT
0603' DD 21 0798'        LD IX,@PAT
0607' CD 65AC            CALL MTPPRT
060A' DD E1              POP IX
060C' C9                 RET
                         ;
060D' 06 10          CLR: LD B,010H
060F' 21 1FE0            LD HL,PRTBUF
0612' 36 20      CLRCON: LD (HL),020H
0614' 23                 INC HL
0615' 10 FB              DJNZ CLRCON
0617' C9                 RET
                         ;
0618' 3E 0D          PRT: LD A,00DH
061A' 12                 LD (DE),A
061B' DD 21 1FE0         LD IX,PRTBUF
061F' CD 65AC            CALL MTPPRT
0622' C9                 RET
                         ;
0623' D9             MOV: EXX
0624' CD 060D'           CALL CLR
0627' D9                 EXX
0628' 11 1FE0            LD DE,PRTBUF
062B' ED B0              LDIR
062D' C9                 RET
                         ;
062E' 01 0002        MOV2: LD BC,02
0631' 18 03              JR MOVE
                         ;
0633' 01 0003        MOV3: LD BC,0003
0636' 13             MOVE: INC DE
0637' 13                 INC DE
0638' ED B0              LDIR
063A' C9                 RET
                         ;
063B' DD E5      DATAPRT: PUSH IX
```



```
063D' 13                 INC DE
063E' D5                 PUSH DE
063F' 01 000A            LD BC,000AH
0642' 21 077C'           LD HL,ADDPAT
0645' CD 0623'           CALL MOV
0648' E1                 POP HL
0649' CD 0633'           CALL MOV3
064C' CD 0618'           CALL PRT
064F' E5                 PUSH HL
0650' 01 000A            LD BC,000AH
0653' 21 0772'           LD HL,LOCPAT
0656' CD 0623'           CALL MOV
0659' E1                 POP HL
065A' CD 0633'           CALL MOV3
065D' CD 0618'           CALL PRT
0660' E5                 PUSH HL
0661' 01 0006            LD BC,0006
0664' 21 076C'           LD HL,TIMEPAT
0667' CD 0623'           CALL MOV
066A' E1                 POP HL
066B' CD 062E'           CALL MOV2
066E' 3E 3A              LD A,03AH
0670' 12                 LD (DE),A
0671' 13                 INC DE
0672' 01 0002            LD BC,0002
0675' ED B0              LDIR
0677' CD 0618'           CALL PRT
067A' E5                 PUSH HL
067B' 01 0006            LD BC,0006
067E' 21 0766'           LD HL,DATEPAT
0681' CD 0623'           CALL MOV
0684' E1                 POP HL
0685' CD 0633'           CALL MOV3
0688' 3E 2C              LD A,02CH
068A' 12                 LD (DE),A
068B' 13                 INC DE
068C' 01 0002            LD BC,0002
068F' ED B0              LDIR
0691' CD 0618'           CALL PRT
0694' DD E1              POP IX
0696' C9                 RET
                         ;
0697' 2A 1FD0    REPRINT: LD HL,(PRPNT)
069A' 7C                 LD A,H
069B' E6 E7              AND 0E7H
069D' B5                 OR L
069E' 20 03              JR NZ,HEADER
06A0' 21 1E40            LD HL,01E40H
06A3' 11 0010    HEADER: LD DE,0010H
06A6' A7                 AND A
06A7' ED 52              SBC HL,DE
06A9' CD 05CC'           CALL PRINT
06AC' C9                 RET
                         ;
06AD' 2A 1FD0    ALLPRINT: LD HL,(PRPNT)
```

```
06B0' 06 64              LD B,064H
06B2' C5           PRTALL: PUSH BC
06B3' E5                 PUSH HL
06B4' CD 05CC'           CALL PRINT
06B7' E1                 POP HL
06B8' 11 0010            LD DE,0010H
06BB' 19                 ADD HL,DE
06BC' 7C                 LD A,H
06BD' FE 1E              CP 01EH
06BF' 20 08              JR NZ,CONPRT
06C1' 7D                 LD A,L
06C2' FE 40              CP 040H
06C4' 20 03              JR NZ,CONPRT
06C6' 21 1800            LD HL,01800H
06C9' C1           CONPRT: POP BC
06CA' 10 E6              DJNZ PRTALL
06CC' C9                 RET
                         ;
06CD' 3E 07        EMEMPLY: LD A,007H
06CF' 32 1FD3            LD (DPPNT),A
06D2' 11 1FFB            LD DE,RBUF+5
06D5' 21 1FF0            LD HL,DPBUF
06D8' 06 06              LD B,006H
06DA' 1A           SEGCNV: LD A,(DE)
06DB' CD 04CC'           CALL HEX7
06DE' 77                 LD (HL),A
06DF' 23                 INC HL
06E0' 1B                 DEC DE
06E1' 10 F7              DJNZ SEGCNV
06E3' 06 03              LD B,003H
06E5' 2B           PNTINS: DEC HL
06E6' 7E                 LD A,(HL)
06E7' F6 40              OR 040H
06E9' 77                 LD (HL),A
06EA' 10 F9              DJNZ PNTINS
06EC' C9                 RET
                         ;
0712' FF 9F F7 7F  PIOINIT: DB      0FFH,9FH,0F7H,7FH,64H
0716' 64
0717' FF 7F 77 FF           DB      0FFH,7FH,77H,0FFH,0FEH
071B' FE
071C' 03 07 0B 0F  KEYTAB:  DB      3,7,0BH,0FH,20H,21H,02H,06H
0720' 20 21 02 06
0724' 0A 0E 22 23           DB      0AH,0EH,22H,23H,01H,00H,00H
0728' 01 00 00
072B' 0D 13 1F 00           DB      0DH,13H,1FH,00H,04H,08H,0CH,12H
072F' 04 08 0C 12
0733' 1E 1A 18 19           DB      1EH,1AH,18H,19H,19H
0737' 19
0738' 17 1D 15 11           DB      17H,1DH,15H,11H,10H,14H,16H,1CH
073C' 10 14 16 1C
0740' 80 30 98 BA  SEGTAB:  DB      0BDH,30H,9BH,0BAH
0744' 34 AE AF 38           DB      34H,0AEH,0AFH,38H,0BFH,0BEH
0748' BF BE
074A' 3F A7 8D B3           DB      3FH,0A7H,8DH,0B3H,8FH,0FH
```



```
074E' BF 0F
0750' 03 3F 70 8F  ERRPAT:  DB      03H,3FH,7DH,8FH,03H,43H
0754' 03 43
0756' 77 87 3D 00  MTHPAT:  DB      77H,87H,3DH,0
075A' CF B7 B3 00  DTEPAT:  DB      0CFH,87H,0B3H,0
075E' 43 37 00 00  HRPAT:   DB      43H,37H,0,0
0762' 63 B1 3D 00  MINPAT:  DB      63H,81H,3DH,0
0766' 44 41 54 45  DATEPAT: DB      'DATE: '
076A' 3A 20
076C' 54 49 4D 45  TIMEPAT: DB      'TIME: '
0770' 3A 20
0772' 4C 4F 43 2E  LOCPAT:  DB      'LOC. CODE:'
0776' 20 43 4F 44
077A' 45 3A
077C' 41 44 44 2E  ADDPAT:  DB      'ADD. CODE:'
0780' 20 43 4F 44
0784' 45 3A
0786' 54 45 53 54  TESTPAT: DB      'TESTING',0DH
078A' 49 4E 47 0D
078E' 45 4D 45 52  EMEPAT:  DB      'EMERGENCY',0DH
0792' 47 45 4E 43
0796' 59 0D
0798' 2A 2A 2A 2A  BPAT:    DB      '********************',0DH
079C' 2A 2A 2A 2A
07A0' 2A 2A 2A 2A
07A4' 2A 2A 2A 2A
07A8' 2A 2A 2A 0D
07AC' 4A 41 4E 46  ABBASE:  DB      'JANFEBMARAPRMAYJUNJULAUGSEPOCTN
                                    OVDEC'
07B0' 45 42 4D 41
07B4' 52 41 50 52
07B8' 4D 41 59 4A
07BC' 55 4E 4A 55
07C0' 4C 41 55 47
07C4' 53 45 50 4F
07C8' 43 54 4E 4F
07CC' 56 44 45 43
07D0' 30 27 30 29  DCBASE:  DB      30H,27H,30H,29H,30H,29H
07D4' 30 29
07D6' 30 30 29 30           DB      30H,30H,29H,30H,29H,30H
07DA' 29 30
07DC' B1 3F 63 0F  BASEXTH: DB      0B1H,3FH,63H,0FH,8FH,0E7H
07E0' 8F E7
07E2' 3D 3F 43 3F           DB      3DH,3FH,43H,3FH,1FH,43H
07E6' 1F 43
07E8' 3D 3F F6 B1           DB      3DH,3FH,0F6H,0B1H,0B5H,63H
07EC' B5 63
07EE' B1 B5 C5 3F           DB      0B1H,0B5H,0C5H,3FH,0B5H,0EDH
07F2' B5 ED
07F4' AE 8F 3F 80           DB      0AEH,8FH,3FH,0BDH,80H,0C7H
07F8' BD C7
07FA' 23 A3 E9 83           DB      23H,0A3H,0E9H,0B3H,8FH,0CDH
07FE' 8F CD
                         ;
                         END
                         ;
```



```
;*****************************************
;                END OF PROGRAM
;*****************************************
```

ภาคผนวกที่ ๒

แสดงที่มาของวิทยานิพนธ์

ก วงจรร่วมที่ใช้เป็นเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุแบบ เอ.เอ็ม.

ข ระบบป้องกันการโจรกรรมโดยใช้เครื่องรับและเครื่องส่งแบบ เอ.เอ็ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรร่วมที่ใช้เป็นเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุแบบ เอ.เอ็ม

(Integrated A.M. Receiver and Transmitter)

พงษ เพชรจตุพร วท.บ.
สุพจน์ องประชาปราณ ป.ว.
รศ.ดิเรกวิชัย โกไลยกุลคม Ph.D.
ภาควิชาอิเลคตรอนิคส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในบทความนี้ได้กล่าวถึงวิธีการออกแบบวงจรร่วม เพื่อใช้สร้างเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุแบบ เอ.เอ็ม โดยคำนึงถึงความประหยัด ความสะดวก และมีขนาดเล็ก ดังนั้นวงจรที่ออกมาจะต้องใช้ไดโอดทั้งทางด้านเครื่องรับ และทางด้านเครื่องส่ง เพียงแต่เปลี่ยนอุปกรณ์ที่นำมาประกอบเข้ากับวงจรร่วมบางตัวเท่านั้น

1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้ เครื่องรับและเครื่องส่งได้เข้ามามีบทบาทสำคัญมากในหลาย ๆ วงการที่มีการติดต่อสื่อสารกันในระยะทางที่ไม่ไกลเกินไปนัก ทางด้านเครื่องรับและส่งวิทยุยังแบ่งออกเป็นหลายระบบด้วยกันแล้วแต่หน้าที่ที่ต้องการนำไปใช้งาน ในบทความนี้จะกล่าวถึงแต่เครื่องรับส่งวิทยุแบบ เอ.เอ็ม (A.M.Receiver and Transmitter)

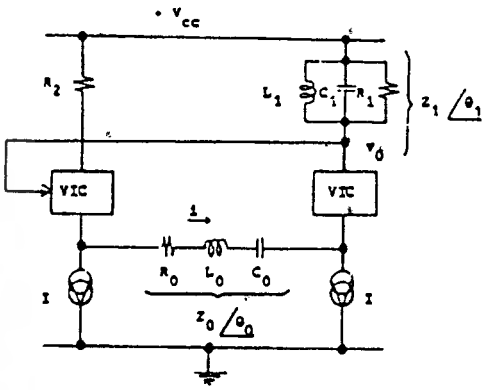
ทางด้านเครื่องส่งวิทยุ เอ.เอ็ม โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ ๆ ดังนี้ คือภาคผสมย่านความถี่ (Mixer) ซึ่งทำหน้าที่ผสมย่านความถี่เสียงเข้ากับคลื่นพาห์ ภาคกำเนิดคลื่นพาห์ (Carrier) ภาคขยายกำลัง (Power Amplifier) ซึ่งทำหน้าที่เพิ่มกำลังของย่านความถี่ที่ทำการผสมกันแล้วมีกำลังแรงพอที่จะส่งออกอากาศ ส่วนทางด้านเครื่องรับวิทยุ เอ. เอ็ม จะมีส่วนสำคัญ ๆ ดังนี้ ภาคขยายย่านความถี่ที่มีความถี่อยู่ในช่วง อาร์.เอฟ. (R.F.Amplifier) ภาคกำเนิดความถี่ภายใน (Local Oscillator) ภาคเปลี่ยนย่านความถี่จากความถี่วิทยุให้เป็นความถี่ ไอ.เอฟ. (Mixer) เมื่อพิจารณาทั้งเครื่องรับและเครื่องส่งจะพบว่าส่วนที่เหมือนกันและเป็นส่วนที่สำคัญมากซึ่งทั้งทางด้านเครื่องรับและเครื่องส่งจะต้องมีเหมือนกัน คือภาคผสมย่านความถี่หรือภาคเปลี่ยนความถี่จากย่าน อาร์.เอฟ เป็นย่าน ไอ..อฟ. และภาคกำเนิดย่านความถี่ ดังนั้นในบทความนี้จะเป็นการออกแบบส่วนที่ว่านี้ ส่วนนี้โดยจะแยกไว้เป็นทั้งทางด้านเครื่องรับและเครื่องส่ง

2. ทฤษฎี

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นถึงจุดมุ่งหมายหลักในการออกแบบคือส่วนที่ใช้เหมือนกันทั้งทางด้านเครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุ ดังนั้นจึงจะกล่าวอย่างละเอียดเฉพาะส่วนนี้ ส่วนส่วนอื่น ๆ จะไม่เน้นถึงรายละเอียดมากนัก

2.1 ทางด้านเครื่องส่งวิทยุ

2.1.1 ภาคกำเนิดคลื่นพาห์เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของทางด้านเครื่องส่งวิทยุ ในส่วนนี้จะนำเอาวงจรเปลี่ยนศักดาให้เป็นกระแส (Voltage to current converter or VIC) มาใช้ร่วมกับการป้อนกลับแบบเพิ่มศักดาบวก (Positive feedback) เพื่อที่จะให้เข้าใจถึงหลักการทำงานของส่วนนี้จะขอให้พิจารณาภาพที่ 2.1.1



ภาพที่ 2.1.1 แสดงถึงวงจรอย่างง่ายของภาคกำเนิดคลื่นพาห์

จากภาพที่ 2.1.1 เรื่องง่ายต่อการคำนวณถึงผลบอกว่า วงจรเปลี่ยนศักดาให้เป็นกระแสเป็นวงจรในอุดมคติ นั่นคือไม่มีการสูญเสียเกิดขึ้นและไม่มีการเลื่อนเฟสของย่านความถี่ ส่วน R_0, L_0, C_0 เป็นวงจรเรโซแนนซ์ขนานซึ่งมีอิมพีแดนซ์รวมเป็น Z_0 และมีเฟสเป็น θ_0 และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่า θ_0 ของวงจรรีโซแนนซ์แบบขนานกับของออสซิลเลเตอร์ จะพบว่าค่า θ ของออสซิลเลเตอร์สูงกว่าของวงจรรีโซแนนซ์แบบขนานมากดังนั้นจะสมมุติว่า Z_1 จะเปลี่ยนแปลงตามค่า θ น้อยมาก

ในภาระแรกจะของสมมุติว่าสัญญาณอยด์ (Noise) มีขนาด V_{in} ส่วนเข้าไปยังวงจรเปลี่ยนศักดาให้เป็นกระแส ดังนั้นจะเรียนได้ว่า

$$i = \frac{v_{in}}{Z_o \angle \theta_o} \qquad (2.1)$$

และ $$v_o = i\, Z_1 \angle \theta_1 \qquad (2.2)$$

แทนค่าในสมการที่ 2.1 ลงในสมการที่ 2.2

$$v_o = \left[\frac{v_{in}}{Z_o \angle \theta_o}\right]\left[Z_1 \angle \theta_1\right]$$

$$= v_{in}\, \frac{Z_1}{Z_o} \angle \theta_1 - \theta_o \qquad (2.3)$$

เพราะว่า loop gain $$= \frac{v_o}{v_{in}}$$

$$= \frac{Z_1}{Z_o} \angle \theta_1 - \theta_o \qquad (2.4)$$

แล้วงจรนี้จะออสซิลเลตได้เมื่อ สมการที่ 2.5 และ 2.6 เป็นจริง

$$\left|\text{loop gain}\right| \geq 1 \qquad (2.5)$$

$$\theta_1 - \theta_o = 0 \qquad (2.6)$$

จากสมการที่ 2.6 θ_o เป็นเฟสของภัณฑ์ป้อนกลับเนื่องมาจากส่วนนี้เกิดจากวงจรวีโรแนนซ์แบบขนานเท่านั้น ส่วน θ_1 เป็นเฟสของวงจรวีโรแนนซ์แบบขนาน ดังนั้นเราสามารถเขียนได้ว่า

$$\theta_o = \theta_1$$

$$\theta_1 = \tan^{-1}\frac{(\omega_o - 1/\omega C_o)}{R_o}$$

$$\omega_o - \frac{1}{\omega C_o} = R_o \tan\theta_1$$

$$(L_oC_o)w^2 - (R_oC_o \tan\theta_1)w - 1 = 0$$

$$w = \frac{R_oC_o \tan\theta_1 \pm \sqrt{(R_oC_o \tan\theta_1)^2 + 4L_oC_o}}{2L_oC_o} \qquad (2.7)$$

จากสมการที่ 2.7 จะเห็นการแกว่งสั่งค่า w ของวงจรวีโรแนนซ์แบบขนานนี้สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ แต่ที่จุดออสซิลเลตโดยแท้จริงแล้ว w จะมีค่าเป็น w_o ซึ่งมีค่าเป็น $1/\sqrt{L_oC_o}$ โดยประมาณ

จากสมการที่ 2.5 จะบอกได้ว่า Z_1 เป็นค่าของความต้านทานของวงจรวีโรแนนซ์แบบขนานโดยที่ค่าของ L_1 และ C_1 เป็นค่าที่ปรับไว้ขณะเกือบถึงจุดวีโรแนนซ์มาก โดยที่

$$\frac{Z_1}{Z_o} \geq 1$$

$$Z_1 \geq Z_o$$

$$\geq \sqrt{R_o^2 + (\omega L_o - \frac{1}{\omega C_o})^2}$$

$$Z_1^2 \geq R_o^2 + (\omega L_o - \frac{1}{\omega C_o})^2$$

ข. ที่ความถี่วีโรแนนซ์ จะได้ว่า

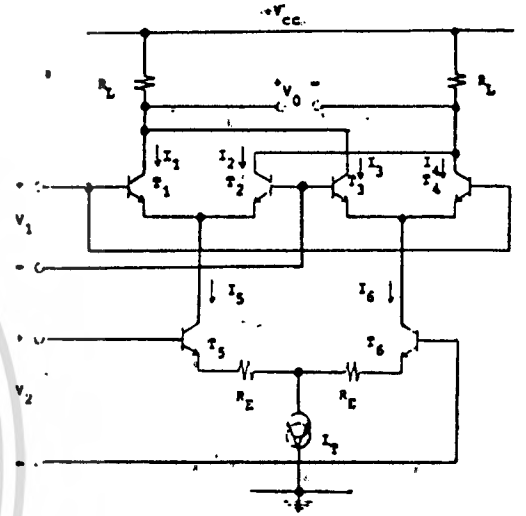
$$Z_1^2 \geq R_o^2(1 - \tan^2\theta_1)$$

นั่นคือ $$Z_1 \geq R_o\sqrt{1 - \tan^2\theta_1} \qquad (2.8)$$

โดยสมการที่ 2.8 สมมุติว่า $\tan^2\theta_1 < 1$ เสมอ ซึ่งจะเป็นจริงถ้า θ_1 เป็นเฟสของวงจรวีโรแนนซ์แบบขนานและปรับให้ใกล้เคียงกับจุด วีโรแนนซ์ ณ ความถี่ w_o

2.1.2 ภาคสมดุลฐาน

ภาคสมดุลฐานจะเป็นส่วนที่ทำการขยายสัญญาณระหว่างคลื่นพาห์กับสัญญาณเสียง โดยอาศัยหลักการของ Cross-couple differential stage ดังภาพที่ 2.1.2



ภาพที่ 2.1.2 แสดงอิงวงจรขยายสัญญาณ

เพื่อจะควบคุมการทำงานเข้าใจอิงสมมุติให้สัญญาณในขณะเป็นศูนย์ขณะกระแสตรง V_1 และ V_2 จากภาพที่ 2.1.2 จะได้ว่า

$$\left.\begin{aligned} I_1 + I_2 &= I_5 \\ I_3 + I_4 &= I_6 \\ I_5 + I_6 &= I_7 \end{aligned}\right\} \qquad (2.9)$$

ถ้า $|V_1| \ll V_T$ กระแสที่ไม่สมดุลย์กันในวงจรสัญญาณแต่ละข้าง (T_1, T_2) และ (T_3, T_4) จะเขียนได้ในรูปของ

$$(I_1 - I_2) = -(g_m)_{1,2}\, V_1 \qquad (2.10)$$

$$(I_3 - I_4) = -(g_m)_{3,4}\, V_2 \qquad (2.11)$$

แต่ทราบว่า

$$\left.\begin{aligned}(g_m)_{12} &= V_T/I_5 \\ (g_m)_{34} &= V_T/I_6\end{aligned}\right\} \quad (2.12)$$

และ

$$V_o = R_L\left[(I_1 - I_2)+(I_3 - I_4)\right] \quad (2.13)$$

จากรมการที่ 2.9 ถึง 2.12 เรียนใหม่ได้เป็น

$$V_o = V_1 R_L\left[(g_m)_{12}-(g_m)_{34}\right]$$

$$= \frac{V_1 R_L}{V_T}(I_5 - I_6) \quad (2.14)$$

ถ้าเลือกค่า R_E ให้ได้ว่า $I_5 R_E \gg V_T$ และ $I_6 R_E \gg V_T$ ดังนั้น

$$(I_5 - I_6) = V_2/R_E \quad (2.15)$$

แทนสมการที่ 2.15 ลงใน 2.14

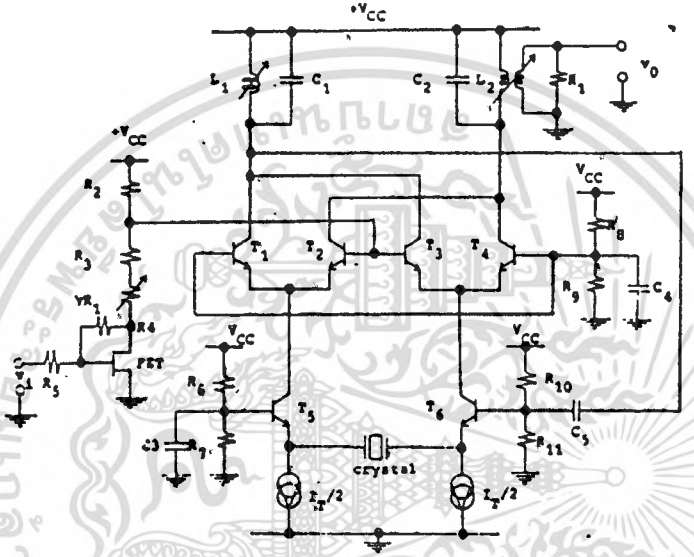
$$V_o = \left(\frac{R_L}{R_E V_T}\right) V_1 V_2 \quad (2.16)$$

หรือ

$$V_o = KV_1V_2 \quad (2.17)$$

เมื่อ K เป็นค่าขยายรัฐบาล

ถ้าวงจรในภาพที่ 2.1.1 และ 2.1.2 มาประกอบกันเข้า เป็นวงจรเดียวกัน จะได้วงจรที่มีทั้งภาคกำเนิดความถี่และภาคผสมรัฐบาลอยู่ในวงจรเดียวกันโด ดังภาพที่ 2.1.3



ภาพที่ 2.1.3 แสดงวงจรที่รวมภาคกำเนิดความถี่และภาคผสมรัฐบาล

จากรมการที่ 2.17 ให้ v_1 ที่ออกรัฐบาลที่นำไปผสมกับคลื่นพาห์ และ v_2 เป็นรัฐบาลที่ถ้ำมาจากการอธิบายความถี่ขึ้นมา ดังนั้น

ถ้าสมมุติให้

$$v_1 = V_m \cos w_m t \quad (2.18)$$

$$v_2 = V_c \cos w_c t \quad (2.19)$$

และยังสมมุติต่อไปอีกว่าไม่คิดถึงผลของกระแสรบกวนที่ได้จากไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน จะเขียนได้ว่า

$$v_o = k V_c V_m \cos w_c t \cos w_m t \quad (2.20)$$

โดยอาศัยความรู้ทางด้านตรีโกณมิติ และสมมุติให้ค่า k เป็น 1 เพื่อจะควบคุมการแรงผสมการต่าง ๆ สมการที่ 2.20 เขียนใหม่ได้เป็น

$$v_o = \frac{V_c V_m}{2}\cos(w_c + w_m)t + \frac{V_c V_m}{2}\cos(w_c - w_m)t \quad (2.21)$$

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 2.1.3 จึงกล่าวได้ว่าปิกระแสเปลี่ยงจากการคิดความถี่จากถ้ำยอดิกไปยังเอ้าท์พุทอยู่ตลอดเวลา

ดังนั้นที่เอ้าท์พุทจะต้องมีสัญญาณความถี่ที่เกิดจากถ้ำยอดิกปรากฏอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นสมการที่ 2.21 จะกลายเป็น

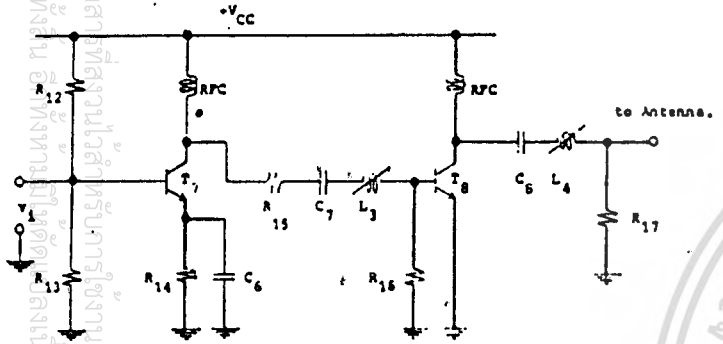
$$v_o = V_c\cos w_c t + \frac{V_c V_m}{2}\cos(w_c - w_m)t + \frac{V_c V_m}{2}\cos(w_c - w_m$$

(2.22)

2.1.3 วงจรที่สร้างขึ้นมาทดลองใช้ปฏิบัติงาน

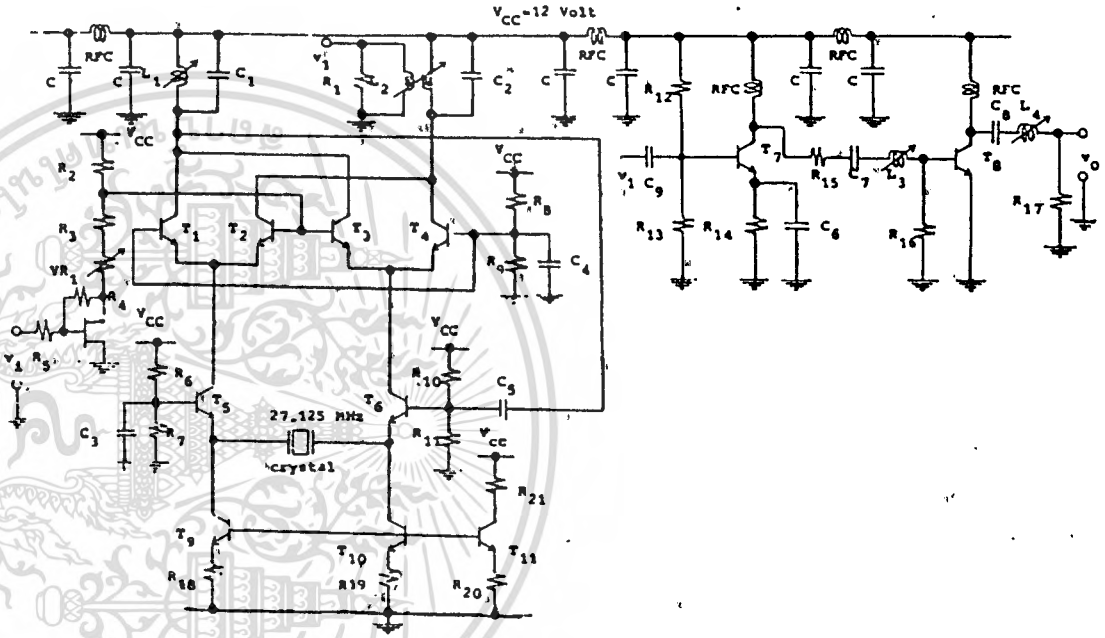
สำหรับวงจรที่ทดลองสร้างขึ้นมาใช้ปฏิบัติงาน จะต้องมีภาคขับสัญญาณ (Driver) และภาคขยายกำลังด้วย

ภาคขับสัญญาณจะใช้แบบ อิมิตเตอร์ร่วม (Common emitter) โดยมีความต้านทานอยู่กับความต้านทานนี้จากอิมิตเตอร์เพื่อให้มีการขยายสัญญาณสูงและควรส่วนภาคขยายกำลังใช้ทรานซิสเตอร์ต่อขยายในรูปของวงจรขยายสัญญาณแบบคลาสซี (Class C Amplifier) เพื่อประหยัดกำลังงานส่วนรายละเอียดในการออกแบบจะไม่ขอกล่าวถึง



ภาพที่ 2.1.4 แสดงวงจรขับสัญญาณและวงจรขยายกำลังเพื่อส่งออกอากาศ

เมื่อนำวงจรทั้งหมดมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นวงจรที่ใช้ทดลองทั้งหมดจะได้วงจร ดังภาพที่ 2.1.5



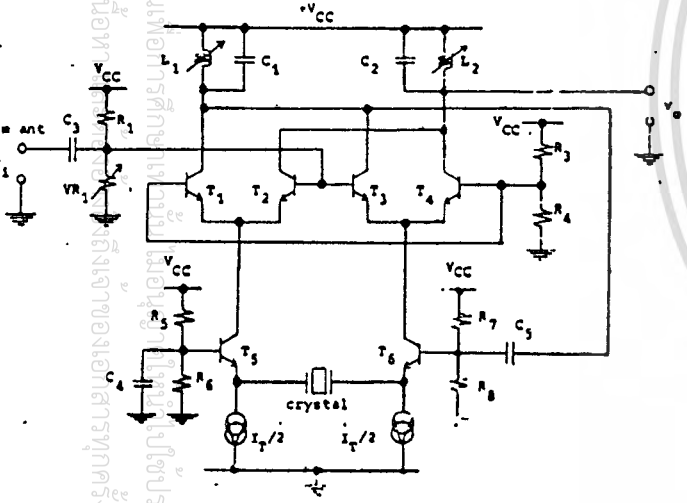
ภาพที่ 2.1.5 แสดงวงจรเครื่องส่งวิทยุแบบ เอ.เอ็ม

2.2 เครื่องรับวิทยุแบบ เอ.เอ็ม

จากที่กล่าวไว้ตั้งแต่ต้นว่า เพื่อความประหยัดวงจรส่วนที่ออกแบบขึ้นมาจะต้องใช้ได้ทั้งเครื่องรับและเครื่องส่ง ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายว่าวงจรที่ออกแบบมาเป็นไปตามข้อกำหนดไว้ในข้างต้น

2.2.1 ภาคกำเนิดคลื่นภายใน และภาคผสมความถี่

ทั้งสองส่วนนี้บังคงใช้วงจรเหมือนทางด้านเครื่องส่งเพียงแต่ภาคกำเนิดคลื่นภายในจะต้องใช้ความถี่ที่มีความถี่ต่ำกว่าทางด้านเครื่องส่ง 455 กิโลเฮิรตซ์ เพื่อให้ได้ความถี่ที่มีความถี่อยู่ในย่าน โอ.เอม์ ตามต้องการ วงจรที่ใช้ทางด้านเครื่องรับเป็นดังรูปที่ 2.2.1



ภาพที่ 2.2.1 แสดงวงจรกำเนิดคลื่นภายในและวงจรผสมความถี่

จากที่ได้อธิบายมาแล้ว ในภาพที่ 2.2.1 จะเขียนได้เป็น

$$v_o = k\, v_1 v_2$$

แต่ในขณะนี้ $v_1 = V_c \cos\omega_c t + \frac{V_m V_c}{2}\cos(\omega_c+\omega_m)t + \frac{V_m V_c}{2}\cos(\omega_c-\omega_m)t$

$$v_2 = V_L \cos\omega_L t$$

และสมมุติให้ $k = 1$ เช่นกัน

ดังนั้น
$$v_o = V_L\cos\omega_L t\left[V_c\cos\omega_c t + \frac{V_m V_c}{2}\cos(\omega_c+\omega_m)t + \frac{V_m V_c}{2}\cos(\omega_c-\omega_m)t\right]$$

$$= V_c V_L \cos\omega_c t\cos\omega_L t + \frac{V_L V_c m}{2}\cos\omega_L t(\omega_c+\omega_m)t + \frac{V_L V_c m}{2}\cos\omega_L t\cos(\omega_c-\omega_m)t$$

$$= \sum_n A_n \qquad n = 1,2,\ldots,6 \qquad (2.23)$$

$$A_1 = \frac{V_c V_L}{2}\cos(\omega_c+\omega_L)t$$

$$A_2 = \frac{V_c V_L}{2}\cos(\omega_c-\omega_L)t$$

$$A_3 = \frac{V_L V_c m}{2}\cos(\omega_c+\omega_m+\omega_L)t$$

$$A_4 = \frac{V_L V_c m}{2}\cos(\omega_c+\omega_m-\omega_L)t$$

$$A_5 = \frac{V_L V_c m}{2}\cos(\omega_c-\omega_m+\omega_L)t$$

$$A_6 = \frac{V_L V_c m}{2}\cos(\omega_c-\omega_m-\omega_L)t$$

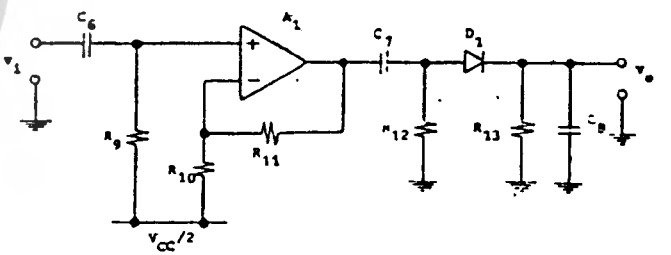
เนื่องจากเอาต์พุตเป็นวงจรวิโรแนนซ์แบบขนาน ซึ่งจะต้องปรับแต่งให้อุดวิโรแนนซ์อยู่ที่ความถี่ $\omega_c - \omega_L$ จากเหตุดังนี้เรียน v_o ในสมการที่ 2.23 ใหม่เป็น

$$v_o = \sum_n A_n \qquad n = 2,4,6 \qquad (2.24)$$

จากสมการที่ 2.24 จะพบว่า v_o ที่ได้ความถี่ที่จะตรงกับอยู่ในย่าน โอ.เอม์ ตามที่ต้องการ แสดงว่าวงจรที่ออกแบบไว้ใช้งานได้จริงทั้งทางด้านเครื่องรับและเครื่องส่ง

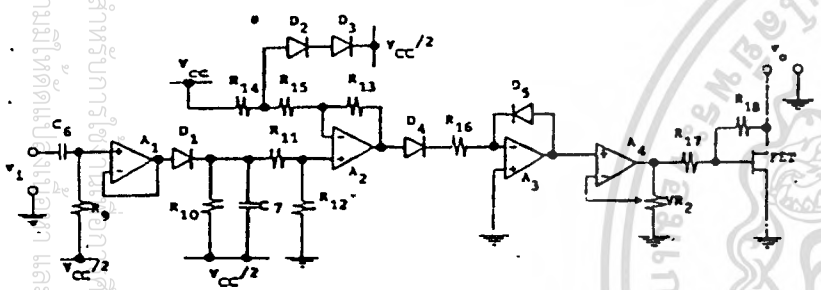
2.2.2 วงจรที่สร้างขึ้นมาเพื่อทดลองใช้ปฏิบัติงาน

วงจรที่สร้างขึ้นมานี้จะต้องมีวงจรขยายอัตราขยาย โอ.เอม์ ให้มีขนาดสูงขึ้น เนื่องจากความถี่ย่าน โอ.เอม์ มีความถี่สูงมากพอ ดังนั้นวงจรขยายอัตราขยาย โอเอมนี้จะใช้ออพแอมป์ มาใช้โดยต่อเป็นวงจรขยายอัตราขยายแบบไม่กลับเฟส ดังรูปที่ 2.2.2 ส่วนภาคขยายอัตราขยายออกจากคลื่นพาหะใช้แบบไดโอด



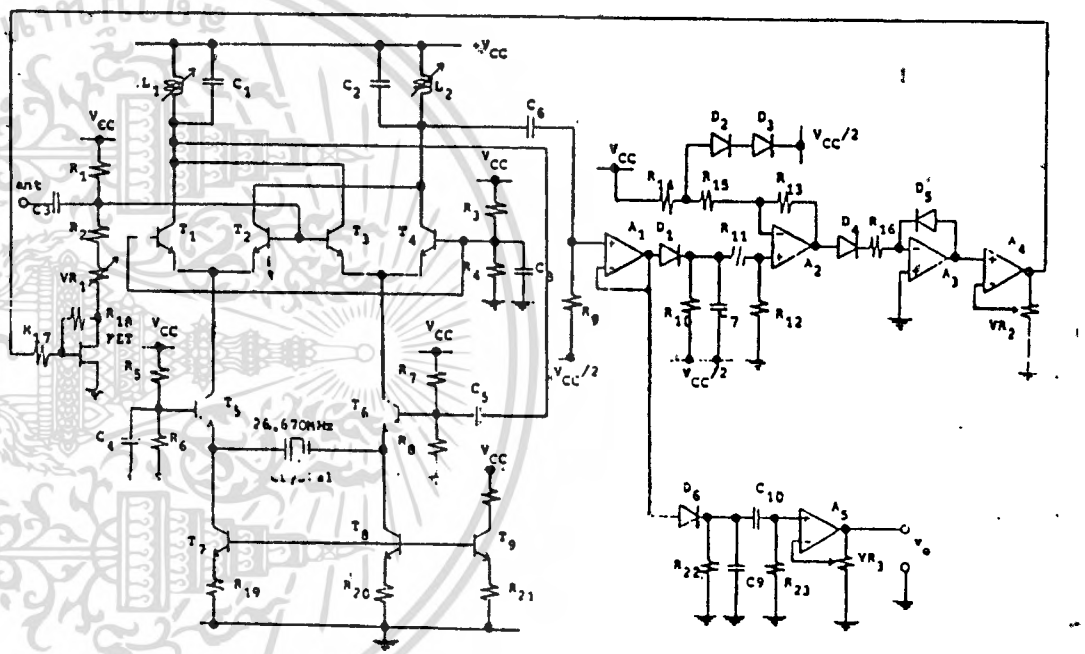
ภาพที่ 2.2.2 แสดงวงจรขยายอัตราขยาย โอ.เอม์ และวงจรแยกอัตราขยายออกจากคลื่นพาหะ

รีเลย์ภาคหนึ่งที่ต้องสร้างขึ้นมาใช้ด้วยคือภาคควบคุมอัตราการขยายโดยอัตโนมัติ (A.G.C) ดังภาพที่ 2.2.3



ภาพที่ 2.2.3 แสดงวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (A.G.C)

จากภาพที่ 2.2.3 ธรินายได้ว่า ๆ ดังนั้น R_2C_2 จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณที่มีความถี่ โอ.เอฟ. มาเปลี่ยนเป็นศักดากระแสตรง โดยมี A_1 ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์แอมป์ ส่วน A_2 จะทำหน้าที่สลักล้างศักดากระแสตรงที่ได้ยังแยกใช้เฉพาะแต่ส่วนที่ได้มาจากสัญญาณที่มีความถี่ โอ.เอฟ A_3 ทำหน้าที่ขยายศักดากระแสตรงแบบล็อก ซึ่งได้ระดับนำมาขยายแบบเชิงเส้นอีกครั้งหนึ่งโดย A_4 เอาทุพุทของ A_4 จะนำมาควบคุมการทำงานของเรียลีย์ที่หนึ่ง ดังนั้นวงจรที่สร้างขึ้นมาทดลองใช้งานทั้งหมดเป็นดังภาพที่ 2.2.4



ภาพที่ 2.2.4 แสดงถึงวงจรเครื่องรับที่ทดลองสร้างขึ้นมาใช้งาน

3. ผลการทดลอง

จากวงจรที่ได้รับการออกแบบไว้ดังภาพที่ 2.1.5 และแสดงภาพที่ 2.2.4 ได้นำมาทดลองสร้างขึ้นใช้งาน ผลปรากฏเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ทุกประการ สำหรับวงจรที่สร้างขึ้นมาใช้งานจะต้องมีการปรับแต่งวงจรก่อนนำไปใช้งานจริง ทางด้านเครื่องส่งวิทยุรองภาคสมบัติที่ต้องปรับให้วงจร ทีโรแนนซ์ เกิดที่โรแนนซ์ขึ้นที่ความถี่เท่ากับย่านอิสกหมดี (ในการทดลองสร้างเครื่องส่งในบทความนี้ใช้ย่านอิสกหมดีที่มีความถี่ 27.125 เมกกาเฮิรซ์) ส่วนทางด้านเครื่องรับในภาคสมบัติรับที่ต้องการนำใช้ความถี่รองรับวิทยุที่รับได้ เปลี่ยนไปเป็นรับย่านความถี่ในย่าน ไอ.เอฟ (ในส่วนนี้จะใช้ย่านอิสกหมดีที่มีความถี่ 26.670 เมกกาเฮิรซ์ เป็นส่วนกำเนิดความถี่ภายใน) จะต้องปรับให้วงจรทีโรแนนซ์มีจุดทีโรแนนซ์ที่ 455 กิโลเฮิรซ์ ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจาก 27.125 เมกกาเฮิรซ์ ลบด้วย 26.670 เมกกาเฮิรซ์ เมื่อปรับแต่งเรียบร้อยแล้วจึงนำไปใช้งานจริงได้

4. บทสรุป

ในบทความนี้ได้กล่าวถึงวิธีการออกแบบเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุระบบ เอ.เอ็ม เริ่มนำไปสร้างเป็นวงจรรวม โดยแบ่งการออกแบบและบรรจุลงออกเป็นสองส่วน คือส่วนแรกเป็นเครื่องส่งวิทยุ ส่วนที่สองเป็นเครื่องรับวิทยุ หลังจากการออกแบบแล้วได้นำการสร้างเครื่องรับเครื่องส่งขึ้นมาใช้งาน ผลการทดลองที่ได้สอบสนองตามทฤษฎีและจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ วิธีวงจรที่ออกแบบก็สามารถนำมาใช้ได้ทั้งเครื่องรับและเครื่องส่ง ทั้งนี้เนื่องจากความประหยัด และความรวดเร็วในการสร้างรวมไปถึงขนาดทางด้านเครื่องส่งใช้ความถี่ 27.125 เมกกาเฮิรซ์ ส่วนทางด้านเครื่องรับใช้ความถี่ 26.670 เมกกาเฮิรซ์

เอกสารอ้างอิง

1. L.J. Giac Oletto"Electronics Designers' Handbook" pp 22-1-22-66,Mc Grew-Hill,1977
2. ธีรชัย ไกโลยชุดม "การวิเคราะห์และ ดังเคราะห์วงจรรวม เล่ม 1" pp 346-368, สจน. 7.ก.59 , 2520
3. Alan B.Grebene"Analog Integrated Circuit" pp 267-293,IEEE press,1978.
4. Hamilton and Howerd"Basic Integrated Circuit Engineering" Mc Grew-Hill, 1975

ระบบป้องกันการโจรกรรมโดยใช้เครื่องรับและเครื่องส่งแบบ เอ.เอ็ม.

(Electronics Double spot Indicator)

นาย เพรงกุมร,วศม.
สุรชน์ องปราบปราม ,บ.ว.
ร.ต.วิทวิรัน โกโลนกุลพ, Ph.D.
ภาควิชาอิเลคตรอนิคส์
รถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในบทความนี้เป็นการออกแบบระบบป้องกันการโจรกรรมที่ใช้กับอาคารขนาดใหญ่โดยใช้เครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุแบบ เอ.เอ็ม.ซึ่งสร้างขึ้นเป็นตัวส่งและรับสัญญาณรหัสของแต่ละจุดที่ติดตั้งระบบป้องกันการโจรกรรมไว้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดเงื่อนจากการใช้สายส่งสัญญาณซึ่งอาจถูกตัดขาดได้

1. บทนำ

ในอาคารขนาดใหญ่โดยทั่วไปมักจะมีห้องซึ่งมีของมีค่าอยู่เป็นจำนวนมากมายหลายห้อง ซึ่งก็จำเป็นอยู่เองที่จะต้องมีเวรยามรักษาความปลอดภัยอยู่เสมอ แต่ในทางปฏิบัติจะเป็นไปได้ที่ยามรักษาการณ์จะทำการตรวจตราทุกห้องได้พร้อมกันหมดในเวลาเดียวกัน จากสาเหตุดังกล่าวจะกลายเป็นช่องโหว่ที่ทำให้เกิดการโจรกรรมขึ้นได้ เช่นตัวอย่างเช่น ภายในอาคารมีห้องที่มีของมีค่าอยู่ 10 ห้อง และเจ้าหน้าที่รักษาการณ์กำลังเดินตรวจบริเวณห้องที่ 1 ถึง 10 อยู่นั้น ห้องที่ 7 กำลังถูกโจรกรรมโดยสารัตถประสงค์เข้าใช้ เมื่อเจ้าหน้าที่ไปถึงห้องที่ 7 ก็ได้ทำการขนของมีค่าออกไปหมดแล้ว ซึ่งในบางกรณีเจ้าของห้องที่ 7 มีคนร้ายอยู่ภายใน และบางครั้งจะมีระบบป้องกันการโจรกรรมแบบธรรมดาซึ่งใช้แผงสัญญาณไว้ตามจุดต่างๆ ภายในห้องที่เราต้องการป้องกันการโจรกรรม แต่ระบบนี้ก็มีข้อเสียอยู่ตรงที่ว่าเมื่อมีการโจรกรรมเกิดขึ้นแล้วสัญญาณเตือนภัยจึงจะดังขึ้น ซึ่งในบางครั้งอาจจะสายเกินไปที่จะป้องกันทรัพย์สินที่มีค่าต่างๆ ไว้ได้ ดังนั้นในบทความนี้จึงได้เสนอระบบการป้องกันการโจรกรรมแบบใหม่ขึ้นมาโดยใช้หลักการของเครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุแบบ เอ.เอ็ม. แทน

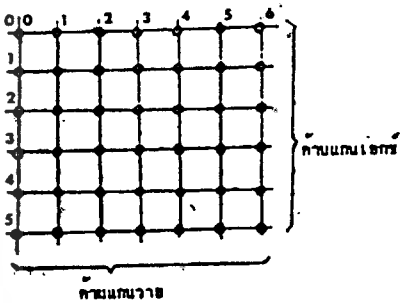
ในบทความนี้จะเป็นการกล่าวถึงเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบวงจรที่ใช้เป็นเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุแบบ เอ.เอ็ม. เท่านั้น ส่วนวงจรเกี่ยวกับการออกแบบวงจรที่ใช้เป็นเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุแบบ เอ.เอ็ม. จะได้กล่าวถึงในบทความเรื่องต่อไป

2. ทฤษฎีและการออกแบบ

ในหัวข้อนี้จะแบ่งการอธิบายออกเป็น 2 ตอนด้วยกัน คือ

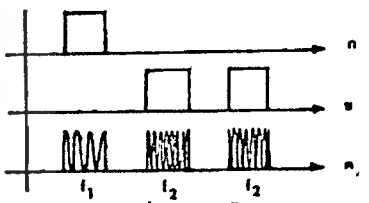
2.1 ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบวงจรส่งสัญญาณของอาคาร

เนื่องจากห้องแต่ละห้องมีความสำคัญไม่เท่ากัน ดังนั้นห้องที่มีความสำคัญมากๆ เช่น ห้องที่ 10 ที่จะต้องส่งออกไปนั้นจะต้องมีความถี่ในการส่งสูงกว่าห้องที่มีความสำคัญน้อยกว่า เช่น ห้องที่ 1 เป็นต้น ดังนั้นจึงได้เสนอระบบการส่งสัญญาณโดยใช้หลักการของ แมทริกซ์ (Dot Matrix) ซึ่งมีหลักการดังภาพที่ 2.1



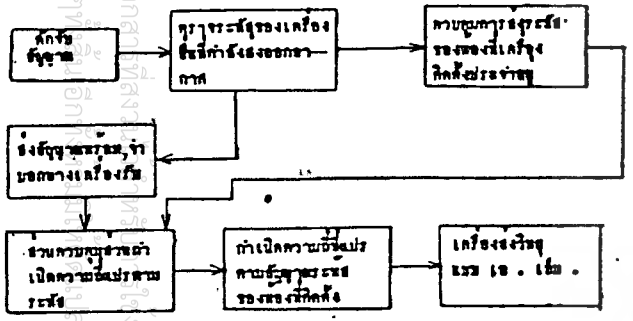
ภาพที่ 2.1 แสดงการส่งสัญญาณเรียกห้องในระบบดอทแมทริกซ์

จากภาพที่ 2.1 แสดงว่าห้องที่ 12 ชุดโจรกรรมเครื่องส่งจะต้องส่งสัญญาณเป็นรหัสทางด้านแกนเอ็กซ์ก่อน 1 ครั้ง และตามด้านแกนวายอีก 2 ครั้ง ดังนั้นห้องสามารถเรียกเครื่องส่งจะส่งสัญญาณออกไปก่อน 1 ครั้งแล้วจึงตามด้วย 2 ครั้ง และสัญญาณที่ส่งออกไปแต่ละครั้งจะอยู่ในรูปของความถี่คือตามแกนเอ็กซ์ส่งออกความถี่หนึ่งและตามด้านแกนวายส่งอีกความถี่หนึ่งซึ่งทางด้านรับสัญญาณจะมีหัวรับความถี่แต่ละความถี่แล้วออกเป็นรหัสออกมาอีกทีหนึ่ง ดังนั้นเพื่อความเข้าใจจึงเรียนสัญญาณในรูปของความถี่ได้ดังภาพที่ 2.2 ดังการสำหรับการส่งสัญญาณของเครื่องส่ง

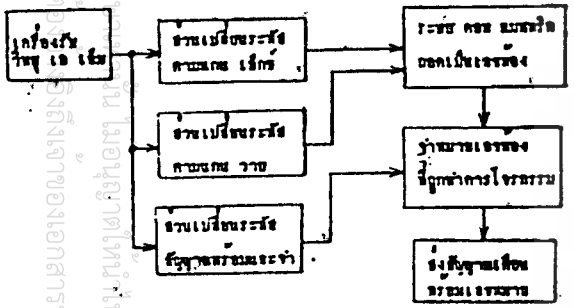


ภาพที่ 2.2 แสดงการส่งสัญญาณของห้องหมายเลข 12 เข้าวงจรเอ.เอ็ม.

(n) แสดงสัญญาณของแกนเอ็กซ์เป็น 1



ภาพที่ 2.3 แสดงขั้นการทำงานของเครื่องส่งระดับ



แสดงขั้นการทำงานของเครื่องถอดระดับ

(ข) แสดงระดับของสัญญาณเป็น 2

(ค) แสดงระดับของสัญญาณในรูปของความถี่

ระดับและเครื่องรับระดับเรียนโดยลำดับภาพที่ 2.3 ต่อไปจะกล่าวถึงส่วนการทำงานแต่ละส่วนๆ ดังนี้

2.1.1 ส่วนตรวจสอบระดับของเครื่องขึ้นในอากาศ

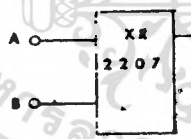
ส่วนนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบดูว่าขณะนี้มีเครื่องส่งเครื่องใดส่งระดับออกอากาศอยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีก็จะส่งระดับของเครื่องออกอากาศในทันที่ที่เกิดโอกาสขึ้น แต่ถ้ามีเครื่องอื่นๆ กำลังส่งออกอากาศอยู่จะต้องรอจนกว่าเครื่องที่กำลังส่งอยู่นั้นเลิกส่งระดับเสียก่อนแล้วจึงส่งระดับประจำต้องของเครื่องออกไป จะเห็นว่าส่วนนี้ต้องใช้เครื่องรับวิทยุแบบเอ. เอ็ม. 1 เครื่องเพื่อเป็นการรับระดับของเครื่องอื่นที่ส่งออกอากาศแล้วนำสัญญาณนี้รับไปยังบุคการทำงานของส่วนควบคุมการส่งระดับอีกทีหนึ่ง

2.1.2 ส่วนควบคุมการส่งระดับประจำเครื่อง

ส่วนนี้จะเป็นส่วนกำหนดระดับหมายเลขของตู้ที่นำไปติดตั้งจะแบ่งการควบคุมออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกจะควบคุมจำนวนหัวข้อที่ส่งออกไปตามแกนเอ็กซ์อีกส่วนหนึ่งจะควบคุมจำนวนหัวข้อที่ส่งออกไปตามแกนวาย สัญญาณที่ได้จากส่วนนี้จะถูกนำไปควบคุมส่วนกำเนิดความถี่อีกทีหนึ่ง

2.1.3 ส่วนกำเนิดความถี่แปรตามสัญญาณระดับ

ในส่วนนี้จะเป็นตัวกำเนิดความถี่แปรตามสัญญาณระดับที่ส่งมา ดังนั้นส่วนนี้จะต้องถูกควบคุมโดยสัญญาณจากและต้องมีบุคควบคุม 2 บุคดังภาพที่ 2.4 ซึ่งมีบุคควบคุม 2 บุคดังกล่าวนี้ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงส่วนกำเนิดความถี่แปรตามสัญญาณระดับ

จากภาพที่ 2.4 อ้างอิงที่ A และ B เป็น(0,0)ที่บุคสัญญาณออกจะให้ความถี่ต่ำหนึ่ง อ้างอิงที่ A และ B เป็น(1,0)โดย A ควบคุมโดยส่วนควบคุมการส่งระดับตามแกนเอ็กซ์ ดังนั้นความถี่ที่ได้จากบุคสัญญาณออกจะเป็นตามระดับของเอ็กซ์ อ้างอิงที่ A และ B เป็น(0,1)โดย B ควบคุมโดยส่วนควบคุมการส่งระดับตามแกนวาย สัญญาณที่บุคสัญญาณออกจะเป็นไปตามระดับวาย แต่อ้างอิงที่ A และ B เป็น(1,1)จะได้สัญญาณนี้เป็นสัญญาณสำหรับทางด้านเครื่องรับทำการจำระดับของไว้แล้วทำการลบสัญญาณจากส่วนออกระดับทิ้งเมื่อระดับใหม่นี้จะส่งเข้ามา

2.1.4 ส่วนส่งสัญญาณระดับและสัญญาณจำไม้กับเครื่องรับ

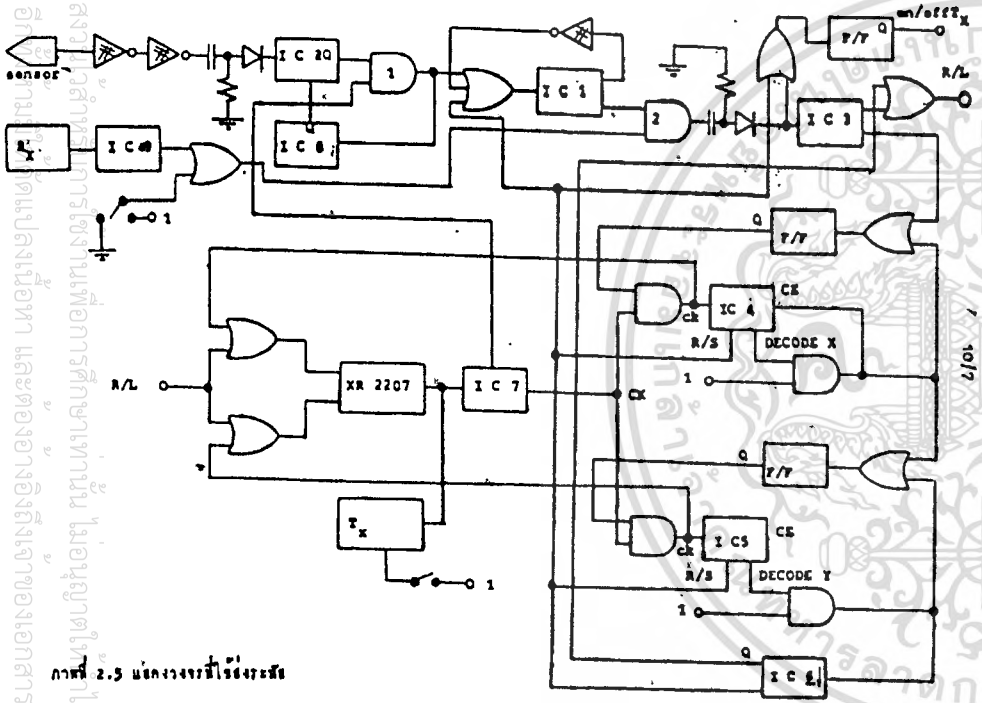
ในส่วน นี้จะทำการส่งปิดหัวข้อของสัญญาณที่ส่งตามแกนเอ็กซ์และแกนวายนั่นคือเมื่อเริ่มจะส่งหัวข้อออกไป 1 หัวข้อเพื่อทำการบอกให้เครื่องรับเตรียมรับระดับมาจึงส่งต่อด้วยหัวข้อระดับแกนเอ็กซ์และแกนวาย หลังจากนั้นจึงจะส่งออกไปอีก 1 หัวข้อเพื่อทำการบอกให้เครื่องรับจำระดับของไว้ในตำแหน่งระดับเก่าที่จะระดับออกได้ทีหลัง

2.1.5 ส่วนส่งสัญญาณออกอากาศ

ส่วนนี้จะเป็นการนำเอาสัญญาณจากบุคสัญญาณออกของไอ.ซี.เอ็กซ์หมายเลข 2207 มาทำการถอดสัญญาณเข้ากับคลื่นพาห์แล้วส่งออกอากาศ ในส่วนนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อส่งหัวข้อออกอากาศเท่านั้นในสภาวะที่ไม่มีการส่งหัวข้อระดับอยู่ ส่วนนี้จะบุดทำงาน เครื่องส่งที่นำมาใช้เป็นวงจรเดียวกันที่ออกแบบไว้ในบทความเรื่องการออกแบบวงจรรวมที่ใช้เป็นเครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุแบบเอ. เอ็ม.

วงจรส่วนนี้ทั้งหมดจะเป็นดังภาพที่ 2.5 ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

ส่วนรับสัญญาณ(sensor)รับสัญญาณได้จะใช้สัญญาณจริง 1 มาเปิดเกตของแอนเกตตัวที่ 1 แอนเกตจะส่งสัญญาณไปกระตุ้นไอ.ซี. 1 ทำงานให้สัญญาณออกที่ขา 0 เป็นจริง 1 ปิดกระเข้าที่ขาสัญญาณเข้าของแอนเกตตัวที่ 2 ส่วนขาสัญญาณเข้าวิกฤตนี้จะมาจากส่วนตรวจสอบระดับของเครื่องอื่นในอากาศถ้าไม่มีจะเป็นจริง 1 สัญญาณจากของแอนเกตตัวที่ 2 จะได้จริง 1 ออกมาบังคับทำให้เปิดไฮ่จำนวนหัวข้อเครื่องส่งและส่งสัญญาณเครื่องออกไป 1 หัวข้อพร้อมกันนั้นก็จะเริ่มส่งของทำให้ไอ.ซี. 3 ซึ่งเป็นส่วนควบคุมการส่งระดับเริ่มทำ

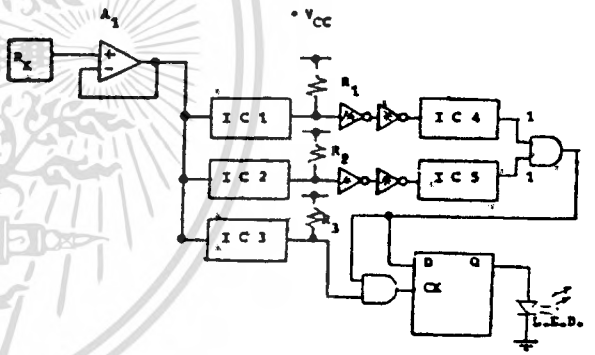


ภาพที่ 2.5 แสดงวงจรนี้ใช้สร้างระลัย

การส่งระลัยสัญญาณเข้าหรือแผงวงจรไปยังส่วนต่างๆ เกิดความยุ่งยากขึ้นเมื่อระลัยต่างๆ ของไอ.ซี.ที่สร้างเสร็จสิ้นแล้วก็จะบังคับให้ไอ.ซี.6 ส่งสัญญาณระลัยไปยัง 1 ช่องจากนั้นสัญญาณนี้ยังไปบังคับให้หยุดจ่ายไปให้กับเครื่องส่งระลัยทั้งหมดของไอ.ซี.ต่างๆ ทันทีไปจนกว่าจะเริ่มต้นใหม่

2.2 ส่วนเครื่องรับเพื่อถอดระลัยสิ่งงมา

ส่วนของเครื่องรับจะต้องมีเครื่องรับวิทยุเอ.เอ็ม.เครื่องหนึ่งเพื่อรับระลัยที่ส่งมาโดยสัญญาณอยู่ในรูปของความถี่ดังเดิม สัญญาณนี้ใดๆ จะถูกนำไปออกจากระลัยในรูปของความถี่เพื่อระลัยในรูปของสัญญาณ หลังจากนั้นสัญญาณที่ได้ทั้งหมดจะถูกนำไปเข้าในระบบคอมพิวเตอร์เหมือนกับที่ส่งด้านส่ง สัญญาณที่ได้จากระบบคอม แบตเตอรี่จะถูกส่งมายังหน่วยความจำเพื่อจำระลัยของสัญญาณเรียงที่ถูกโจรกรรมไว้ตลอดเวลายาวนานกว่าจะถูกดูเข้าเครื่องทำการยิงวงจรนี้ใช้ในส่วนนี้เป็นดังภาพที่ 2.6

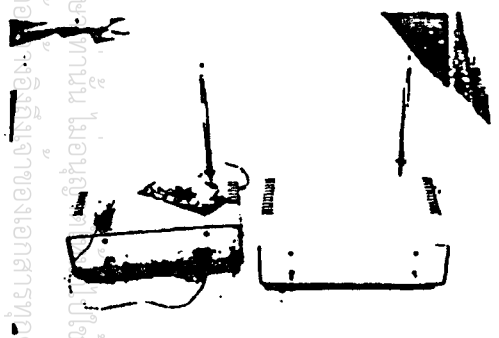


ภาพที่ 2.6 แสดงวงจรเครื่องรับเพื่อถอดระลัยสิ่งงมา

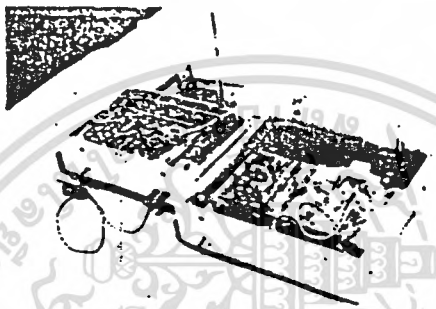
จากภาพที่ 2.6 ไอ.ซี.1,2,3 จะเป็นตัวเปรียบระดับของแกนเอ็กซ์ แกนวายและสัญญาณที่ส่งอยู่ในรูปความถี่ไม่ตรงกับขาอยู่ในรูปของดิจิตอล สัญญาณที่ได้จากไอ.ซี.1และ2 ถูกนำไปป้อนให้ไอ.ซี.4 และ 5 ซึ่งต่ออยู่ในรูปของคอนเวอร์เตอร์ แต่ละจุดที่เปลี่ยนตัดกันของคอนเวอร์เตอร์จะถูกนำไปป้อนสัญญาณเข้าของแอนเกอ สัญญาณออกของแอนเกอจะป้อนไปยังส่วนที่นำหน้าที่ทำคือไอ.ซี.6 ส่วนสัญญาณจากไอ.ซี.3จะเป็นสัญญาณพิ่มออกให้ไอ.ซี.6ทำการทำ

3.ผลการทดลอง

ในการทดลองได้ทดลองสร้างเครื่องส่งระดับน้ำเครื่องเดียวแต่สามารถเปลี่ยนระดับได้ แล้วใช้งานตัดกับสัญญาณเป็นไมโครเวฟเมื่อระดองส่งระดับออกอากาศแล้วใช้เครื่องออดระดับมาทำการออดระดับที่ส่งออดไปหมายว่าเครื่องสามารถออดระดับได้ตรงกับระดับที่ส่งมาทุกครั้ง ตัดมาเมื่อใช้ R.F. Generater ทดลองส่งความถี่ 1 กิโลเฮิรตออกอากาศจะหมายว่าเครื่องส่งระดับออกอากาศจะไปส่งระดับออกอากาศนานกว่าจะเลิกส่งความถี่ 1 กิโลเฮิรตออกอากาศ ซึ่งก็เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ได้ออกแบบไว้ทั้งแต่ต้นทันทีจึงชื่อได้ว่าผลการทดลองนี้ได้เป็นการยืนยันว่าการออกแบบถูกต้องเป็นไปตามจุดมุ่งหมายทุกประการ



ภาพที่ 3.1 แสดงเครื่องส่งระดับและเครื่องรับระดับ ที่ทดลองสร้างขึ้นใช้งาน



ภาพที่ 3.2 แสดงวงจรภายในด้านบนของเครื่องส่งระดับและเครื่องรับระดับ

ภาพที่ 3.3 แสดงวงจรภายในด้านล่างของเครื่องส่งระดับและเครื่องรับระดับ

บทสรุป

ถ้าเรียงวงจรที่ออกแบบมาและทดลองสร้างขึ้นมาใช้ได้กับอาคารที่มีจำนวนห้องสมด 55 ห้องเท่านั้น ตำแหน่งที่(0,0)ในระบบพิกัด แบบวิธีของเครื่องออดระดับจะใช้เป็นตัวบอกให้ทราบว่าเครื่องออดระดับพร้อมที่จะทำงาน แต่ถ้าห้องการ ที่ได้จำนวนห้องมากกว่านี้ก็สามารถทำได้ง่ายโดยเพิ่มไอ.ซี.ที่ทำหน้าที่ออดระดับและส่งระดับ ระบบพิกัด แบบวิธีเข้าไปอีก เช่น ถ้าเพิ่มเข้าไปอีก 1 ตัว จำนวนห้องจะกลายเป็น 255 ห้องทันที. และถ้าเพิ่มเข้าไปเป็น 2 ตัว จำนวนห้องจะกลายเป็น 65.5 ห้องซึ่งนี้ปริมาณมากควรมีเครื่องทำงานระบบการทำงานส่วนอื่นยังคงไว้เหมือนเดิม

ภาคผนวกที่ 3

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในการประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ ๔ ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ๘ สถาบันอุดมศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อวันที่ ๒๗-๒๘ สิงหาคม ๒๕๒๔ มีดังนี้

1. An electronics taxi meter

   หน้าที่ ๕/๔ เล่มที่ ๒

2. Intergrated AM Receiver and transmitter

   หน้าที่ ๘/๖ เล่มที่ ๓

3. 8th Digit telephone decoder for small automatic APBX system

   หน้าที่ ๘/๘ เล่มที่ ๓

4. A low-cost high-resolution spectrum and wave analyzer

   หน้าที่ ๑๐/๖ เล่มที่ ๓

5. Electronics troubled spot indicaters for security system

   หน้าที่ ๑๐/๗ เล่มที่ ๓

6. Stepping voltage regulator

   หน้าที่ ๑๑/๑ เล่มที่ ๓

7. A voltage and motor protector

   หน้าที่ ๑๑/๓ เล่มที่ ๓

8. A controller for power factor system's correction

   หน้าที่ ๑๑/๔ เล่มที่ ๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้