



ปีการศึกษา ๒๕๓๒

ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

โดย

นายวรพจน์	สุภิमारส	๒๕.๑๑๕๑
นายชวลิต	ทรงเพ็ชรมงคล	๒๕.๑๒๕๖
นายสัญญา	มิตรเอม	๒๕.๑๒๓๖

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. โยธิน เปรมปราณีรัตน์

๒๕๓๐

## ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์

วรพจน์ สุภิमारส

ชวลิต ทรงเพ็ชรมงคล

สัญญา มิตรเอม

รศ.ดร.โยธิน เปรมปราณีรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา  
ปีการศึกษา 2532

### บทคัดย่อ

ปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาค้นคว้าและทดลองการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทางโทรศัพท์ โดยใช้ไอซี เบอร์ MT 8870 ทำการแปลรหัสของสัญญาณผสมสองความถี่ (Dual Tone Multi-Frequency หรือ DTMF) จากโทรศัพท์และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอ็มซีเอส 51 (Microcontroller MCS-51) เบอร์ 8031 เป็นตัวควบคุม และทำการส่งสัญญาณที่จะไปควบคุมเป็นแบบอนุกรมโดยใช้หลักการผสมทางความถี่ (Frequency Modulation) ผ่านสายไฟเอ.ซี. (A.C. Line) ซึ่งกำหนดจุดที่จะควบคุมโดยใช้ ไอซี เบอร์ MC 14469 สำหรับผลการทดลองของโครงการได้แสดงไว้ในปฏิญานินพนธ์นี้แล้ว

# ELECTRICAL APPARATUS CONTROLLING BY TELEPHONE

WORAPOJ SUPIMAROS  
CHAVALIT SONGPETCHMONGKOL  
SANYA MITAIM

ASSOCIATE PROFESSOR Dr. YOTHIN PREMPRANEERACH ADVISOR

1989

## Abstract

This research project present the study and experimental of electrical apparatus controlling by telephone. This controller consists of the integrated circuit, MT 8870 which decodes the dual tone multi-frequency from telephone, microcontroller MCS-51 number #8031 using as the main controller and sending the control signal in serial binary format which is modulated in frequency through A.C. line. IC MC 14469 is used for addressing the controlling position of the electrical apparatus. The experimental results of this controller is also presented.

## สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการ	2
บทที่ 3	การออกแบบและการสร้าง	29
บทที่ 4	การใช้งาน	39
บทที่ 5	ผลการทดลอง	41
บทที่ 6	สรุปและวิจารณ์	47
ภาคผนวก ก		48
ภาคผนวก ข		56
กิตติกรรมประกาศ		67
หนังสืออ้างอิง		68



บทที่ 1บทนำ

ปัจจุบันนี้การสื่อสารทางโทรศัพท์มิได้มีประโยชน์เพียงแค่อี้อัดต่อสื่อสาร  
พูดคุยกันธรรมดาเท่านั้น แต่ได้มีการนำการสื่อสารทางโทรศัพท์มาประยุกต์ใช้งาน  
เพิ่มเติมอีกมากมาย เช่น โมเด็ม (Modem), การประกาศผลสอบเข้ามหาวิทยาลัย,  
การบริการโทรสาร (Facsimile) เป็นต้น ปรินตูปัญญาณณ์นี้จึงได้ศึกษาและนำ  
การสื่อสารทางโทรศัพท์มาใช้งาน โดยเป็นการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าณ สถานที่  
แห่งหนึ่งจากอีกสถานที่แห่งหนึ่งซึ่งอยู่ห่างไกลกัน แต่สามารถติดต่อผ่านกันได้โดยทาง  
โทรศัพท์ ซึ่งมีประโยชน์มากในการนำไปใช้ภายในบ้านในกรณีที่เรายืนนอกบ้านแต่  
ต้องการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน นอกจากนั้น สถานที่ที่ต้องการควบคุม  
เราจะควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ โดยการส่งสัญญาณควบคุมผ่านทางสายไฟเอ.ซี.  
(A.C. Line) ไปยังจุดแต่ละจุดที่มีเครื่องใช้ไฟฟ้าอยู่ ซึ่งจะเป็นการประหยัดและ  
สวยงามเนื่องจากไม่ต้องเดินสายไฟเพิ่มเติมจากส่วนควบคุมไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า  
แต่ละจุด และเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละจุดสามารถควบคุมด้วยสวิทช์ก็ได้ด้วย

## บทที่ 2

### ทฤษฎี และ หลักการ

#### 2.1 สัญญาณต่างๆภายในระบบของเครื่องชุมสายโทรศัพท์

ระบบสัญญาณต่างๆของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการบอกสถานะ และแจ้งให้ผู้เรียกและผู้รับทราบว่าจะทำอะไรเมื่อได้ยินสัญญาณแต่ละชนิด ระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์ในปัจจุบันนี้มี 2 แบบคือ แบบหมุน (Dial) และแบบกดปุ่ม (DTMF) สำหรับโครงการที่ทำนี้ใช้สำหรับระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์แบบกดปุ่มดังนั้นจะกล่าวถึงสัญญาณต่างๆสำหรับระบบแบบกดปุ่มเท่านั้น

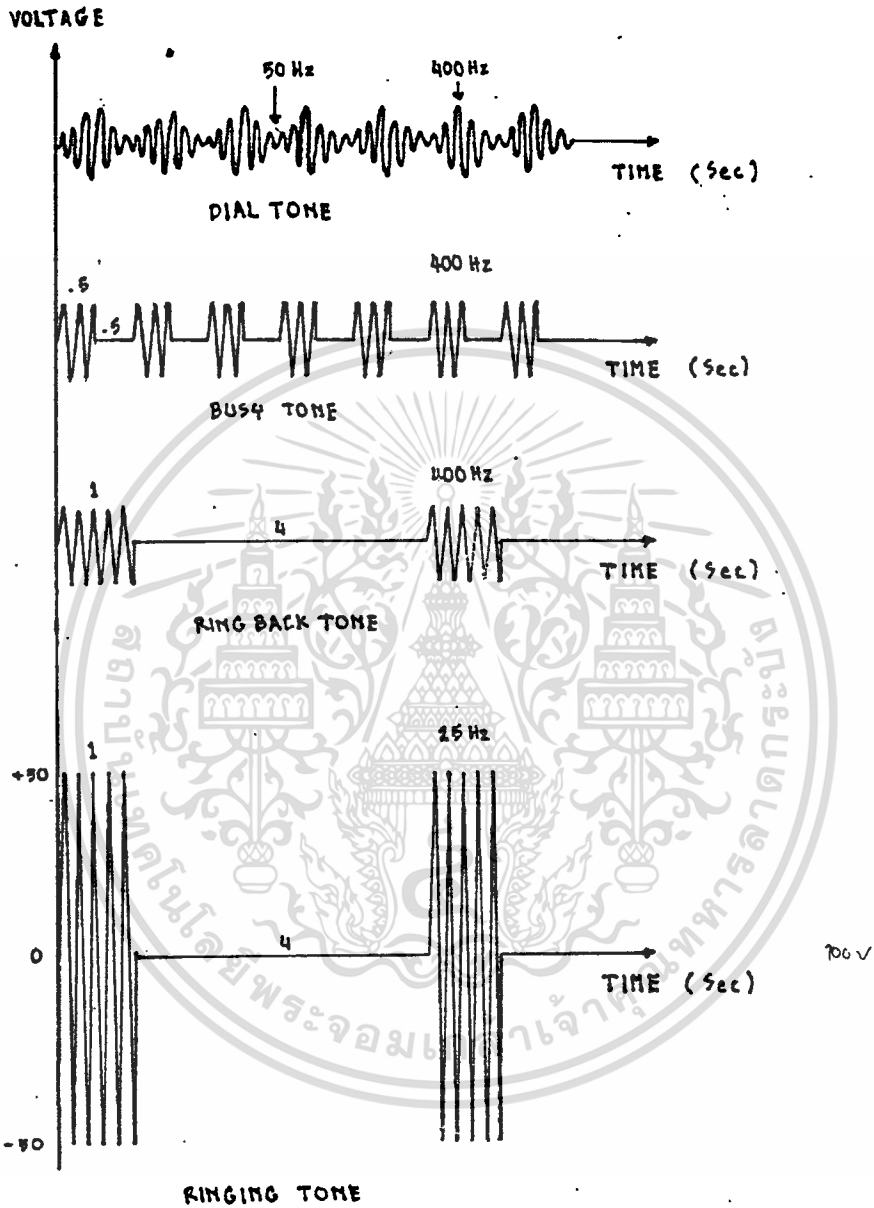
#### สัญญาณพื้นฐาน

1. สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) ใช้เพื่อแสดงให้สมาชิกรู้ว่าให้กดปุ่มเลขหมายผู้รับได้ เป็นสัญญาณเสียงต่อเนื่อง 400 เฮิรตซ์ (Hertz) กร้าความถี่ประมาณ 50 เฮิรตซ์แบบเอเอ็ม (AM)

2. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ใช้เพื่อเตือนให้ผู้เรียกทราบว่าผู้รับไม่ว่างควรวางหูก่อนสักระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มเรียกใหม่ เป็นสัญญาณ 400 เฮิรตซ์ ช่วงของเวลาส่งประมาณ 0.5 วินาที เที่ยบประมาณ 0.5 วินาที

3. สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) ใช้เมื่อการต่อทุกชั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าการเรียกสำเร็จ เป็นสัญญาณ 400 เฮิรตซ์ ช่วงเวลาการส่งประมาณ 1 วินาที เที่ยบประมาณ 4 วินาที

4. สัญญาณกริ่งเรียก (Ringling Tone) ใช้เมื่อการต่อทุกชั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จด้วยกริ่งเรียก แจ้งให้ผู้รับมาตอบการเรียก เป็นสัญญาณ 25 เฮิรตซ์ ช่วงเวลาการส่งและเที่ยบเช่นเดียวกับสัญญาณเรียกกลับ



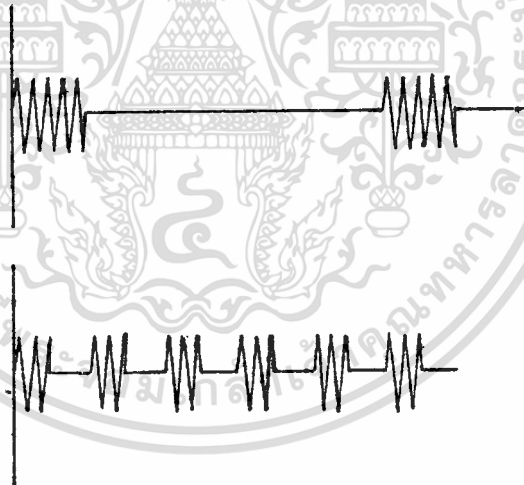
รูปที่ 2.1 สัญญาณพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 สัญญาณในการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์ เครื่องส่ง

- ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีคิกดาตาคือคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48 โวลต์
- เมื่อผู้เรียยกยกหูโทรศัพท์ คิกดาจะลดลงเหลือ 8 โวลต์ พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุ่น ซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 มิลลิโวลต์ ความถี่ 400 เฮิรตซ์ที่ร่าความถี่ประมาณ 50 เฮิรตซ์ ซึ่งเมื่อถอดรหัสสัญญาณความถี่แล้ว สัญญาณให้หมุ่นนี้จะหายไป
- กoder (Code) เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด 7 หลัก รหัสความถี่ที่ส่งจะเป็นสัญญาณผสมสองความถี่ เป็นความถี่สูงและความถี่ต่ำผสมกันไป แต่ละหมายเลขจะมี DTMF อยู่หนึ่งคู่
- ขณะที่รอการรับสาย จะมีสัญญาณตอบกลับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่ว่าง คือสัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณสายไม่ว่างตามลำดับ

สายว่าง  
( 1 : 4 วินาที )



สายไม่ว่าง  
( .5 : .5 วินาที )

- เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณจะอยู่ที่ 8 โวลต์ โดยมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียง, ความดัง ของเสียงพูดตามสาย
- เมื่อวางหูโทรศัพท์ เลิกการติดต่อ ขนาดคิกดาจะกลับไปค่า 48 โวลต์ ตามเดิม



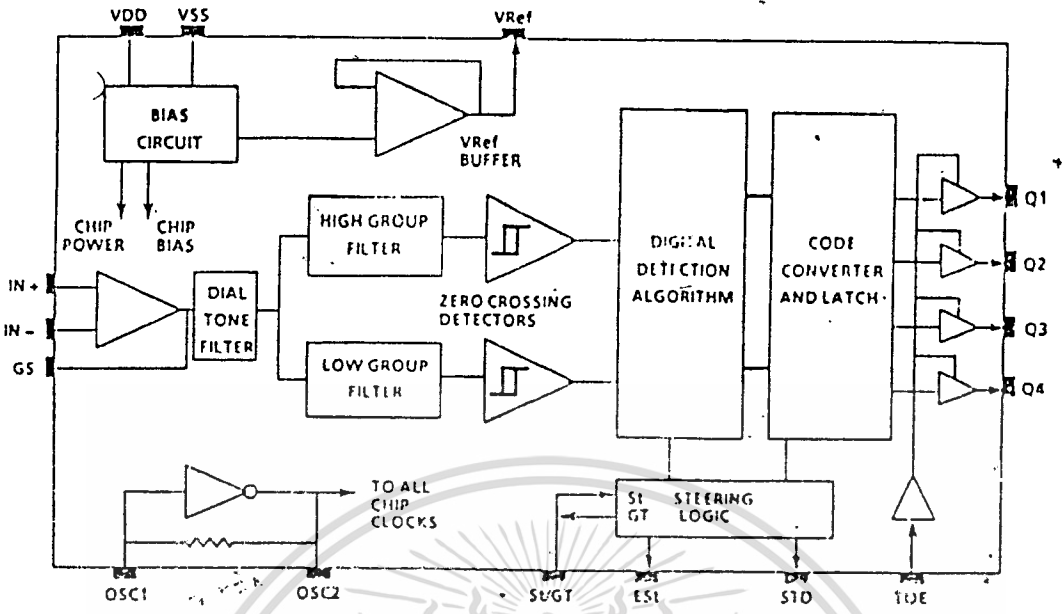
## เครื่องรับ

- ขณะที่วางหูอยู่จะมีคัทดากระแสตรงคร่อมสายอยู่ 48 โวลต์
- เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกจะมีขนาดประมาณ 100 โวลต์กระแสสลับ ความถี่ 25 เฮิรตซ์ ซึ่งอยู่บนคัทดากระแสตรง 48 โวลต์ จังหวะ 1 วินาที หยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องส่ง
- จากนั้นเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ ขนาดคัทดากระแสตรงจะลดลงเหลือ 8 โวลต์ และมีการกระเพื่อมตามขนาดและความถี่ของเสียงพูด
- เมื่อวางหูโทรศัพท์ ขนาดคัทดาก็จะกลับไป 48 โวลต์ตามเดิม

### 2.3 ตัวถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่ (DTMF DECODER)

ตัวถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่นี้ใช้ไอซี เบอร์ MT 8870 ผลิตโดยบริษัทมิเทล (MITEL) ใช้ตัวสร้างความถี่ (Oscillator) ขนาด 3.579 เมกกะเฮิรตซ์ในการสร้างสัญญาณนาฬิกา MT 8870 มีอยู่ 2 ส่วนที่สำคัญคือ ส่วนกรองช่วงความถี่ และส่วนถอดรหัสเป็นรหัสไบนารี (Binary Code) โดยการทำงานภายในของ MT 8870 แสดงไว้ในรูป 2.3

การทำงานจะเริ่มโดยการรับสัญญาณผสมสองความถี่เข้ามาทางขา IN จากนั้นจะผ่านไปยังส่วนไดอัลโทนฟิลเตอร์ (Dial Tone Filter) ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สัญญาณที่มีใช้สัญญาณผสมสองความถี่ผ่านไป จากนั้นสัญญาณผสมสองความถี่ที่ผ่านมาได้จะเข้าสู่ส่วนกรองความถี่สูงและกรองความถี่ต่ำ เพื่อแยกสองความถี่ออกจากกัน จากนั้นความถี่ทั้งสองจะเข้าไปยังส่วนถอดรหัส ซึ่งจะถอดรหัสความถี่ทั้งสอง ซึ่งมี 16 คู่ความถี่ให้เป็นรหัสไบนารี จำนวน 4 บิตแล้วส่งออกไปยังขา  $Q_1-Q_4$  โดยการถอดรหัสของสัญญาณความถี่ทั้งสองไปเป็นรหัสไบนารี แสดงไว้ดังตารางที่ 2.1 นอกจากนั้นยังมีอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญคือส่วน Steering Logic ซึ่งทำหน้าที่กำหนดเงื่อนไขของระยะเวลาของสัญญาณที่ผ่านเข้ามา ซึ่งถ้าระยะเวลาเป็นไปตามเงื่อนไข จะมีสัญญาณลอจิก "1" ขึ้นที่ขา STD



รูปที่ 2.3

F <sub>low</sub>	F <sub>HIGH</sub>	NO.	TOE	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
.	.	.	L	Z	Z	Z	Z

ตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

เป็นส่วนควบคุมการทำงานทั้งหมดในโครงงานนี้ มีลักษณะเหมือน ไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป และเพิ่มอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สำคัญลงไป ทำให้ 8031 มีความสามารถมาก

ลักษณะที่สำคัญของ 8031 คือ

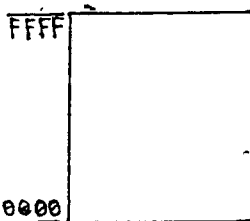
- ไมโครโปรเซสเซอร์แบบ 8 บิต
- มีวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาภายใน
- 32 อินพุต / 32 เอาท์พุท
- อ้างอิงหน่วยความจำภายนอกสำหรับเก็บข้อมูล 64 กิโลไบต์
- อ้างอิงหน่วยความจำภายนอกสำหรับเก็บโปรแกรม 64 กิโลไบต์
- มีวงจรนับ, ตั้งเวลา 16 บิต 2 ชุด
- 5 อินเทอร์รัพท์ สามารถจัดลำดับความสำคัญได้ 2 ระดับ
- ส่งข้อมูลอนุกรมแบบ 2 ทิศทางได้
- สามารถประมวลตรรกศาสตร์ได้
- มี RAM ภายในขนาด 128 ไบต์ โดยสามารถอ้างอิงได้ทั้งแบบบิต และแบบไบต์

8031 มีสถาปัตยกรรมภายในดังรูป 2.4

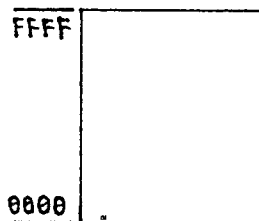
### 2.4.1 การจัดการหน่วยความจำ

8031 มีหน่วยความจำพื้นฐานดังนี้

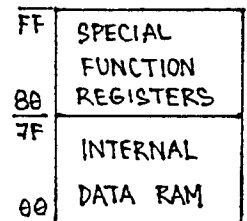
1. หน่วยความจำภายนอกสำหรับโปรแกรม 64 กิโลไบต์
2. หน่วยความจำภายนอกสำหรับข้อมูล 64 กิโลไบต์
3. หน่วยความจำภายในแบบ RAM 256 ไบต์



หน่วยความจำภายนอก  
สำหรับโปรแกรม

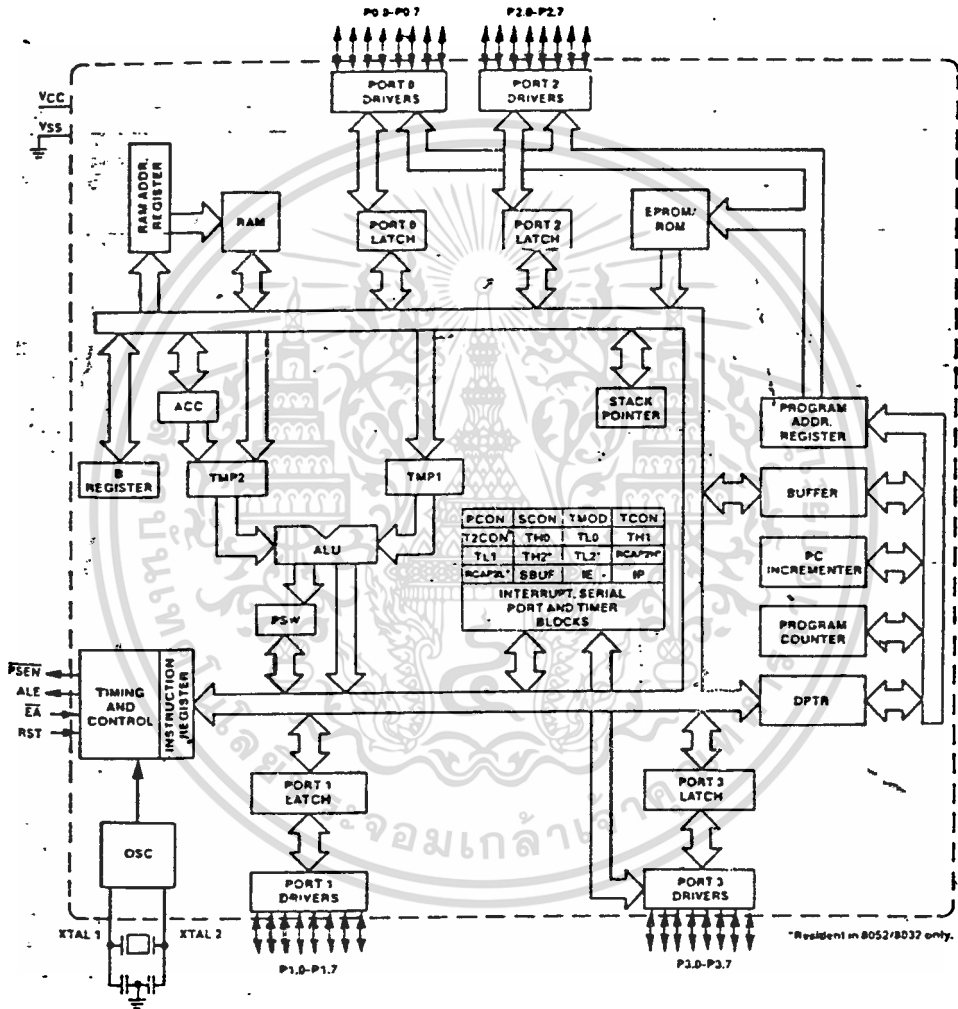


หน่วยความจำภายนอก  
สำหรับข้อมูล



หน่วยความจำ  
ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

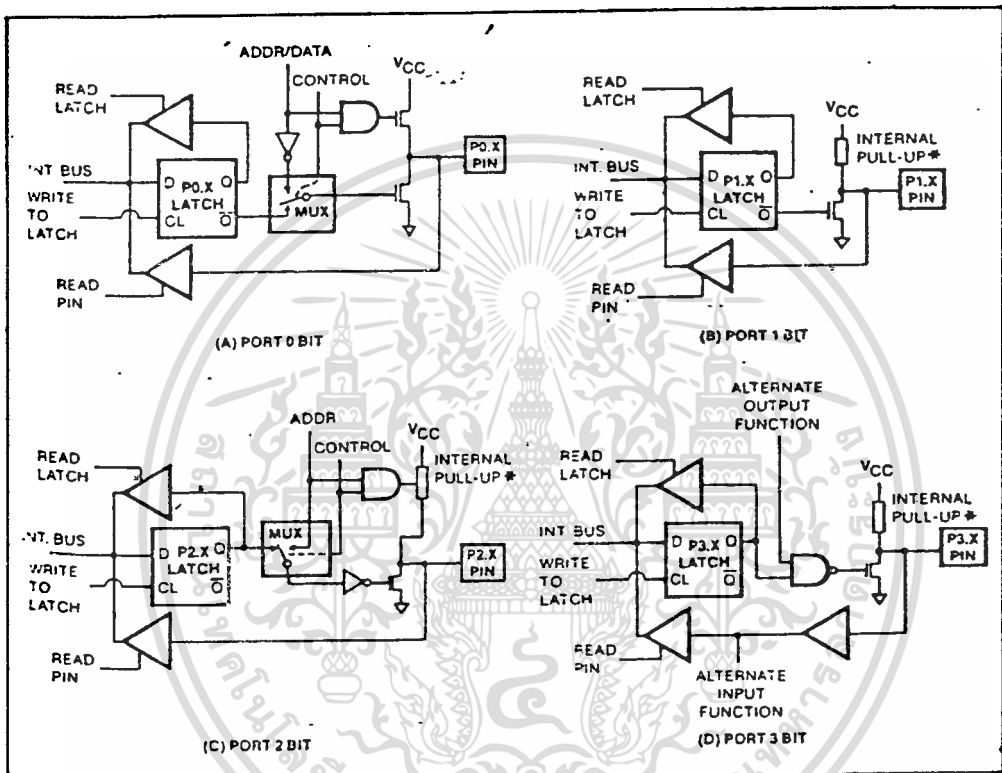


รูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 โครงสร้างพอร์ทและการทำงาน

พอร์ทของ 8031 มี 4 พอร์ทรวม 32 บิต พอร์ททั้ง 4 เป็นแบบ 2 ทิศทาง ( Bidirectional ) พร้อมทั้งสามารถหน่วงค่าไว้ ( Latch ) โดยมี โครงสร้างภายในแต่ละบิต ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8

จากรูป จะเห็นว่า มีตัวขับเอาต์พุตและบัฟเฟอร์อินพุต เนื่องจากโครงสร้างพอร์ท 1, 2, และ 3 ได้ติดตั้งความต้านทาน pull up ไว้ ดังนั้นเวลาจะอ่านค่าจากพอร์ท ต้องป้อนค่า "1" ( high ) ก่อน แล้วจึงอ่านค่าที่พอร์ทเข้ามา ส่วนในพอร์ท 0 สามารถอ่านค่าได้เลย ในทางปฏิบัติพอร์ท 0 ( P0 ) กับ P2 จะใช้ติดต่อหน่วยความจำภายนอก โดยใช้ P0 รับข้อมูลด้วยในตัว ส่วน P1 เป็นพอร์ทว่างใช้ในกรณีต้องการติดต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม และใน P3 จะเป็นพอร์ทควบคุม มีฟังก์ชันการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ท	ฟังก์ชันการทำงาน
P3.0	RXD ( พอร์ทรับข้อมูลอนุกรม )
P3.1	TXD ( พอร์ทส่งข้อมูลอนุกรม )
P3.2	INT0 ( การใช้อินเทอร์รัพท์ภายนอกตัวที่ 1 )
P3.3	INT1 ( การใช้อินเทอร์รัพท์ภายนอกตัวที่ 2 )
P3.4	T0 ( Timer/Counter 0 รับสัญญาณภายนอก )
P3.5	T1 ( Timer/Counter 1 รับสัญญาณภายนอก )
P3.6	WR ( สวิตรบกการเขียนหน่วยความจำภายนอก )
P3.7	RD ( สวิตรบกการอ่านหน่วยความจำภายนอก )

### 2.4.3 ตัวจับเวลา/ตัวนับ

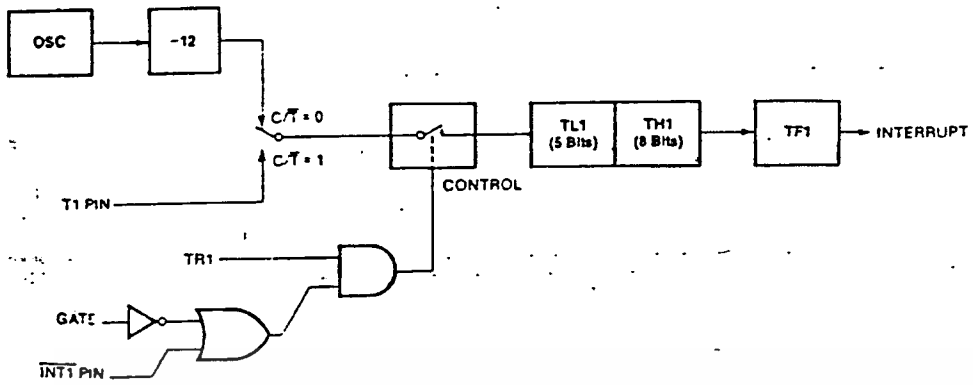
ใน 8051 มีตัวจับเวลา/ตัวนับ 16 บิต 2 ตัว เราสามารถกำหนดฟังก์ชันการทำงานได้รีจิสเตอร์ TMOD

- ฟังก์ชันการทำงานจับเวลา รีจิสเตอร์จะเพิ่มค่าทุกๆ วัฏจักรแมชชีน ( Machine Cycle ) โดยใน 1 วัฏจักรแมชชีนจะกินเวลาเป็น  $1/2$  ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ (Oscillator)

- ฟังก์ชันการทำงานเป็นตัวนับ รีจิสเตอร์จะเพิ่มค่าทุกครั้งที่ตรวจพบการเปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0" ที่ขา T0 หรือ T1 สัญญาณภายนอกจะถูกสุ่ม ( Sampling ) ระหว่างช่วง S5P2 ของทุกวัฏจักรแมชชีน ถ้าค่าที่ได้เป็น "0" และค่าที่วัดได้ในครั้งที่แล้วเป็น "1" รีจิสเตอร์จะเพิ่มค่าอีกหนึ่ง ดังนั้นความถี่สูงสุดของสัญญาณที่จะสามารถวัดได้เป็น  $1/24$  ของความถี่ออสซิลเลเตอร์

ในการทำงานทั้งตัวจับเวลาและตัวนับ สามารถกำหนดโหมดทำงานได้ 4 โหมด ดังนี้

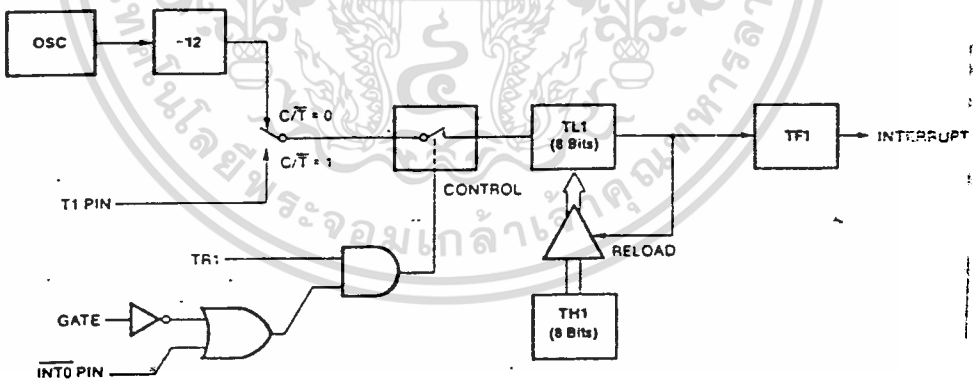
โหมด 0 รีจิสเตอร์ที่นับจะมี 2 ตัว ตัวแรกคือ TL มี 5 บิต ตัวที่ 2 คือ TH มี 8 บิต การนับโดยรวมจึงเป็น 13 บิต เมื่อนับเพิ่มค่าจนเป็น "1" ทุกบิตแล้ว การนับครั้งต่อไปจะรีเซตค่ารีจิสเตอร์เป็น "0" หมด พร้อมทั้งเกิดโอเวอร์โฟลว์ (Overflow) ไปปรับค่าแฟล็ก TF1 เป็น "1" การเริ่มจับเวลา/นับจะมีขึ้นเมื่อบิต TR = 1 และ GATE = 0 หรือ INT1 = 1 ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9

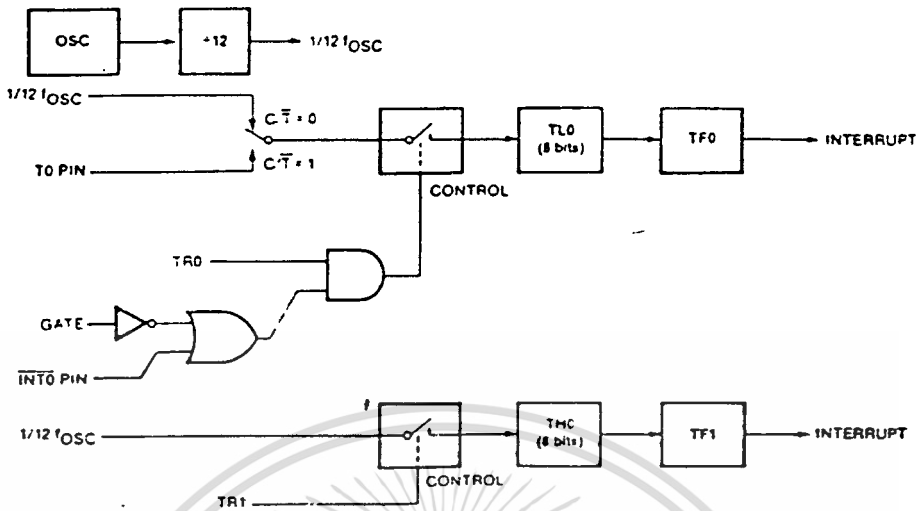
โหมด 1 ทำงานเหมือนโหมด 0 ต่างกันที่รีจิสเตอร์ตัวจับเวลา/นับ มีขนาด 16 บิต

โหมด 2 ทำงานโดยเซตค่าที่ TH 8 บิต และนับค่าที่ TL 8 บิต จากนั้นทุกครั้งที่เกิดโอเวอร์โฟลว์ ที่บิต TF จะเป็น "1" และจะมีการโหลดค่าจาก TH ไปยัง TL โดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10

โหมด 3 จะเป็นการกำหนดให้ TLO 8 บิต เป็นตัวจับเวลา/นับ แล้วส่งสัญญาณไปเซตบิต TFO ในขณะที่เดียวกัน TH0 จะถูกกำหนดให้ทำหน้าที่จับเวลา และส่งสัญญาณโอเวอร์โฟลว์ไปเซตบิต TF1 ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11

ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมโหมด 1, 3 จะอาศัยการทำงานของ Timer 1 โดยอัตโนมัติ ดังนั้นในช่วงนี้จะใช้ Timer 1 ไม่ได้ และต้องเซตค่า EX1 ในรีจิสเตอร์ IE ให้ไม่ทำงานด้วย ( Disabled )

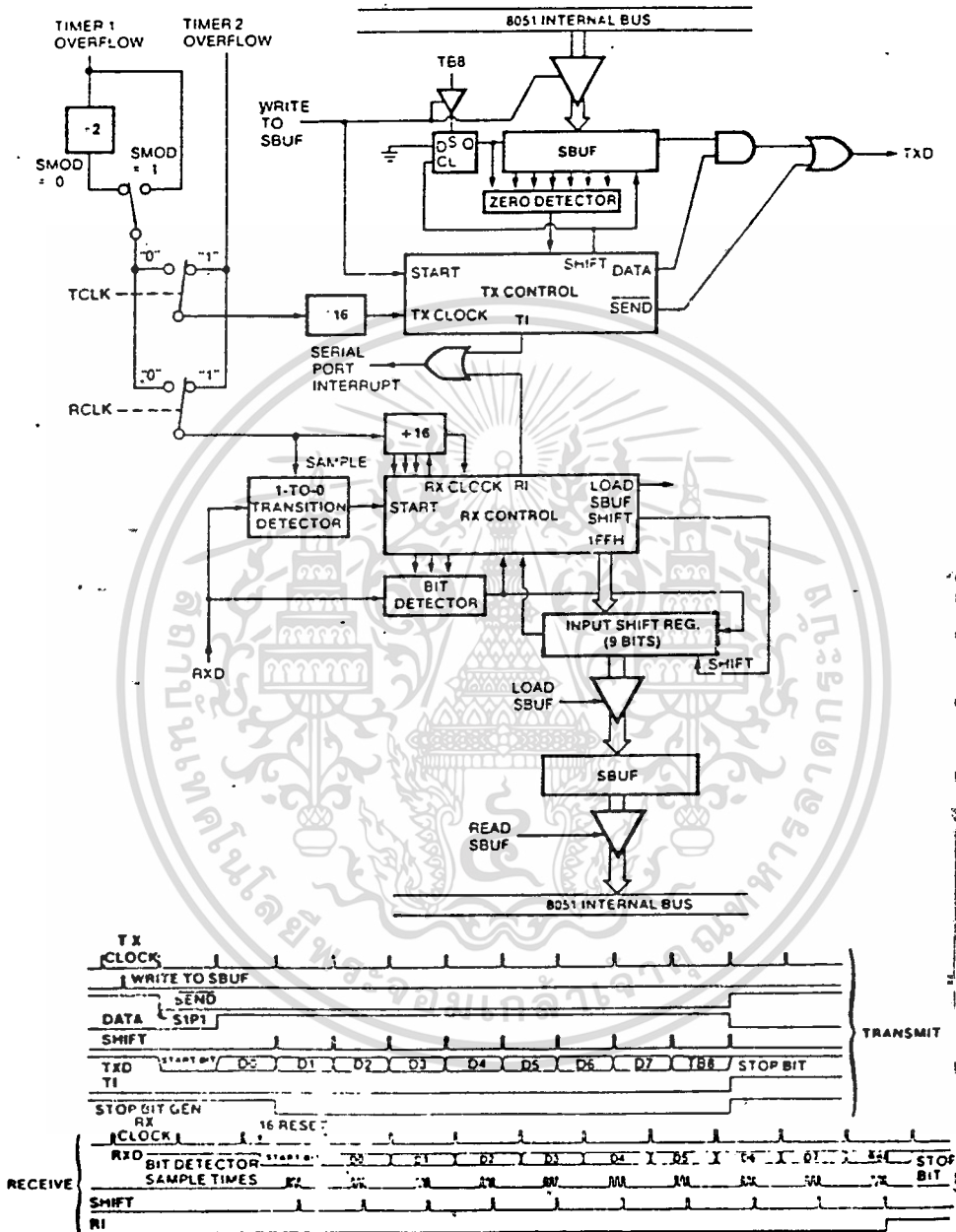
#### 2.4.4 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

สามารถรับและส่งได้ในเวลาเดียวกัน ( Full Duplex ) ในขณะที่รับข้อมูลจะมีบัฟเฟอร์ช่วยทำให้สามารถรับข้อมูลในไบต์ที่สองได้ โดยที่ไบต์แรกยังไม่ถูกอ่าน อย่างไรก็ตามเมื่อรับข้อมูลในไบต์ที่สองครบแล้ว ข้อมูลในไบต์แรกจะหายไป ในการรับส่งข้อมูลอนุกรมจะทำที่รีจิสเตอร์ SBUF ซึ่งใช้เป็นบัฟเฟอร์ โดยการเขียนข้อมูลไปที่ SBUF ข้อมูลนั้นจะถูกส่งออกไปโดยอัตโนมัติ ในการรับข้อมูล ข้อมูลที่ถูกส่งมา จะมาพักที่ตัวรีจิสเตอร์ SBUF นี้ เราจึงอ่านค่าข้อมูลได้จาก SBUF นี้เอง SBUF ในการส่งและรับจะเป็นคนละตัวกัน โดย CPU จะรู้เอง

ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม สามารถกำหนดการทำงานได้ 4 โหมดที่บิต SM0, SM1 ในรีจิสเตอร์ SCON ดังนี้

โหมด 0 ข้อมูลอนุกรมจะรับส่งผ่านขา RXD, TXD ตามลำดับ โดยมีความเร็วในการรับส่งเป็น 1/12 ของความเร็วออสซิลเลเตอร์มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที ( Baud Rate ) ข้อมูลในแต่ละไบต์จะมี 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การรับส่งข้อมูลอนุกรม ในโหมด 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมด 1 ข้อมูลจะเป็นแบบ 10 บิต มีบิตเริ่มต้น ( Start Bit ) บิตข้อมูล 8 บิต และบิตสุดท้าย ( Stop Bit ) และสามารถปรับความเร็วได้

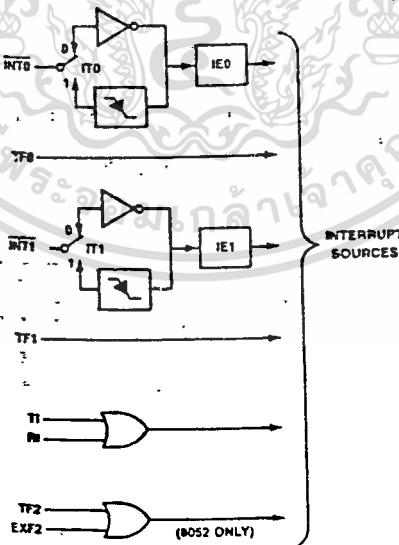
โหมด 2 ข้อมูลเป็นแบบ 11 บิต คือ บิตเริ่มต้น บิตข้อมูล 8 บิต บิตที่กำหนดค่าได้ และบิตสุดท้าย ในบิตที่กำหนดค่าได้นี้ทำได้โดยกำหนดที่บิต TB8 ของ SCON ในการส่งและการรับ บิตนี้จะถูกนำไปเก็บที่บิต RB8 ของ SCON ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้บิตที่กำหนดค่าได้นี้เป็นพาริตีบิต ( Parity Bit ) สามารถเลือกความเร็วได้เป็น  $1/32$  หรือ  $1/64$  ของความถี่ออสซิลเลเตอร์

โหมด 3 จะเหมือนโหมด 2 ทุกอย่าง ยกเว้นความเร็วสามารถปรับค่าได้

ในทุกโหมด การส่งข้อมูลจะเริ่มต้นที่ที่มีการเขียนข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ SBUF ส่วนในการรับข้อมูลในโหมด 0 จะเริ่มเมื่อสภาวะ  $RI = 0$  และ  $REN = 1$  แต่ในโหมดอื่นจะเริ่มรับข้อมูลโดย  $REN = 1$  และมีบิตเริ่มต้นเข้ามา

#### 2.4.5 อินเทอร์รัพท์ (Interrupt)

มีการอินเทอร์รัพท์ได้ 5 วิธี ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอินเทอร์รัพท์จากภายนอก INTO และ INT1 สามารถกำหนดการทำงานได้ทั้งแบบระดับ ( Level ) หรือแบบการเปลี่ยนระดับ ( Transition ) โดยเซตค่าที่บิต IT0 , IT1 ใน TCON เมื่อมีการอินเทอร์รัพท์ บิต IE0 , IE1 ใน TCON จะถูกเซตเป็น "1" และจะถูกเคลียร์เป็น "0" เมื่อสิ้นขบวนการอินเทอร์รัพท์

การอินเทอร์รัพท์จากตัวจับเวลา/ตัวนับ TFO และ TF1 ใน TCON จะถูกเซตเมื่อรีจิสเตอร์ในตัวจับเวลานั้นนับถึง 255 และถูกเคลียร์โดยฮาร์ดแวร์ เมื่อมีการเข้าไปยังตำแหน่งโปรแกรมตอบสนองอินเทอร์รัพท์แล้ว

การอินเทอร์รัพท์ทางพอร์ทอนุกรม จะถูกอินเทอร์รัพท์จากการรับข้อมูลหรือจากการส่งข้อมูล บิต RI และ TI จะถูกเซตตามลำดับ และจะไม่ถูกเคลียร์โดยทางฮาร์ดแวร์ เพื่อเราจะได้สามารถตรวจเช็คการรับส่งข้อมูลในครั้งที่แล้วได้ บิต RI และ TI จะถูกเซตตามลำดับ และจะไม่ถูกเคลียร์โดยทางฮาร์ดแวร์ เพื่อเราจะได้ตรวจเช็คการรับส่งข้อมูลในครั้งที่แล้วได้ บิต RI หรือ TI จะถูกเคลียร์โดยทางซอฟต์แวร์ทุกครั้งก่อนจะมีการรับส่งข้อมูล

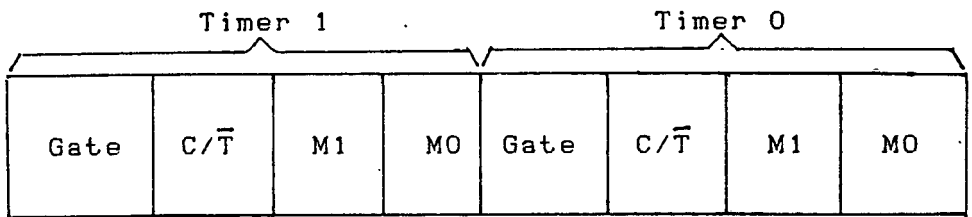
เราสามารถกำหนดลำดับความสำคัญในการอินเทอร์รัพท์ได้ โดยทางซอฟต์แวร์ที่รีจิสเตอร์ IP ดังรูป และเลือกใช้อินเทอร์รัพท์ได้โดยกำหนดที่รีจิสเตอร์ IE ดังรูปที่ 2.14

		(MSB)							(LSB)
		EA	X	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
Symbol	Position	Function							
EA	IE.7	disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt will be acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.							
—	IE.6	reserved							
ET2	IE.5	enables or disables the Timer 2 overflow or capture interrupt. If ET2 = 0, the Timer 2 interrupt is disabled.							
ES	IE.4	enables or disables the Serial Port interrupt. If ES = 0, the Serial Port interrupt is disabled.							
ET1	IE.3	enables or disables the Timer 1 Overflow interrupt. If ET1 = 0, the Timer 1 interrupt is disabled.							
EX1	IE.2	enables or disables External Interrupt 1. If EX1 = 0, External Interrupt 1 is disabled.							
ET0	IE.1	enables or disables the Timer 0 Overflow interrupt. If ET0 = 0, the Timer 0 interrupt is disabled.							
EX0	IE.0	enables or disables External Interrupt 0. If EX0 = 0, External Interrupt 0 is disabled.							

		(MSB)							(LSB)
		X	X	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0
Symbol	Position	Function							
—	IP.7	reserved							
—	IP.6	reserved							
PT2	IP.5	defines the Timer 2 interrupt priority level. PT2 = 1 programs it to the higher priority level.							
PS	IP.4	defines the Serial Port interrupt priority level. PS = 1 programs it to the higher priority level.							
PT1	IP.3	defines the Timer 1 interrupt priority level. PT1 = 1 programs it to the higher priority level.							
PX1	IP.2	defines the External Interrupt 1 priority level. PX1 = 1 programs it to the higher priority level.							
PT0	IP.1	defines the Timer 0 interrupt priority level. PT0 = 1 programs it to the higher priority level.							
PX0	IP.0	defines the External Interrupt 0 priority level. PX0 = 1 programs it to the higher priority level.							

รูปที่ 2.14

## TMOD

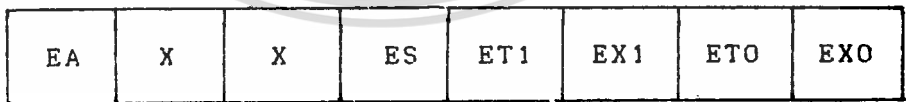


msb

lsb

- Gate      ถ้ามีค่าเป็น 0 จะเป็นตัวที่ทำให้ Timer หรือ Counter ทำงานได้
- C/T      เป็นตัวเลือกว่าจะใช้งานเป็น Timer หรือ Counter โดย 0 เป็น Timer และ 1 เป็น Counter
- M1, M2    เป็นตัวเลือกโหมดการทำงาน
- M1, M2 = 00    เป็นการใช้ Timer/Counter ขนาด 13 บิต
- M1, M2 = 01    เป็นการใช้ Timer/Counter ขนาด 16 บิต
- M1, M2 = 10    เป็นการใช้ Timer/Counter ขนาด 8 บิต โดยเป็นลักษณะเรียกค่าซ้ำเข้ามาโดยอัตโนมัติ ( Auto-reload )
- M1, M2 = 11    ใน Timer 0  เป็นการใช้ Timer/Counter ขนาด 8 บิต โดย TLO จะถูกควบคุมตามมาตรฐาน ส่วน TH0 จะถูกควบคุมจาก TR1 ใน Timer 1 จะหยุดใช้

## IE



msb

lsb

- EA      เป็นการควบคุมการรับ INT ของทั้งระบบ ถ้า EA = 0 จะไม่รับ INT ถ้า EA = 1 การรับ INT จะขึ้นอยู่กับ การพร้อมที่จะรับ INT ของแต่ละตัว ซึ่งจะ เป็นอิสระต่อกัน
- ES      เป็นตัวควบคุมการรับ INT ของ Serial Port
- ET1    เป็นตัวควบคุมการรับ INT ของ Timer 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EX1	เป็นตัวควบคุมการรับ INT ของ INT1
ETO	เป็นตัวควบคุมการรับ INT ของ Timer 0
EXO	เป็นตัวควบคุมการรับ INT ของ INTO
X	สำรอง

TCON

TF1	TR1	TFO	TRO	IE1	IT1	IE0	IT0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

msb

lsb

TF1	เป็นแฟลกอเวอ์ฟลิว์ของ Timer/Counter1 การเซตและเคลียร์ ทำทางฮาร์ดแวร์
TR1	เป็นตัวควบคุมตัว Timer 1 ให้ทำงานหรือหยุดทำงาน การเซตและเคลียร์ทำทางซอฟต์แวร์
TFO	เป็นแฟลกอเวอ์ฟลิว์ของ Timer/Counter 0
TRO	เป็นตัวควบคุมตัว Timer 0
IE1	เป็นตัวตรวจว่ามีารรับสัญญาณ INT1 หรือไม่
IT1	เป็นบิตที่กำหนดการรับสัญญาณ INT1 ว่าจะรับช่วงขาลงหรือช่วงสถานะเป็น 0 ของสัญญาณ INT1
IE0	เป็นตัวตรวจว่ามีารรับสัญญาณ INTO หรือไม่
IT0	เป็นบิตที่กำหนดการรับสัญญาณ INTO ว่าจะรับช่วงขาลงหรือช่วงสถานะเป็น 0 ของสัญญาณ INTO

PSW

CY	AC	FO	RS1	RS0	OV	X	P
----	----	----	-----	-----	----	---	---

msb

lsb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- CY เป็นแครี่แฟล็ก ( Carry Flag )
- AC เป็นออกซิลลารีแฟล็ก ( Auxillary Flag ) สำหรับการทำงานแบบบีซีดี ( BCD ) -
- FO เป็นแฟล็กศูนย์ ( Flag 0 )
- RS1 เป็นบิทที่ใช้เลือกรีจิสเตอร์แบงค์ ( Register Bank ) สามารถตั้งและลบด้วยซอฟต์แวร์
- RS0 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์แบงค์
- OV เป็นแฟล็กโอเวอร์โฟลว์ ( Overflow Flag )
- X สำรอง

- P เป็นแฟล็กพาริตี ( Parity Flag ) ตั้งและลบโดยฮาร์ดแวร์
- หมายเหตุ รูปแบบการตั้งการทำงานของรีจิสเตอร์แบงค์ โดยตั้ง ( RS0, RS1 )
- ( 0, 0 ) เลือกการทำงานช่วง ( 00H - 07H )
- ( 0, 1 ) เลือกการทำงานช่วง ( 08H - 0FH )
- ( 1, 0 ) เลือกการทำงานช่วง ( 10H - 17H )
- ( 1, 1 ) เลือกการทำงานช่วง ( 18H - 1FH )

IP

X	X	X	PS	PT1	PX1	PT0	PX0
---	---	---	----	-----	-----	-----	-----

msb

lsb

- PS เป็นการทำให้ INT ของ Serial Port มีความสำคัญกว่าอันอื่น
- PT1 เป็นการทำให้ INT ของ Timer 1 มีความสำคัญกว่าอันอื่น
- PX1 เป็นการทำให้ INT ของ INT1 มีความสำคัญกว่าอันอื่น
- PT0 เป็นการทำให้ INT ของ Timer 0 มีความสำคัญกว่าอันอื่น
- PX0 เป็นการทำให้ INT ของ INT0 มีความสำคัญกว่าอันอื่น
- X สำรอง

SCON

SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	T1	R1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

msb

lsb

SM0, SM1	เป็นตัวเลือกโหมดควบคุม
SM2	เป็นตัวทำให้มีการติดต่อแบบมัลติโพรเซสเซอร์ (Multiprocessor) ได้ในโหมด 1, 2, 3 ถ้า SM2 ถูกเซตเป็น 1 จะทำให้ R1 ไม่สามารถทำงานในโหมด 0 ได้ SM2 ควรเป็น 1
REN	เป็นตัวทำให้สามารถรับส่งแบบ Serial ได้ ถ้าเซตจะทำให้รับส่งได้ ถ้าเคลียร์จะไม่สามารถส่งข้อมูลได้
TB8	เป็นบิตที่ 9 ของข้อมูลที่จะส่งไปในโหมด 2 หรือ 3
RB8	เป็นบิตที่ 9 ของข้อมูลที่จะส่งไปในโหมด 2 หรือ 3 แต่ในโหมด 1 จะเป็นค่า stop บิต และในโหมด 0 จะไม่ถูกใช้
T1	เป็นตัวตรวจว่ามีการรับ INT จากการส่งข้อมูล โดยมันจะถูกเซตเมื่อการส่งเสร็จสมบูรณ์ และจะถูกเคลียร์ทางซอฟต์แวร์
R1	เป็นตัวตรวจว่ามีการรับ INT จากการรับข้อมูล โดยมันจะถูกเซตเมื่อมีการรับเสร็จสมบูรณ์ และจะถูกเคลียร์ทางซอฟต์แวร์

## 2.5 ทฤษฎีและการทำงานของเฟสล็อกคูล ( Phase-Locked Loop )

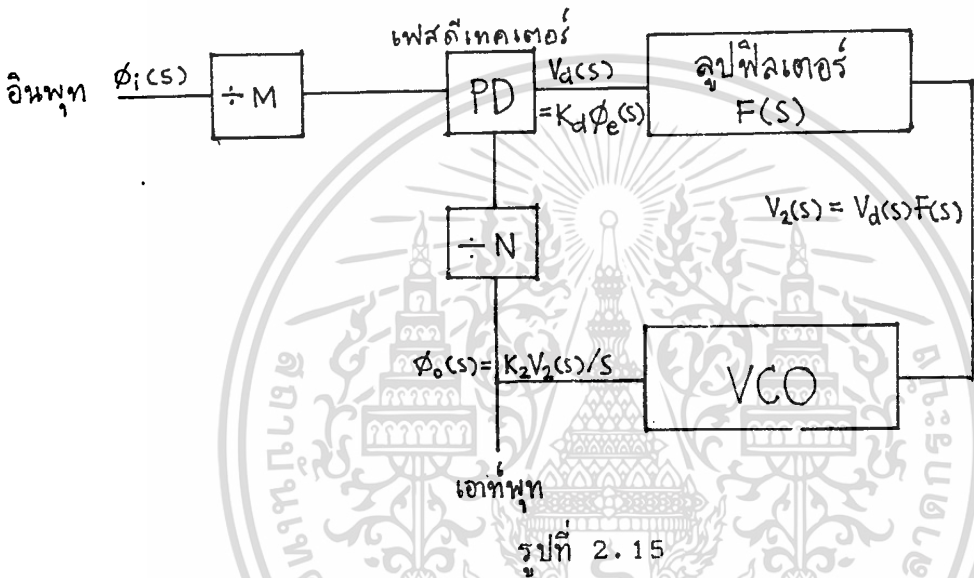
เฟสล็อกคูลคือระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ( Feedback System ) ที่ใช้สัญญาณป้อนกลับ ( Feedback Signal ) ในการล็อกความถี่ ( Frequency ) และเฟส ( Phase ) ของเอาต์พุต กับความถี่และเฟสของอินพุต มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1. เฟสดีเทคเตอร์ ( Phase Detector PD )
2. โวลเตจคอนโทรลลออสซิลเลเตอร์ ( Voltage control oscillator VCO )
3. ลูปฟิลเตอร์ ( Loop Filter )

โดยส่วนมากเฟสล็อกคูลจะทำงานไม่ค่อยเป็นเชิงเส้น ( linear )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่าใดนัก เพราะว่าเอาท์พุทของเฟสดีเทคเตอร์ไม่ได้เป็นส่วนโดยตรงอย่างแน่นนอนกับค่าความต่างเฟส ( phase error ) และความสัมพันธ์ระหว่างเอาท์พุทของโวลเตจคอนโทรลลอสซิลเลเตอร์กับอินพุทก็ไม่ใช่เชิงเส้น ดังนั้นในช่วงที่เฟสลอคอยู่ยังไม่มีการลอคจึงมีการทำงานแบบไม่เป็นเชิงเส้น ( nonlinear ) แต่ในช่วงที่มีการลอคนั้นเราสมมติได้ว่าการทำงานเป็นเชิงเส้นโดยมีบล็อกไดอะแกรม ( Block Diagram ) ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15

ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\phi_e(s) = \frac{\phi_i(s)}{M} - \frac{\phi_o(s)}{N}$$

โดย  $\phi_e(s)$  คือค่าความต่างเฟส และ  $\phi_i(s)$ ,  $\phi_o(s)$  คือค่าเฟสอินพุทและเอาท์พุทซึ่งถูกหารด้วย  $M$  และ  $N$  ตามลำดับ

ดังนั้นถ้าให้  $K_d$  ( volts/radian ) เป็นค่าอัตราขยาย ( gain ) ของเฟสดีเทคเตอร์ จะได้

$$V_d(s) = K_d \phi_e(s)$$

ค่าเอาท์พุทของเฟสดีเทคเตอร์ซึ่งเป็นระดับแรงดัน ( voltage ) จะผ่านไปยังลูปฟิลเตอร์ซึ่งเป็นวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ( Low Pass Filter ) ที่มีฟังก์ชันถ่ายโอน ( Transfer Function ) เป็น  $F(s)$  โดยลูปฟิลเตอร์นี้จะทำ

การตัดสัญญาณรบกวนและสัญญาณความถี่สูงที่เกิดจากเฟสดีเทคเตอร์ออก จะได้เอาท์พุทซึ่งมีค่า

$$\begin{aligned} V_2(s) &= V(s) F(s) \\ &= K_d F(s) \phi_o(s) \end{aligned}$$

เอาท์พุทของลูปฟิลเตอร์ก็จะนำไปควบคุมโวลเตจคอนโทรลลอสซิลเลเตอร์ซึ่งจะให้ค่าเอาท์พุทเป็นความถี่ตามสมการ

$$\Delta W = K_2 V_2(s)$$

โดย  $K_2$  ( radians/second/volt ) เป็นค่าอัตราขยายของโวลเตจคอนโทรลลอสซิลเลเตอร์

เนื่องจาก

$$\Delta W = \frac{d \phi_o(t)}{dt}$$

$$= s \phi_o(s)$$

เราจะได้

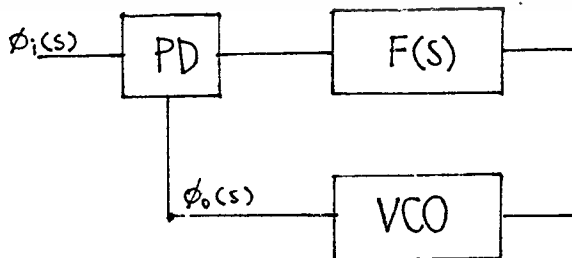
$$\begin{aligned} \phi_o(s) &= K_d K_2 F(s) \phi_o(s) \\ &= K_d F_2(s) \left[ \frac{\phi_i(s) - \phi_o(s)}{s} \right] \end{aligned}$$

$$\frac{\phi_o(s)}{\phi_i(s)} = H(s) = \frac{N}{M} \frac{K_d K_2 F(s)/N}{s + K_d K_2 F(s)/N}$$

ให้  $M = N = 1$  จะได้

$$\frac{\phi_o(s)}{\phi_i(s)} = \frac{K_d K_2 F(s)}{s + K_d K_2 F(s)}$$

ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16

## 2.6 ADDRESSABLE ASYNCHRONOUS RECEIVER/TRANSMITTER (MC 14469)

เป็นตัวรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม และทำการแปลงข้อมูลเป็นแบบขนาน โดยสามารถกำหนดตำแหน่งเลขที่ (Address) บนตัวรับข้อมูลได้ จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในปริภูมิงานนี้ ให้ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดจุดที่ต้องการติดต่อและรับข้อมูลที่จะถูกส่งมาแบบอนุกรม

### ลักษณะที่สำคัญของ MC 14469

1. มีโครงสร้างแบบซีมอส (CMOS) ทำให้ป้อนไฟกระแสตรงได้จาก 4.5 โวลต์ถึง 18 โวลต์
2. สิ้นเปลืองพลังงานน้อย (ใช้กระแส 75 ไมโครแอมป์กระแสตรง (microAMP D.C.) ที่ 5 โวลต์)
3. สามารถทำการรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบ อะซิงโครนัส (Asynchronous) คือที่ตัวรับและตัวส่งไม่ใช้สัญญาณนาฬิกาเหมือนกัน โดยข้อมูลอนุกรมจะส่งแบบ 11 บิต กำหนดพาริตีเป็นคู่
4. ทำการรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบ ซิมเพล็กซ์ (Simplex) และ ฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)
5. ในการรับข้อมูล MC 14469 จะแปลงข้อมูลแบบอนุกรมไปเป็นแบบขนาน และในการส่งข้อมูล MC 14469 จะแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นแบบอนุกรม
6. สามารถขยายระบบ โดยกำหนดตำแหน่งเลขที่บนตัว MC 14469 ได้ถึง 128 จุด
7. สามารถปรับความเร็วในการส่งได้ถึง 9600 บิตต่อวินาที (Baud Rate)
8. ที่โวลต์เตจ 12 โวลต์สามารถประยุกต์ใช้กับการแปลงอนาลอกเป็น ดิจิตอล (A-to-D Converters) ได้ด้วย

### หลักการทํางานของ MC 14469

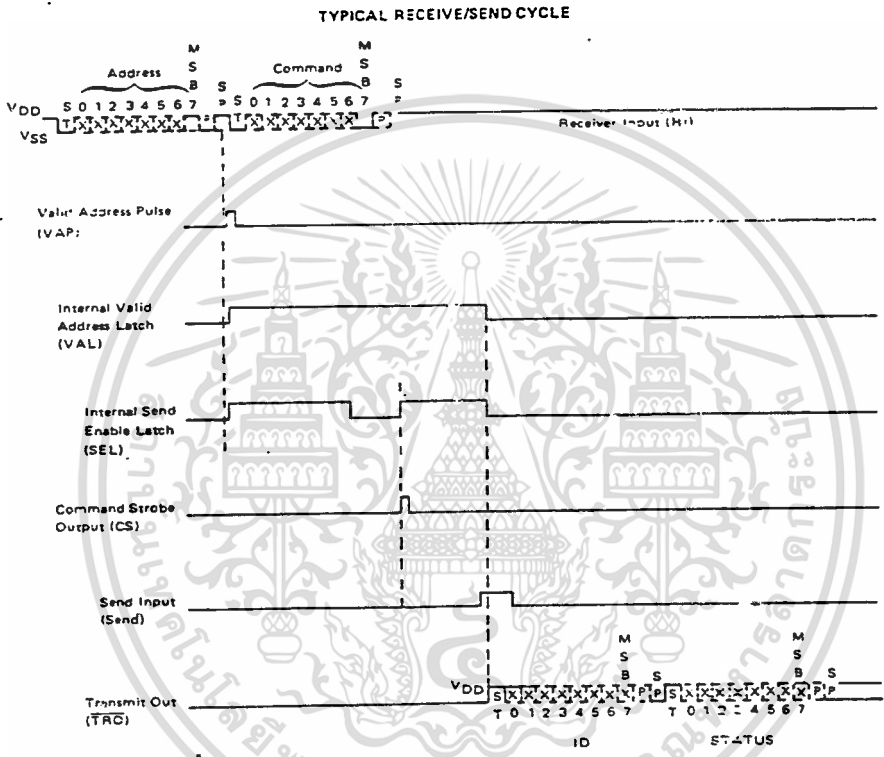
ในการรับสัญญาณอนุกรมเมื่อรับบิตเริ่มต้น (Start Bit) ที่ขา RI (Receive Input) สัญญาณนาฬิกาภายใน (Internal Clock) ใน MC 14469 จะเริ่มทํางานที่ความถี่เท่ากับ  $1/64$  ของออสซิลเลเตอร์ที่ขา OSC 1 หลังจากนั้นจะตามด้วยข้อมูล 8 บิต 7บิตแรกจะนำมาเทียบกับสถานะที่ขาตำแหน่ง (Address  $A_0-A_6$ ) โดยที่บิตที่ 8 จะเป็นตัวบอกว่าค่า (Word) นั้นเป็นคําคําสั่ง (Command Word) หรือคําคําแหน่ง (Address Word) ถ้าเป็นคําคําสั่ง บิตนี้จะเป็น "0" และบิตนี้จะเป็น "1" ถ้าเป็นคําคําแหน่ง ถัดไปจะเป็นพาริตีบิต (Parity Bit) ทําการตรวจสอบความถูกต้องโดยลอจิกภายใน กำหนดให้เป็นพาริตีคู่ (Even Parity) ท้ายสุดจะเป็นบิตสุดท้าย (Stop Bit)

เมื่อคําคําแหน่งที่รับมานั้นถูกต้อง สัญญาณ Valid Address Pulse ที่ขา VAP จะเกิดขึ้น หลังจากนั้นจะตามมาด้วยคําคําสั่ง เมื่อสิ้นสุดคําคําสั่งนั้น สัญญาณที่ขา Command Strobe Pulse (CS) จะเกิดขึ้น

ในส่วนการส่งสัญญาณอนุกรม จะทำการส่งกลับค่า (Negative Transition) กับข้อมูลที่กำหนด เริ่มต้นการส่งเมื่อขา SEND เป็น "1" ข้อมูลที่กำหนดที่ขา  $ID_0-ID_7$  จะถูกส่งออกก่อนแล้วตามด้วยข้อมูลที่ขา  $S_0-S_7$  โดยข้อมูลจะถูกส่งออกที่ขา  $TR_0$

ลักษณะการทํางานของ MC 14469 จะเป็นดัง รูปที่ 2.17

CORRESPONDING DATA POSITION AND PINS FOR MC14469 AND MC6850



รูปที่ 2.17 หลักการทำงานของ MC 14469

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

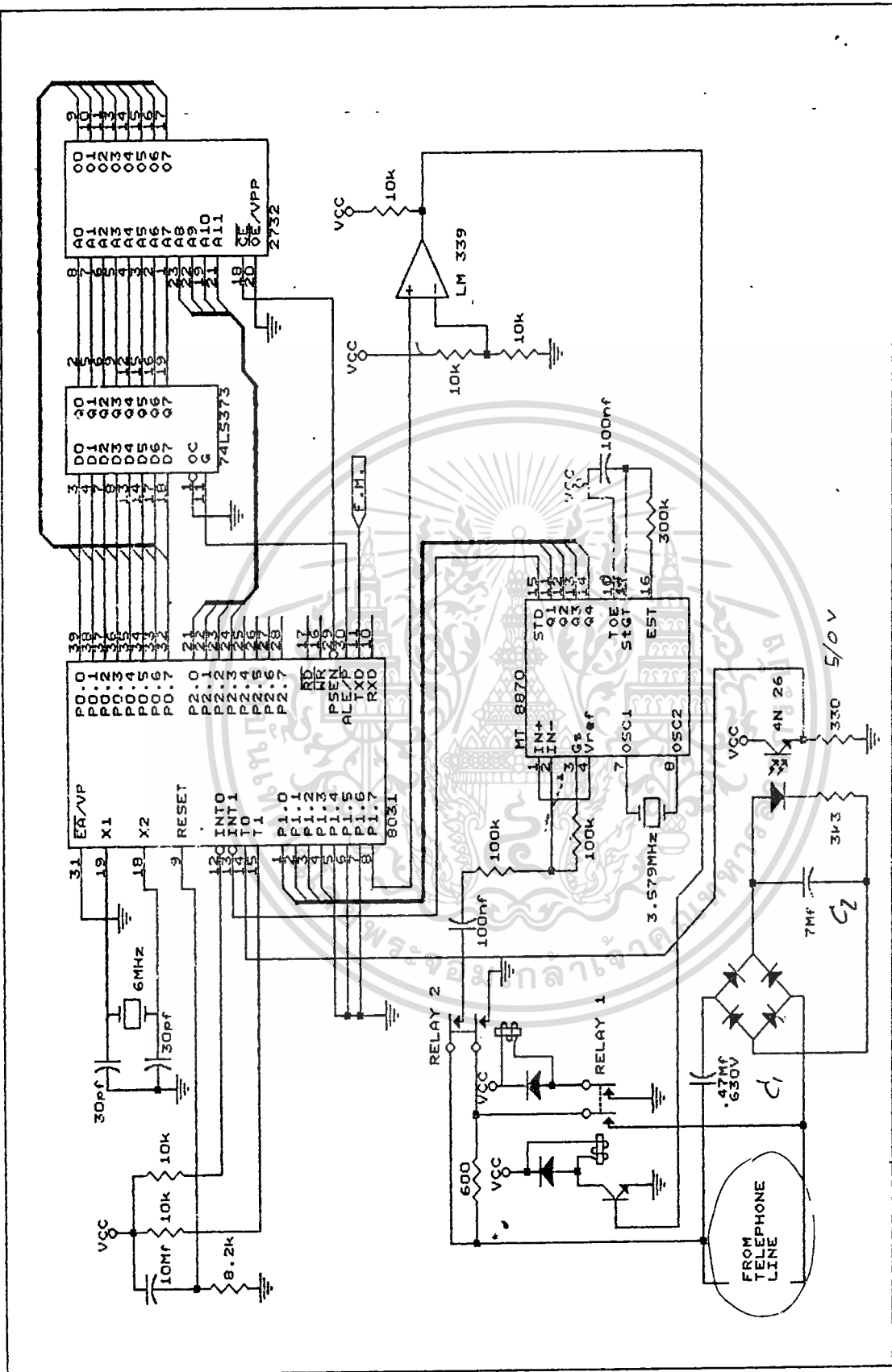
## บทที่ 3

### การออกแบบและการสร้าง

#### 3.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งเรียกและถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่

สำหรับสัญญาณต่างๆทางโทรศัพท์นั้น สัญญาณที่ต้องนำมาใช้กับระบบนี้คือ สัญญาณกริ่งเรียก ดังนั้นในส่วนนี้จะเป็นการตรวจจับสัญญาณกริ่งเรียกที่เครื่องรับ และนับสัญญาณว่ามีจำนวนกี่ครั้ง เท่ากับที่กำหนดไว้หรือไม่ หากครบตามจำนวนที่กำหนดไว้แล้ว จะทำการต่อวงจรซึ่งเปรียบเสมือนกับการยกหูโทรศัพท์เพื่อให้สามารถส่งงานได้ต่อไป โดยการกดหมายเลขบนเครื่องส่งซึ่งจะเป็นรหัส ถ้ารหัสถูกต้องก็สามารถส่งงานควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ต่อไป นอกจากนี้หากทางบ้านมีผู้รับสายก่อนที่สัญญาณกริ่งเรียกจะครบตามจำนวน วงจรส่วนนี้จะตัดการติดต่อจากเครื่องควบคุม ไม่รับคำสั่งควบคุมต่อไป

วงจรการทำงานแสดงไว้ดังรูป 3.1 เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกที่เป็นสัญญาณกระแสสลับประมาณ 100 โวลต์ที่อยู่บนสัญญาณกระแสตรง 48 โวลต์ ตัวเก็บประจุ  $C_1$  จะทำหน้าที่กันสัญญาณกระแสตรงออกไปเหลือแต่สัญญาณกระแสสลับ ผ่านวงจรไดโอดบริดจ์ (Diode Bridge) และตัวเก็บประจุ  $C_2$  ซึ่งเมื่อผ่านมาแล้วจะได้สัญญาณที่มีลักษณะเป็นพัลส์ มีช่วงไฟบวก : 0 โวลต์ เท่ากับ 1 : 4 วินาที พัลส์ขบวนการนี้จะผ่านเข้าไปยังตัวเชื่อมโยงทางแสง (Opto Coupler) ซึ่งจะทำให้ทรานซิสเตอร์เปิดหรือปิดตามโวลต์เตจที่เข้ามา จึงเกิดพัลส์ที่มีโวลต์เตจ 5 โวลต์ และ 0 โวลต์ เข้าไปยังขา TO ของ 8031 ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวนับ (Counter) เพื่อทำการนับจำนวนครั้งของสัญญาณกริ่งเรียก ในที่นี้กำหนดให้สัญญาณกริ่งเรียกดัง 8 ครั้ง เมื่อนับสัญญาณกริ่งเรียกครบ 8 ครั้ง 8031 จะส่งสัญญาณโวลต์เตจ 5 โวลต์ออกทางขา P1.7 เพื่อให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส ทำให้หน้าสัมผัส (Contact) ของรีเลย์ 1 (Relay) ทำการต่อวงจรซึ่งเปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์ จากนั้นหน้าสัมผัสของรีเลย์ 2 จะต่อวงจรจากคู่สายโทรศัพท์ไปเข้าส่วนถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่ ซึ่งใช้ไอซี MT 8870 ซึ่งเมื่อมีการกดหมายเลขบนเครื่องส่ง จะมีสัญญาณผสมสองความถี่เข้ามายัง MT 8870 จากนั้น MT 8870 จะทำการถอดรหัสสัญญาณผสมสองความถี่ให้เป็นรหัสไบนารีเพื่อส่งให้ 8031 ทำการประมวลผลต่อไป ส่วนในกรณีที่ทางบ้านมีผู้รับสายก่อนสัญญาณกริ่งเรียกครบ 8 ครั้งนั้น เราได้ใช้ตัวจับเวลา 1 (Timer 1) ของ 8031 ทำการจับเวลา โดย



รูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มเมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกเกิดตั้งขึ้นเป็นครั้งแรก จนเป็นเวลา 45 วินาทีแล้วให้ตั้งค่าตัวนับใหม่เพื่อรอรับสัญญาณกริ่งเรียกใหม่อีกครั้ง แต่หากสัญญาณกริ่งเรียกดังครบ 8 ครั้งแล้ว ตัวนับนับเสร็จ จะต้องทำการยกเลิกการจับเวลาของตัวจับเวลาด้วย จะเห็นว่าหากตัวนับนับไม่ครบ 8 ครั้ง ก็จะไม่มีการต่อวงจรสำหรับการควบคุมต่อไป

### 3.2 การคำนวณความเร็วในการส่งแบบอนุกรม

ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมที่ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ห่างกัน (การส่งแบบ ASYNCHRONOUS) จะต้องส่งแบบมีบิตเพิ่มขึ้นจากการส่งธรรมดา คือ จะเพิ่มบิตเริ่มต้น , พาร์ตีบิต และ บิตสุดท้าย นอกจากนั้นจะต้องมีการกำหนดความเร็วเป็นบิตต่อวินาที

ในปฏิญานินพจน์นี้ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ 8031 ในการส่งข้อมูลอนุกรม โหมด 3 ของ 8031 สามารถกำหนดความเร็วในการส่งได้ โดยอาศัย ตัวจับเวลา 1 ทำงานแบบ auto reload โดยจะต้องกำหนดให้ ตัวจับเวลา 1 ไม่ตอบสนองการอินเทอร์รัพท์ (disabled)

การคำนวณความเร็ว (Baud Rates) ทำได้ดังนี้

$$\text{Baud Rate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times (\text{Timer 1 Overflow Rate})$$

หรือ

$$\text{Baud Rate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times \frac{\text{Oscillator Frequency}}{12 \times [256 - (\text{TH} 1)]}$$

โดยที่ SMOD = บิตรีจิสเตอร์ควบคุมอยู่ใน PCON (Power Control Register)

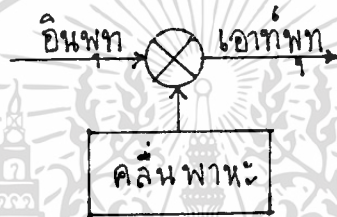
TH 1 = Timer 1 (high byte)

### 3.3 วงจรผสมและถอดสัญญาณทางความถี่ (FM. Modulation/Demodulation)

เนื่องจากเราต้องการส่งข้อมูลผ่านสายไฟฟ้า ( A.C. Line ) ซึ่งจ่ายไฟกระแสสลับ 220 โวลท์ที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์ ( Hertz ) เราจึงต้องทำการแปลงสัญญาณข้อมูลที่มีความถี่ต่ำให้เป็นความถี่สูง เพื่อป้องกันไม่ให้สัญญาณรบกวนกัน โดยการผสมทางความถี่ซึ่งใช้คลื่นพาหะที่ความถี่ 200 กิโลเฮิรตซ์ และใช้หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดกระป๋องไอเอฟ ( IF Transformer ) ของวิทยุแบบ AM เป็นตัวแยกระหว่างส่วนความถี่ต่ำกับส่วนความถี่สูง โดยพิจารณาแยกแต่ละส่วนได้ดังนี้

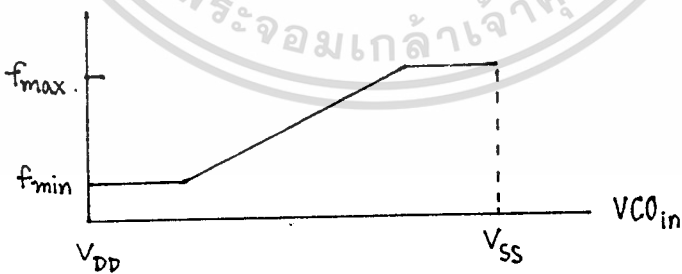
#### วงจรผสมทางความถี่

บล็อกไดอะแกรมของการผสมทางความถี่จะเป็นดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2

โดยใช้ไอซีเวจคอนโทรลอสซิลเลเตอร์ของ ไอซี ซีมอส เบอร์ MC 14046 B เป็นตัวทำการผสมทางความถี่ ซึ่งมีกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุท ( ระดับแรงดัน  $V_{CO_{in}}$  ) กับเอาท์พุท ( ความถี่  $f$  ) ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3

จะเห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทกับเอาท์พุท จะเป็นเชิงเส้นในช่วงหนึ่งเท่านั้น ในการใช้งานเราจึงต้องเลือกในช่วงนี้ โดยการกำหนดค่าความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุทของโวลเตจคอนโทรลอสซิลเลเตอร์สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$f_{\min} = \frac{1}{R_2 (C_1 + 32 \text{ pF})} \quad ; \quad VCO_{in} = V_{SS}$$

$$f_{\max} = \frac{1}{R_1 (C_1 + 32 \text{ pF})} + f_{\min} \quad ; \quad VCO_{in} = V_{DD}$$

โดยที่ .

$$10 \text{ K} \leq R_1 \leq 1 \text{ M}$$

$$10 \text{ K} \leq R_2 \leq 1 \text{ M}$$

$$100 \text{ pF} \leq C_1 \leq 0.01 \text{ }\mu\text{F}$$

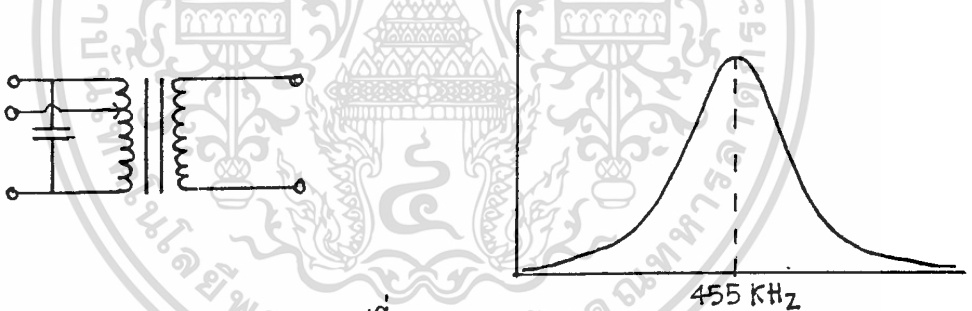
เมื่อ

$R_1$  : ค่าความต้านทานที่ต่อเข้ากับขา 11

$R_2$  : ค่าความต้านทานที่ต่อเข้ากับขา 12

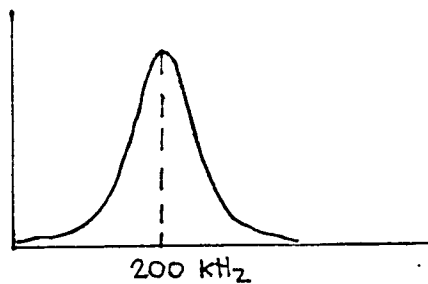
$C_1$  : ค่าตัวเก็บประจุที่ต่อเข้ากับขา 6 และ 7

สำหรับตัวกรองไอเอฟเดิมนั้นถูกจูนไว้ที่ความถี่รีโซแนนซ์ ( Resonance Frequency ) เท่ากับ 455 กิโลเฮิรตซ์ โดยมีลักษณะของวงจรมาย-ในและกราฟของผลตอบสนองความถี่ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4

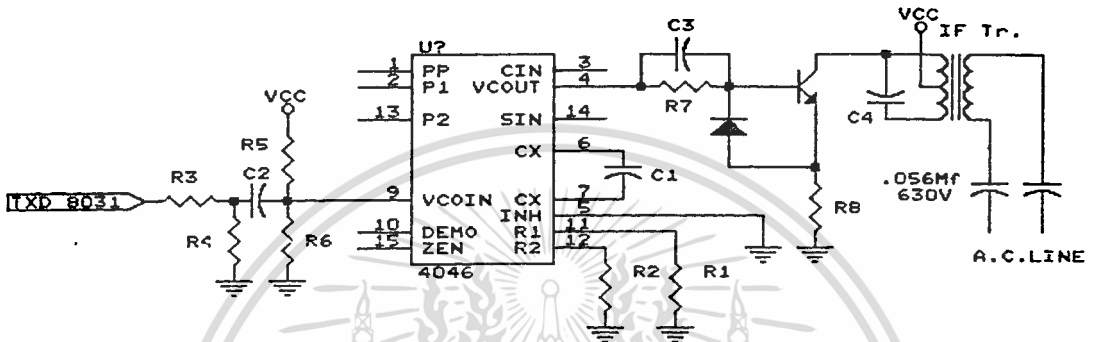
เราสามารถปรับค่าความถี่รีโซแนนซ์ใหม่ได้ โดยการเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุที่คร่อมกรองไอเอฟ ได้กราฟของผลตอบสนองความถี่ใหม่ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นวงจรผลสมทางความถี่และส่งไปตามสายไฟฟ้า สามารถทำได้โดยการนำสัญญาณข้อมูลที่ส่งมาจากขา TXD ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 มาลดขนาดและต่อเข้ากับขาอินพุทของโวลเตจคอนโทรลอสซิลเลเตอร์ ผ่านเข้าสู่วงจรแทงค์จูน ( Tank Tune ) ที่ปรับค่าความถี่รีโซแนนซ์ไว้ที่ 200 กิโลเฮิรตซ์ และใช้ตัวเก็บประจุค่า 0.056  $\mu\text{F}$  630 V เป็นตัวป้องกันส่วนความถี่ต่ำที่จะเข้ามารบกวน โดยมีวงจรถังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6

วงจรถอดสัญญาณทางความถี่

วงจรถอดสัญญาณผลสมทางความถี่จากสายไฟฟ้ามาถอดสัญญาณเพื่อกำจัดคลื่นพาหะออกให้เหลือแต่สัญญาณข้อมูลที่จะนำไปใช้งานต่อไป เนื่องจากสัญญาณถูกส่งมาตามสายไฟฟ้า ดังนั้นค่าระดับแรงดันอาจจะตกลงเพราะระยะทางไกล เราจึงนำสัญญาณที่ได้นี้มาขยาย (Amplify) และผ่านวงจรเปรียบเทียบ (Comparator) ก่อนที่จะเข้าวงจรถอดสัญญาณทางความถี่ ดังรูปที่ 3.7

ส่วนวงจรถอดสัญญาณทางความถี่นั้น ใช้หลักการของเฟสล็อคคัลช่วยในการกำจัดคลื่นพาหะ โดยเราจะได้สัญญาณข้อมูลจากวงจรถอดความถี่ต่ำผ่านซึ่งมีลักษณะเหมือนข้อมูลเดิมแต่มีขนาดเล็กลงเพราะถูกลดขนาดในตอนแรก จึงต้องผ่านวงจรเปรียบเทียบ เพื่อให้เป็นสัญญาณลอจิกเหมือนสัญญาณที่ส่งมาจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

รายละเอียดในวงจรถอดสัญญาณทางความถี่เป็นดังรูปที่ 3.8 โดยที่ค่า  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $C_1$  คำนวณเหมือนกับวงจรถอดความถี่ที่คลื่นพาหะเดียวกัน ส่วนวงจรถอดความถี่ต่ำผ่านคำนวณได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$2f_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2\pi f_L}{R_0 C_2}}$$

โดยที่

$$2f_L = f_{max} - f_{min}$$

และ

$$f_c \leq f_L$$

### 3.4 ส่วนเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

ส่วนเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นส่วนที่รับสัญญาณควบคุมจากส่วนถอดสัญญาณทางความถี่จากสายไฟเอ.ซี. สัญญาณควบคุมนี้จะส่งมาในลักษณะอนุกรมโดยตัวที่รับสัญญาณนี้ใช้ไอซีเบอร์ MC 14469 ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลที่ เป็นอนุกรมแล้วแปลงเป็นข้อมูลแบบขนาน โดยสามารถกำหนดตำแหน่งได้และสัญญาณที่ออกจาก MC14469 ก็จะไปควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป โดยที่การออกแบบได้ทำให้มีการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 2 ลักษณะ คือ ควบคุมผ่านทางโทรคัพท์ หรือควบคุมด้วยสวิตช์ธรรมดา

ดังนั้นจึงได้นำเอาเจเค-ฟลิปฟลอป (J-K Flip Flop) มาช่วยในการควบคุมด้วยวงจรการใช้งานได้แสดงไว้ในรูป 3.9 ก่อนอื่นเรามานิยามการใช้งานเจเค-ฟลิปฟลอปก่อน สถานะต่างๆของเจเค-ฟลิปฟลอปแสดงดังตาราง 3.1 จะเห็นว่าเมื่อเราให้ขา J และ K มีลอจิก "1" เอาท์พุท Q ของเจเค-ฟลิปฟลอปจะถูกควบคุมโดยขา PR, CLR หรือ CLK ซึ่งเอาท์พุทของ Q นี้ จะไปควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ เมื่อ Q มีลอจิก "1" ทรานซิสเตอร์จะนำกระแสและหน้าสัมผัสของรีเลย์จะปิดวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้างก็จะเปิด และเมื่อ Q มีลอจิก "0" ทรานซิสเตอร์จะไม่นำกระแส หน้าสัมผัสของรีเลย์ก็จะเปิดวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้างก็จะปิด

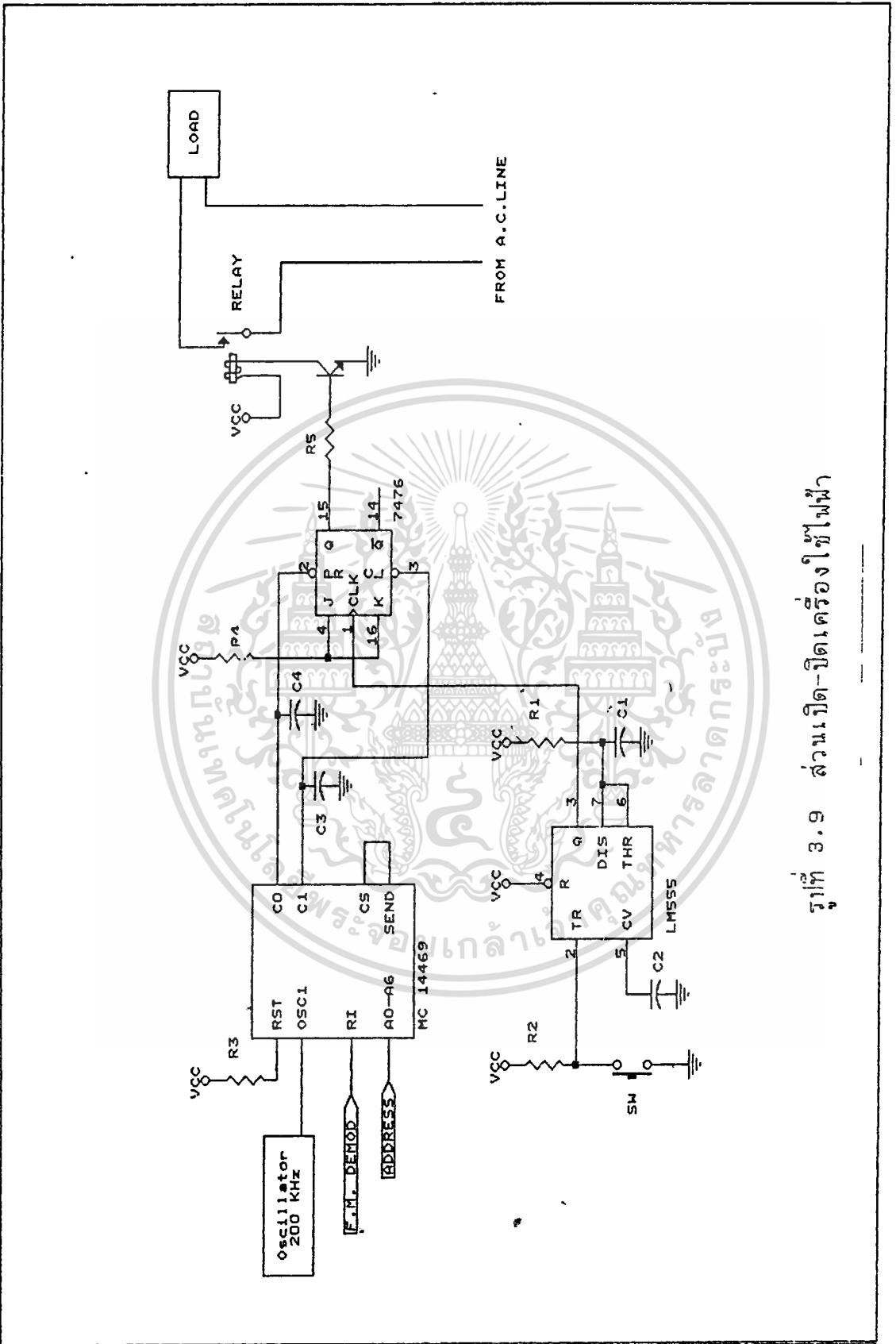
ในการควบคุมผ่านทางโทรคัพท์ เมื่อ MC 14469 ได้รับสัญญาณควบคุมค่าแรกซึ่งเป็นตัวบ่งตำแหน่ง เมื่อไม่ตรงกับตำแหน่งที่ตั้งไว้ก็จะไม่รับสัญญาณคำสั่งต่อไป หากตรงกับตำแหน่งก็จะรับสัญญาณคำสั่งเปิด-ปิดเป็นค่าต่อไป ซึ่งสัญญาณคำสั่งเปิดก็คือให้  $C_0$  มีลอจิก "0" และ  $C_1$  มีลอจิก "1" ส่วนสัญญาณคำสั่งปิดนั้น ก็คือให้  $C_0$  มีลอจิก "1" และ  $C_1$  มีลอจิก "0" โดยที่หลังจากสั่งเปิด-ปิดทุกครั้งแล้วต้องทำให้  $C_0$  และ  $C_1$  มีสถานะลอจิก "1" ทั้งคู่ เพื่อจะควบคุมด้วยสวิตช์ได้ ส่วนการควบคุมด้วยสวิตช์ เมื่อขา PR และ CLR มีลอจิก "1" ทั้งคู่ ทำให้เจเค-ฟลิปฟลอปทำงานเป็นลักษณะเปลี่ยนสถานะตรงข้ามสถานะเดิม (Toggle) เมื่อ

ขา CLK เปลี่ยนสถานะจากลอจิก"1"เป็นลอจิก"0" เอาท์พุท Q ก็จะเปลี่ยนสถานะไปจากเดิม สำหรับสวิตช์ที่ใช้ก็เป็นแบบกดติดปล่อยดับ ซึ่งการกดสวิตช์จะต้องเกิดการสวิงที่ไม่แน่นอนของสัญญาณระหว่างลอจิก"1"และลอจิก"0" ดังนั้นหากต่อสวิตช์โดยตรง จะทำให้เกิดความไม่แน่นอนในการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณที่จะเข้าขา CLK ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าอาจจะไม่เปิดหรือปิดตามต้องการ จึงทำการแก้ไขปัญหานี้ โดยการใช้ ไอซี เบอร์ 555 มาทำหน้าที่เป็นตัวหน่วงเวลา โดยเมื่อกดสวิตช์ จะมีสัญญาณไปทริกที่ขา Trigger ของ 555 จะทำให้เอาท์พุทที่ขา 3 คงสถานะลอจิก"1"อยู่ชั่วขณะหนึ่ง เท่ากับค่าเวลา  $R_1 C_1$  วินาที โดยประมาณ จากนั้นก็จะเปลี่ยนสถานะลงมาเป็นลอจิก"0" ซึ่งการออกแบบก็ได้ให้ค่า  $R_1$  กับ  $C_1$  มีระยะเวลาสั้นกว่าช่วงเวลาของการกดเล็กน้อย คือประมาณ 0.5 วินาที ดังนั้นเมื่อกดสวิตช์ทุกครั้งจะมีการเปลี่ยนสถานะจากลอจิก"1"เป็นลอจิก"0" ที่ขา CLK ทุกครั้ง ก็ทำให้สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ด้วยสวิตช์

สำหรับการนำ MC 14469 มาใช้งานนั้น มีข้อที่ควรสังเกตอยู่ประการหนึ่งคือ MC 14469 ได้ออกแบบมาสำหรับการรับและส่งข้อมูล ดังนั้นถึงแม้จะใช้งานในการรับข้อมูลเพียงอย่างเดียว ก็ต้องทำการลัดวงจรระหว่างขา CS และ SEND ด้วย

Input					Output	
PR	CLR	CLK	J	K	Q	$\bar{Q}$
L	H	X	X	X	H	L
H	L	X	X	X	L	H
H	H	↓	H	H	TOGGLE	

ตาราง 3.1



รูปที่ 3.9 ส่วนเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การใช้งาน

ในปฏิญานิพนธ์นี้ได้ออกแบบมาใช้ควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า-ภายในอาคาร โดยผ่านทางโทรศัพท์แบบสัญญาณผสมสองความถี่ ซึ่งเป็นโทรศัพท์แบบกดปุ่มเท่านั้น ส่วนโทรศัพท์แบบหมุนจะใช้กับปฏิญานิพนธ์นี้ไม่ได้

การใช้งานในปฏิญานิพนธ์นี้สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 128 จุด เราจึงแบ่งอุปกรณ์เป็น 8 ส่วน ส่วนละ 16 จุด เพื่อง่ายแก่การจำ โดยผู้ใช้จะต้องทราบหมายเลขของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการจะควบคุม และเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้ จึงได้เขียนรหัสผ่านไว้ เพื่อป้องกันความผิดพลาดอันจะเกิดจากบุคคลภายนอก

#### ลำดับการใช้งาน

1. ผู้ใช้โทรศัพท์ติดต่อไปยังโทรศัพท์ในสถานที่ที่ได้ติดตั้งระบบนี้ไว้และเพื่อแยกกรณีที่จะคุยกันทางโทรศัพท์ออกไป ผู้ใช้จะต้องรอสักครู่ เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณกริ่งเรียกตรวจพบว่าไม่มีผู้รับสาย ก็จะทำการต่อวงจรซึ่งเสมือนการยกหูโทรศัพท์ จากนั้นผู้ใช้อีกก็สามารถติดต่อกับระบบควบคุมได้โดยตรง

2. ต่อไปผู้ใช้อีกจะต้องกดรหัสผ่านก่อน ในปฏิญานิพนธ์นี้ได้กำหนดรหัสผ่านไว้เป็น "2 5 6"

3. จากนั้นจึงกดหมายเลขของอุปกรณ์ไฟฟ้า แล้วจึงกดรหัสคำสั่งให้เปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ในการควบคุมนั้นได้ออกแบบมาให้กับการเปิด-ปิดโดยตรงด้วยสวิตซ์ภายในอาคารอยู่แล้ว จึงไม่มีปัญหาในการทำงานของอุปกรณ์ ลักษณะคำสั่ง

1 คำจะเป็นดังนี้

A

B

C

D

E

โดย A : อุปกรณ์อยู่ในส่วนใด

BC : หมายเลขของอุปกรณ์

DE : กำหนดการทำงานของอุปกรณ์ที่ ABC อ้างถึง ดังนี้

DE = " \*\* " หมายถึง " ปิด "

DE = " ## " หมายถึง " เปิด "

4. สำหรับการยกเลิกคำสั่ง กรณีที่เราอาจจะกดอะไรผิดพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแก้ไขได้โดย การกดรหัส " \*\*\* " ซึ่งรหัสที่กดยังไม่ครบ " ABCDE " ในครั้งก่อนจะถูกลบเลิกไป จากนั้นจึงเริ่มกดรหัส " ABCDE " ใหม่ต่อไป

5. เมื่อผู้ใช้ต้องการเลิกการสั่งงาน ก็เพียงวางหูโทรศัพท์ลง ซึ่งเมื่อระบบไม่ได้รับการติดต่อเป็นเวลานาน 10 วินาที ก็จะหยุดการทำงานเอง โดยการตัดวงจรออกจากคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งเปรียบเสมือนการวางหูโทรศัพท์ลง

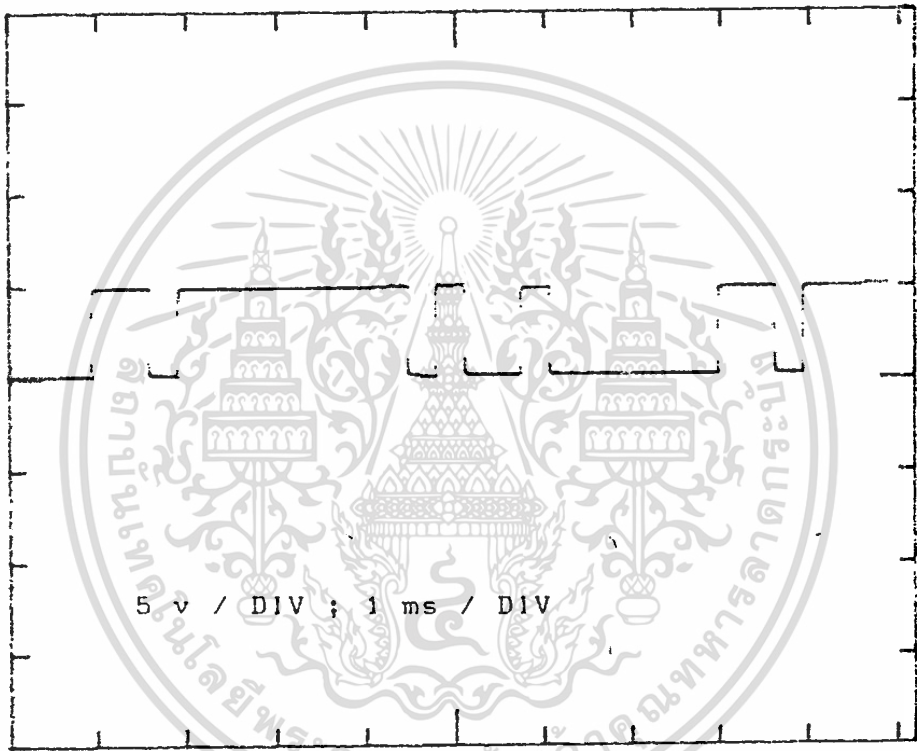


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

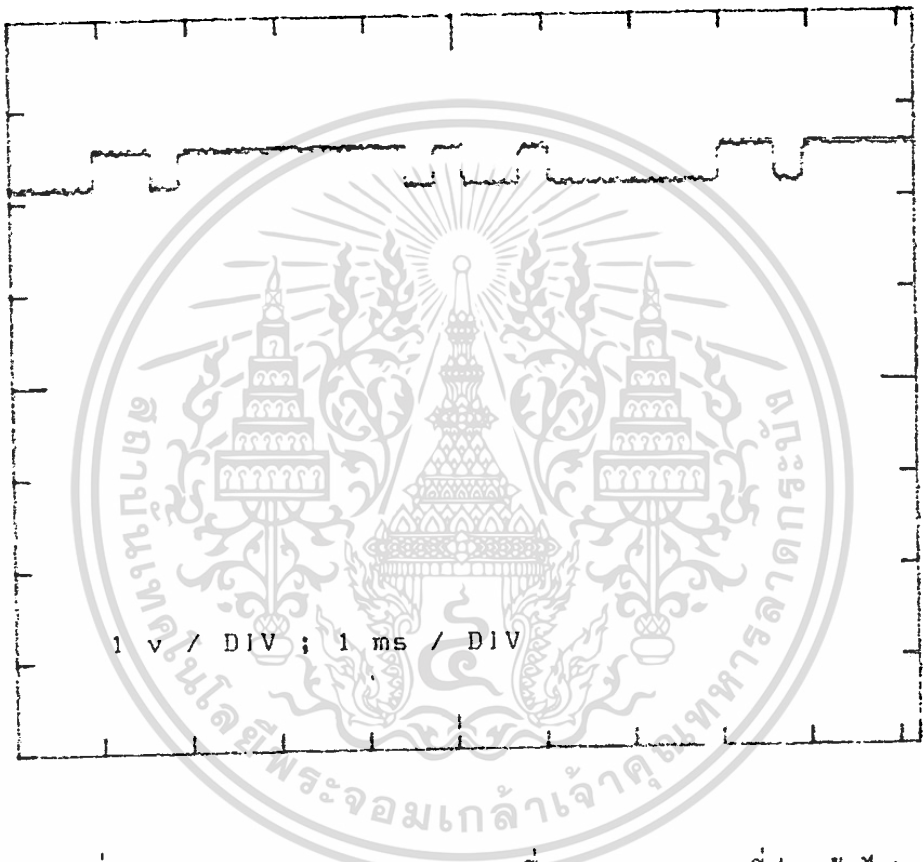
## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

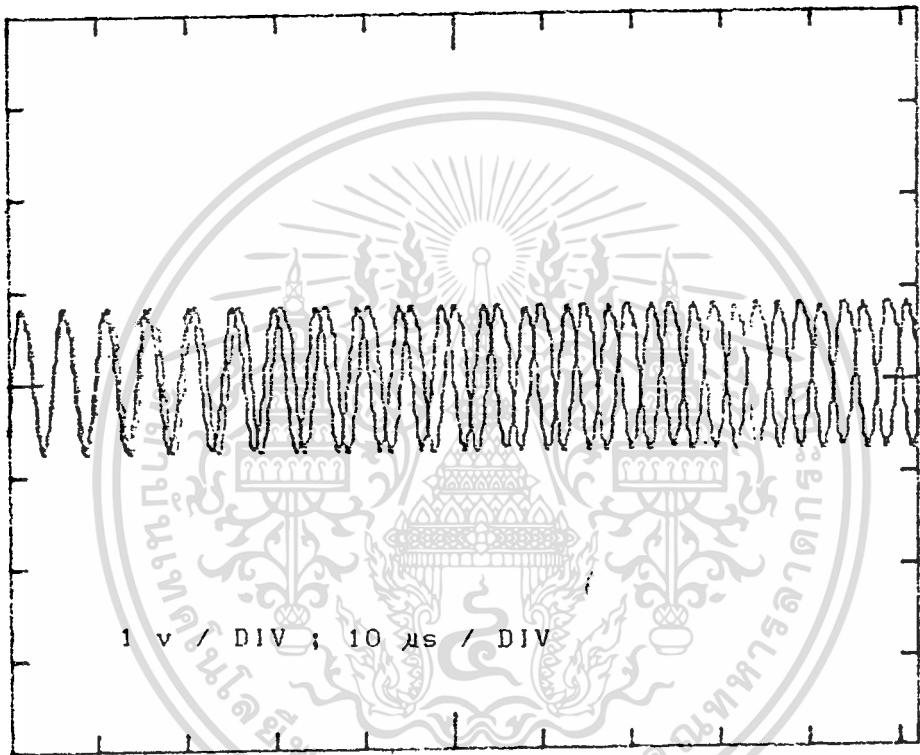
การทดลองในปฏิยานิพจน์นี้ ในแต่ละส่วนได้ผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎี และหลักการที่ได้ออกแบบไว้ คือ ในส่วนของการรับรหัสควบคุมทางโทรศัพท์สามารถรับรหัสได้ถูกต้อง และทำการควบคุมส่วนเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ทำงานได้ตามต้องการ และในส่วนที่รับ-ส่งข้อมูลผ่านสายไฟเอ.ซี. มีผลของสัญญาณตามจุดต่างๆดังนี้



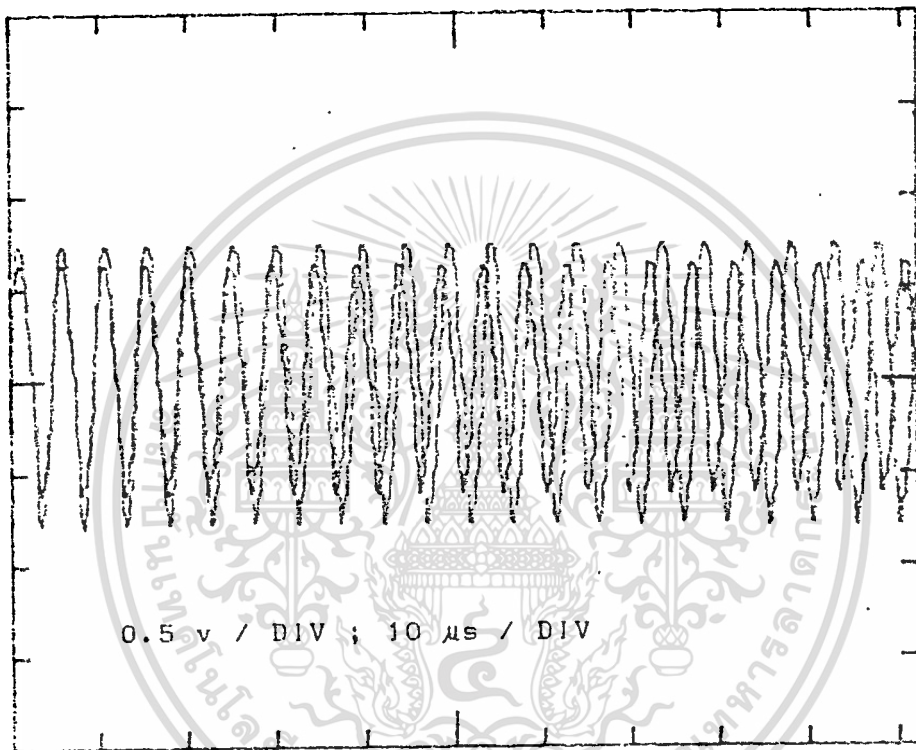
รูปที่ 1 สัญญาณควบคุมที่ส่งจากขา TXD ของ 8031 โดยส่งไป 2 คำ คำแรกเป็นคำกำหนดตำแหน่งซึ่งกำหนดให้เป็น 7FH ส่วนคำคำสั่งกำหนดให้เป็น 02H ซึ่งมีความเร็วในการส่งเท่ากับ 3125 บิตต่อวินาที



รูปที่ 2 สัญญาณตกตลกลงมาเพื่อผสมทางความถี่ส่งเข้าไปตามสายไฟ เอ.ซี. ซึ่งเป็นสัญญาณที่ขา  $V_{CO}$  ของ MC 14046

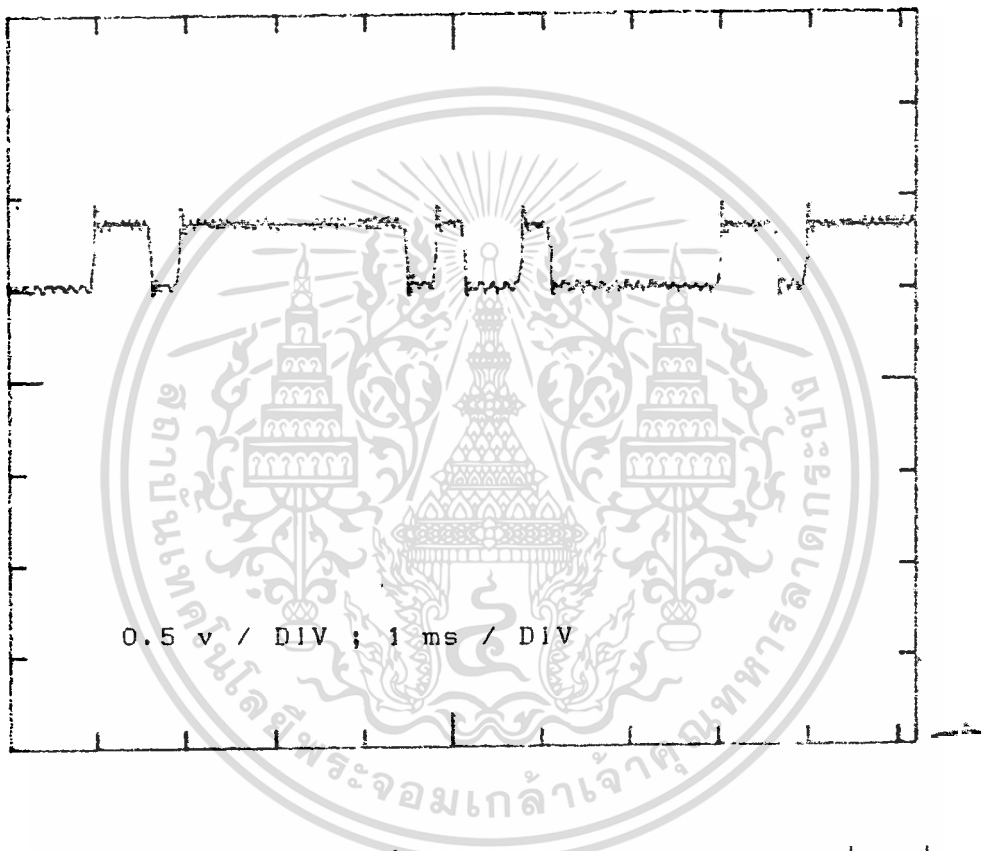


รูปที่ 3 สัญญาณที่ถูกผสมทางความถี่ เพื่อส่งเข้าไปตามสายไฟเอ.ซี.  
ทางด้านขดขั้วปฐมภูมิของหม้อแปลงไอเอฟทางด้านส่ง

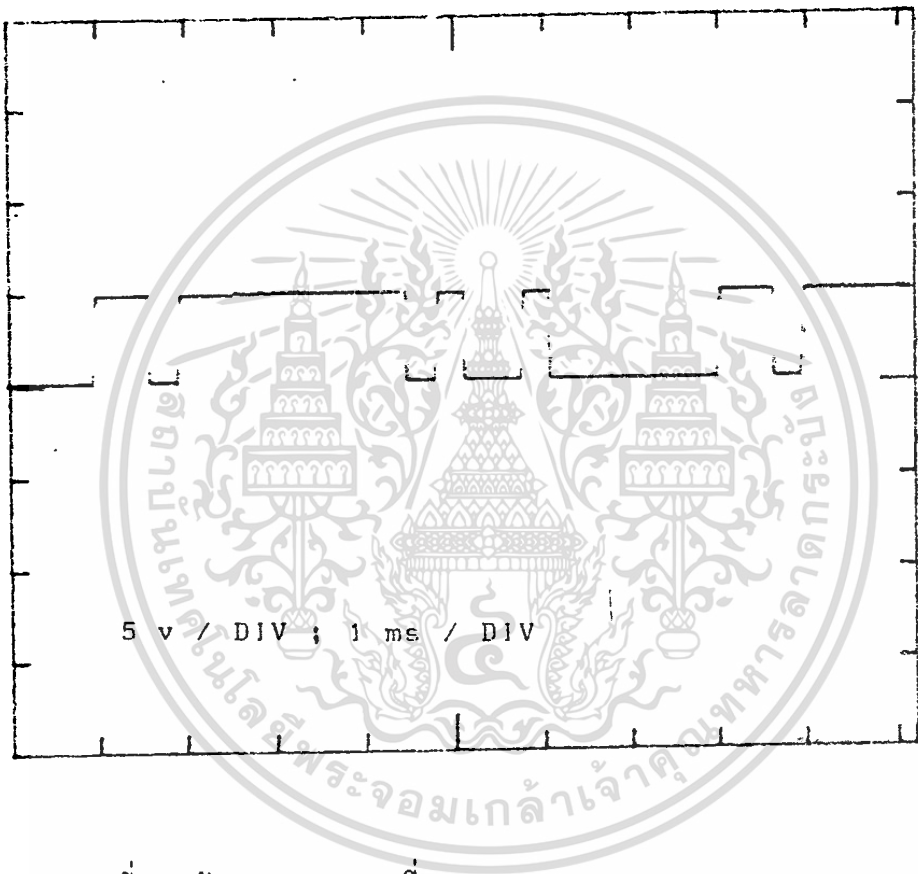


รูปที่ 4 สัญญาณทางด้านขดขั้วขั้วของหม้อแปลงไอเอฟที่จุดปลายทาง  
ก่อนจะเข้าวงจรถอดสัญญาณทางความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 สัญญาณควบคุมที่ได้จากการถอดสัญญาณทางความถี่ ซึ่งเป็น  
สัญญาณที่ได้จากขา Source Follower ของ MC 14046



รูปที่ 6 สัญลักษณ์ควบคุม ที่ขา RI ของ MC 14469

## บทที่ 6

### สรุปและวิจารณ์

ในปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้ โครงการที่ได้ทำการทดลองไปแล้วนั้นได้ผลเป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับหนึ่งตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ คือสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เปิด-ปิดได้ตามต้องการ ซึ่งถ้าพิจารณาแล้วโครงการนี้ยังไม่สมบูรณ์นัก มีข้อบกพร่องบางประการ ซึ่งถ้านำไปพัฒนาและแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว จะสามารถนำไปใช้งานได้ดียิ่งขึ้น คือ

1. ในการควบคุม ได้ควบคุมเพียงเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งถ้าหากพัฒนาโปรแกรมการทำงานของ 8031 ต่อไป ก็จะทำให้การทำงานมีคำสั่งควบคุมที่มากขึ้นได้ เช่น ตั้งเวลาการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เปิด-ปิดเป็นช่วงเวลาได้ เป็นต้น
2. ในการสั่งงานนั้นจะเป็นการติดต่อทางเดียว คือ ผู้ควบคุมสั่งงานด้านเดียว ไม่มีการตอบกลับจากทางด้านที่ถูกควบคุมเลย ซึ่งผู้ควบคุมไม่สามารถทราบได้เลยว่า ที่ได้สั่งงานไปแล้วนั้น ควบคุมสำเร็จตามคำสั่งแล้วหรือไม่ ในการพัฒนา ก็ต้องให้มีการตอบกลับมายังผู้ควบคุมได้ด้วย
3. การส่งสัญญาณควบคุม สามารถส่งได้ไกลในช่วงหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากสัญญาณรบกวนมีมาก จึงต้องออกแบบวงจรบางส่วนเพิ่มเติมเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนทิ้งไป
4. อุปกรณ์มีความผิดพลาดมาก เช่น ไอซี MC 14046 ความถี่อาจผิดพลาดจากค่าที่คำนวณได้มาก
5. อุปกรณ์ทางด้านจตุรรับปลายทางมีราคาสูง

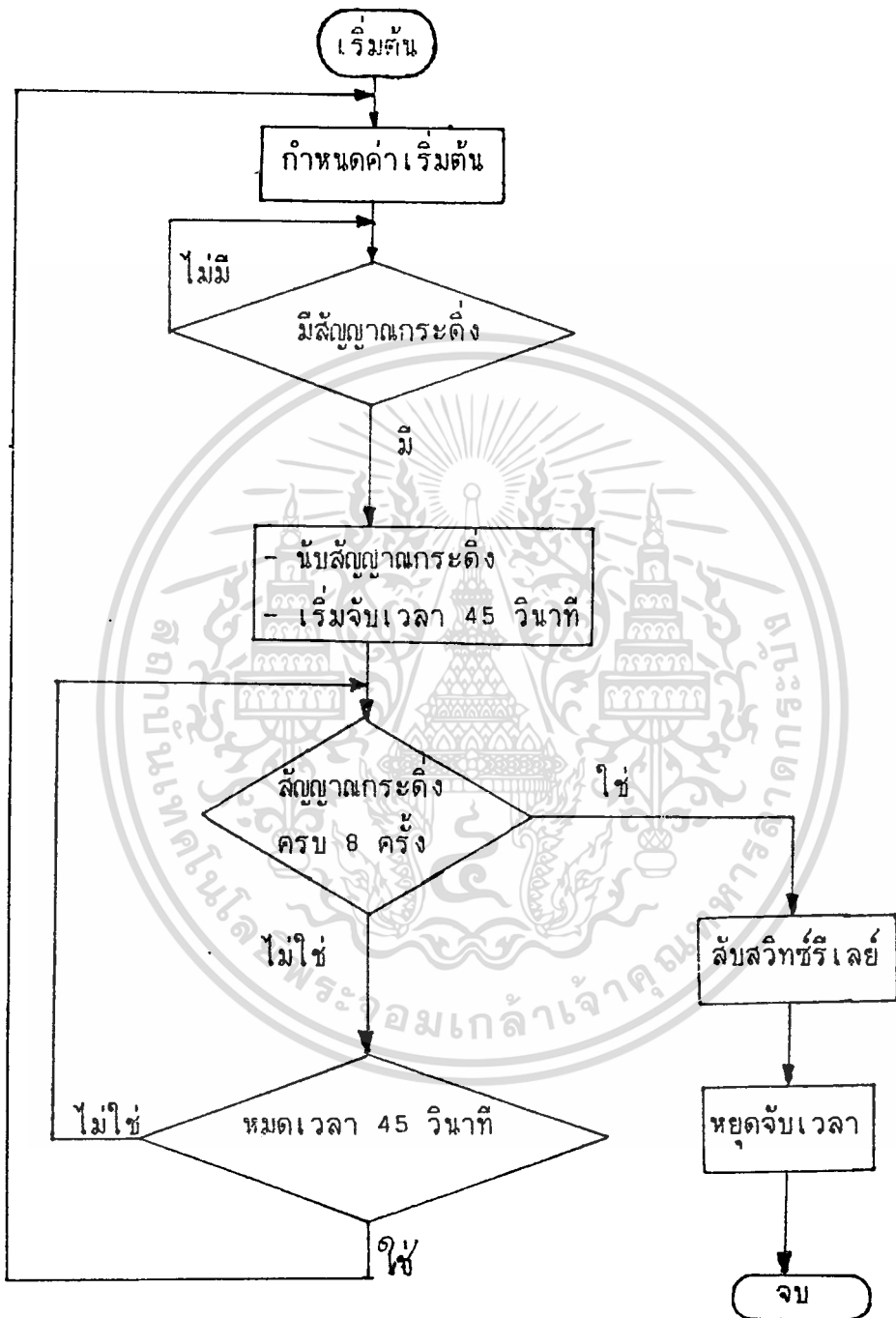
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

FLOWCHAT แสดงขั้นตอนการทำงานส่วนต่างๆของระบบ

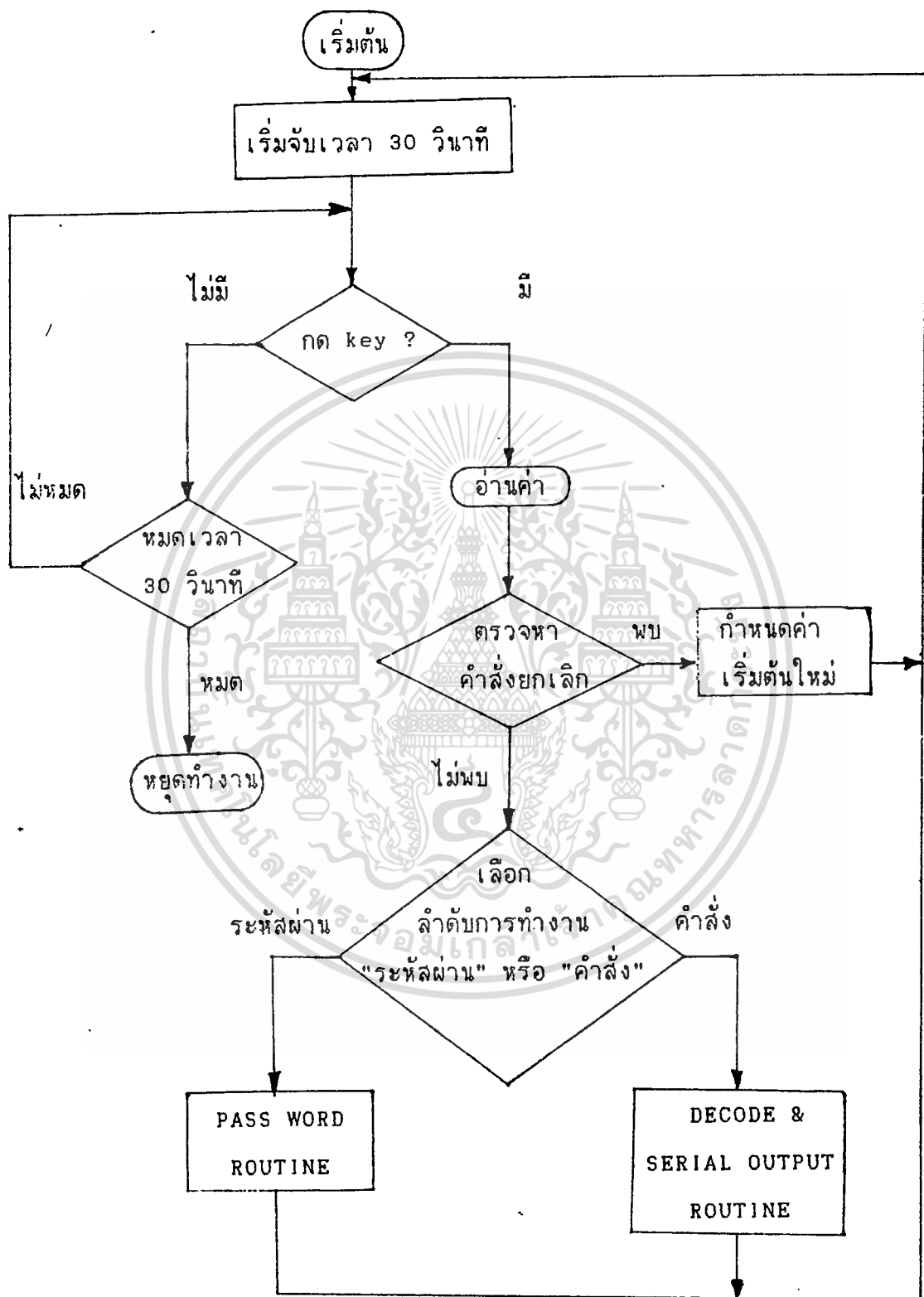


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



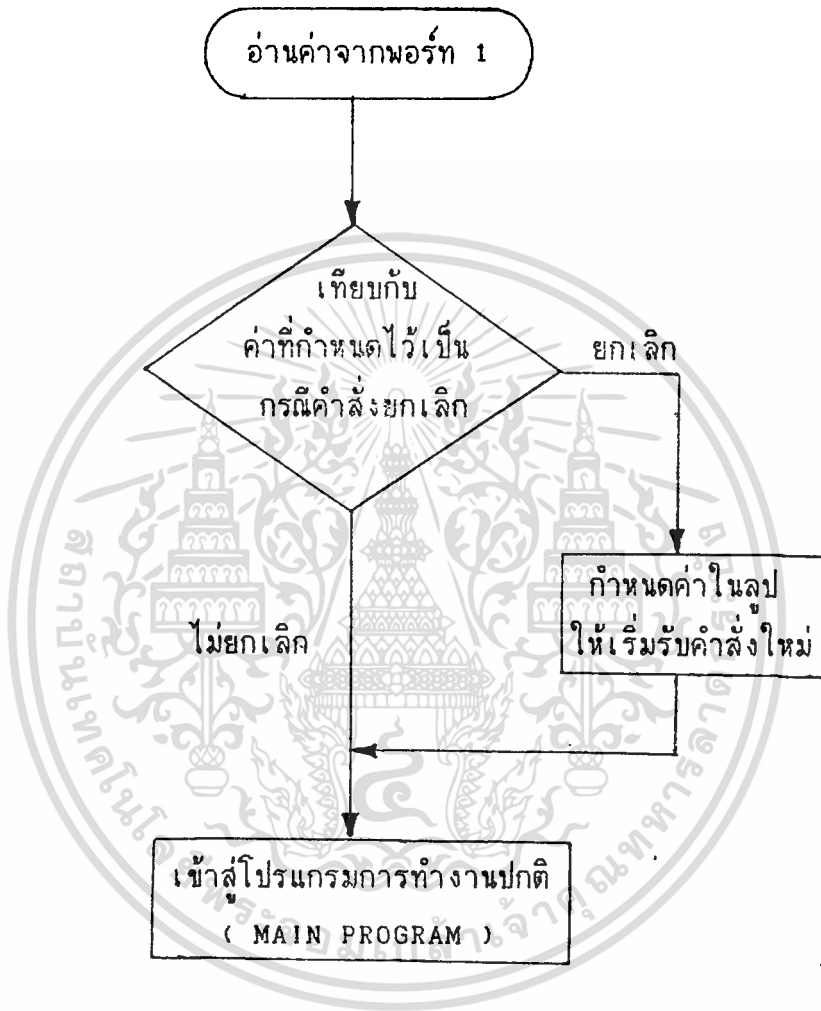
" FLOWCHART การทำงานในส่วนตรวจจับสัญญาณกริ่งเรียก "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

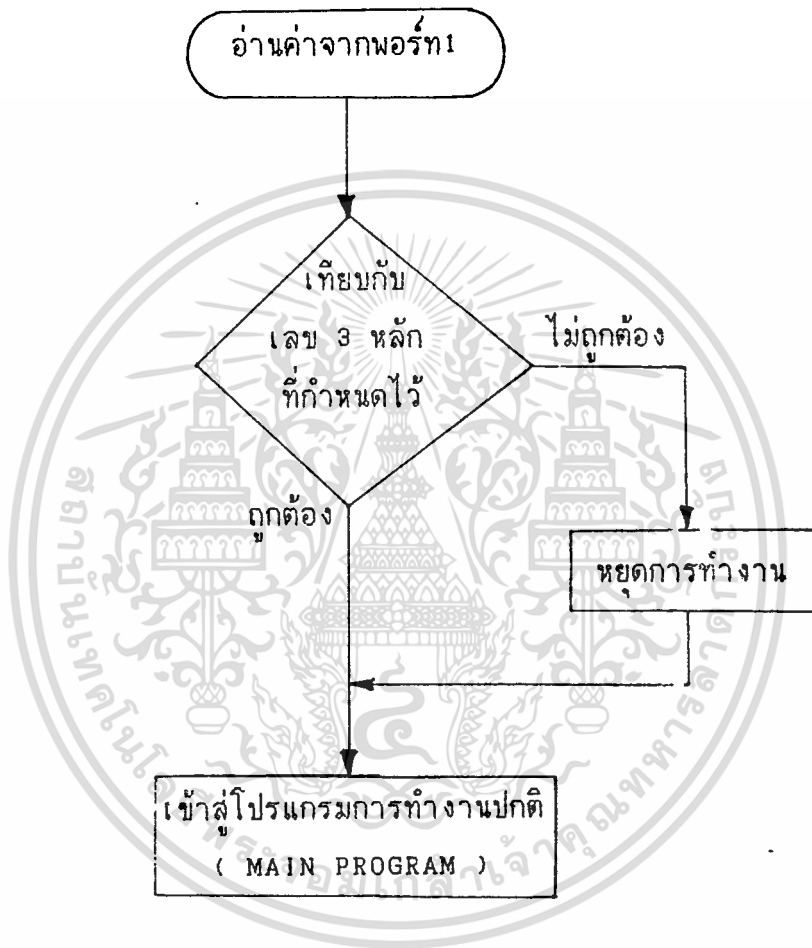


" MAIN PROGRAM "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

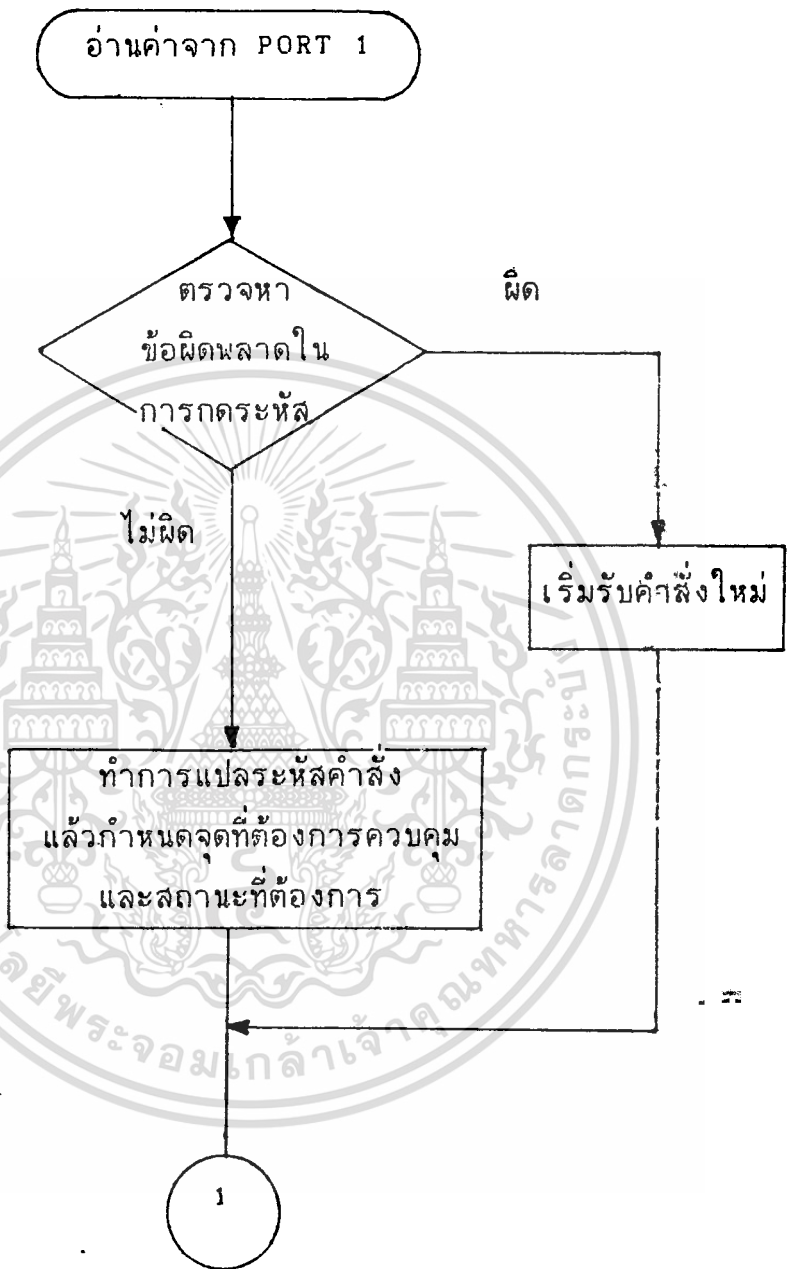


" CANCEL WORD ROUTINE "



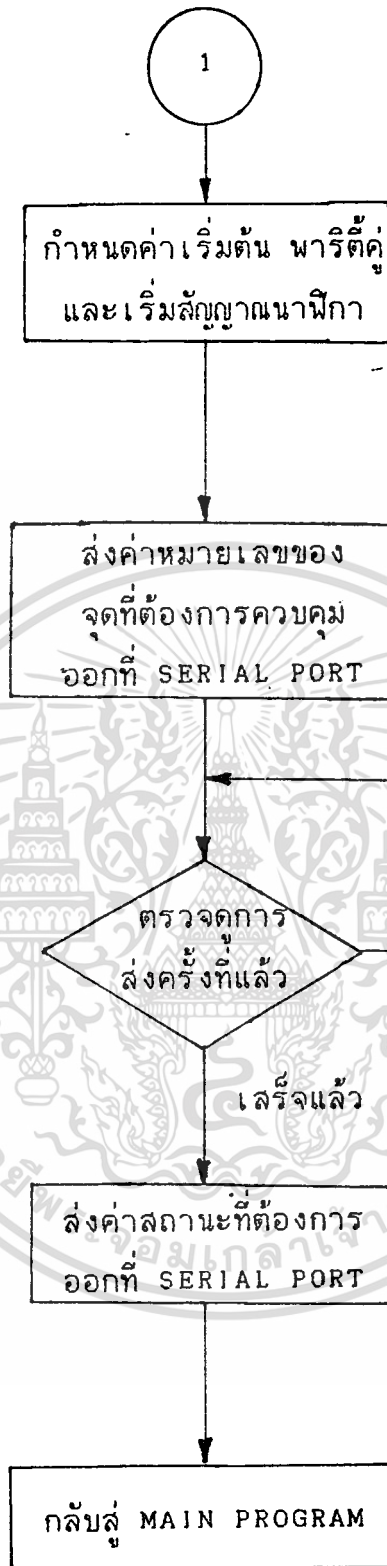
" PASS WORD ROUTINE "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



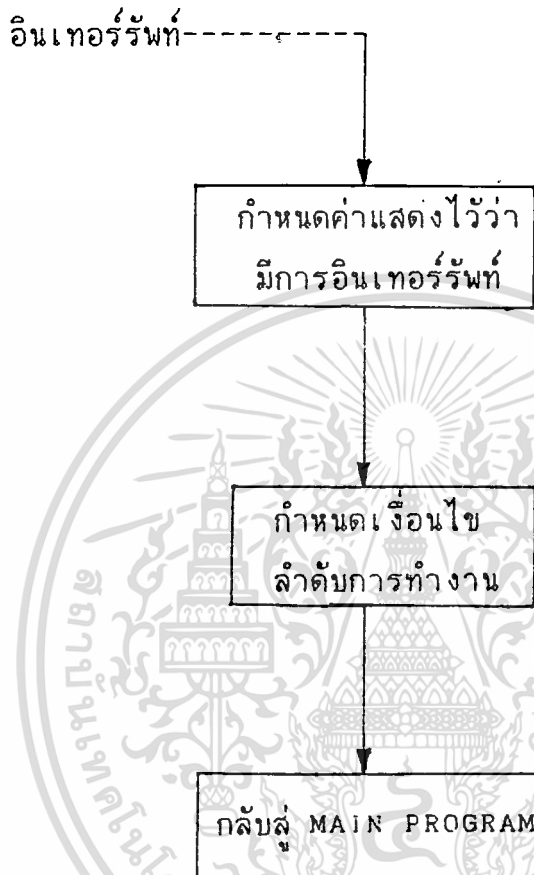
" DECODE ROUTINE "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



" SERIAL OUTPUT ROUTINE "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



" การทำงานของอินเทอร์รัพท์ "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการทำงานทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์-8031 ในระบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDR1	EQU	H31
ADDR2	EQU	H32
ADDR3	EQU	H33
ADDR4	EQU	H34
ADDR5	EQU	H35
ADDR6	EQU	H36
ADDR7	EQU	H37
ADDR8	EQU	H38
EX1	EQU	HAA
P1	EQU	H90
P1.7	EQU	H97
A	EQU	HE0
B	EQU	HF0
A.7	EQU	HE7
RO	EQU	H00
R1	EQU	H01
R2	EQU	H02
R3	EQU	H03
R4	EQU	H04
R5	EQU	H05
R6	EQU	H06
R7	EQU	H07
TR1	EQU	H8E
PCON	EQU	H87
TMOD	EQU	H89
TCON	EQU	H88
TCON6	EQU	H8E
TH0	EQU	H8C
TLO	EQU	H8A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

TH1    EQU    H8D
TL1    EQU    H8B
TB8    EQU    H9B
T1     EQU    H99
SCON   EQU    H98
SBUF   EQU    H99
IE     EQU    HA8
P      EQU    HD0

```

```

DPH    EQU    H83
DPL    EQU    H82
JUMP   EQU    H00A4
C      EQU    HD7

```

```

ORG H0000

```

```

AJMP  START

```

```

ORG H0003

```

```

RETI

```

```

ORG H000B

```

```

AJMP  ISTFO

```

```

ORG H0013

```

```

AJMP  ISINT1

```

```

ORG H001B

```

```

AJMP  ISTF1

```

```

ORG H0023

```

```

RETI

```

```

ORG H0030

```

```

START: CLR  P1.7

```

```

MOV  TMOD, #H15

```

```

MOV  TCON, #H10

```

```

MOV  TH0, #HFF

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    TLO,#HF8
MOV    IE,#H8A
VON1:  MOV    A,#HF8
        CJNE  A,TLO,TIM
        SJMP  VON1
TIM:   MOV    TH1,#H00
        MOV    TL1,#H00
        MOV    DPTR,#H0000
        SETB  TCON6
        MOV   R7,#H00
        CLR   A
VON2:  CJNE  R7,#H00,START
        CJNE  A,TLO,VON2
ADDR:  MOV    ADDR1,#H00
        MOV    ADDR2,#H00
        MOV    IE,#HFO
SET:   MOV    TCON,#H04
MAIN:  MOV    R4,#HOF
        MOV    R5,#HFF
        MOV    R6,#HFF
        MOV    R7,#H3B
        SETB  EX1
COUNT1: CJNE  R4,#HOF,DO
        DJNZ  R5,COUNT1
        MOV   R5,#HFF
        DJNZ  R6,COUNT1
        MOV   R5,#HFF
        MOV   R6,#HFF
        DJNZ  R7,COUNT1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE R4,#HOF,DO
AJMP START
DO: CLR EX1
CANCEL: MOV R4,H31
CNCEL1: CJNE R4,#HOO,CNCEL2
CHECK*: MOV P1,#HFF
MOV A,P1
CLR A.7
CJNE A,#HOB,ST-AD1
INC ADDR1
AJMP LOOP
CNCEL2: CJNE R4,#HO1,CNCEL3
CHECK#: MOV P1,#HFE
MOV A,P1
CLR A.7
CJNE A,#HOC,ST-AD1
INC ADDR1
AJMP LOOP
CNCEL3: CJNE R4,#HO2,ST-AD1
CHECK*: MOV P1,#HFF
MOV A,P1
CLR A.7
CJNE A,#HOB,ST-AD1
MOV ADDR1,#HOO
MOV A,ADDR2
CJNE A,#HO6,ST-WD
AJMP START
ST-WD: MOV ADDR2,#HO6
AJMP MAIN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ST-AD1:  MOV  ADDR1, #H00
          LOOP: MOV  DPTR, #JUMP
          MOV  A, ADDR2
          JMP  @A+DPTR

          JUMP: NOP
          NOP

          AJMP PASS1
          AJMP PASS2
          AJMP PASS3
          AJMP DCOD-A
          AJMP DCOD-B
          AJMP DCOD-C
          AJMP DCOD-D
          AJMP DCOD-E
PASS1:   MOV  P1, #HFF
          MOV  A, P1
          CLR  A.7
          CJNE A, #H02, GO
          AJMP MAIN
PASS2:   MOV  P1, #HFF
          MOV  A, P1
          CLR  A.7
          CJNE A, #H05, GO
          AJMP MAIN
PASS3:   MOV  P1, #HFF
          MOV  A, P1
          CLR  A.7
          CJNE A, #H06, GO
          AJMP MAIN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

GO:      AJMP   START
DCOD-A:  MOV    P1, #HFF ✓
        MOV    A, P1
        CLR   A.7 ✓
        MOV   R7, #H00
A-LOOP:  INC    R7 ✓
        CJNE  R7, #H09, INLOOP
        AJMP  ST-WD ✓
INLOOP:  MOV    ADDR3, R7
        CJNE  A, ADDR3, A-LOOP ✓
OPRT-A:  DEC    A ✓
        MOV   B, #H10
        MUL  AB
        MOV  ADDR4, A ✓
        AJMP MAIN
DCOD-B:  MOV    P1, #HFF ✓
        MOV   A, P1
        CLR  A.7 ✓
        CJNE A, #HOA, SEE1
        MOV  A, #H00
        SJMP OPRT-B ✓
SEE1:   CJNE  A, #HO1, ST-WD ✓
        MOV  A, #HOA
OPRT-B: MOV    ADDR5, A ✓
        AJMP MAIN
DCOD-C:  MOV    P1, #HFF ✓
        MOV   A, P1
        CLR  A.7 ✓
        CJNE A, #HOA, MR1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      A, #H00
MR1:     MOV      R1, H35
        CJNE     R1, #H0C, CHKO-6 ✓
        CJNE     A, #H00, CPARE# ✓
        AJMP    ST-WD ✓
CPARE#:  CJNE     A, #H0C, CPARE* ✓
        AJMP    ST-WD ✓
CPARE*:  CJNE     A, #H0B, OPRT-C ✓
        AJMP    ST-WD ✓
CHKO-6:  MOV      R7, #HFF ✓
C-LOOP:  INC      R7 ✓
        CJNE     R7, #H07, SEE2
        AJMP    ST-WD ✓
SEE2:    MOV      ADDR6, R7
        CJNE     A, ADDR6, C-LOOP
OPRT-C:  ADD      A, R1
        DEC     A
        MOV     R0, H34
        ADD     A, R0
        SETB   A.7
        MOV     ADDR7, A
        AJMP   MAIN
DCOD-D:  MOV      P1, #HFF
        MOV     A, P1
        CLR    A.7
        CJNE   A, #H0B, CHK#
        MOV     ADDR8, #H00
        AJMP   MAIN
CHK#:    CJNE     A, #H0C, STWD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV     ADDR8,#H01
AJMP    MAIN
STWD:   AJMP    ST-WD
DCOD-E: MOV     P1,#HFF
MOV     A,P1
CLR     A.7
CJNE   A,#H0B,CHK2#
MOV     A,ADDR8
JNZ    STWD
MOV     R3,#H01
SJMP   SOLUTE
CHK2#:  CJNE   A,#H0C,STWD
MOV     A,ADDR8
CJNE   A,#H01,STWD
MOV     R3,#H7E
SOLUTE: MOV     PCON,#H00
MOV     IE,#HFO
MOV     SCON,#HC2
MOV     TMOD,#H20
MOV     TCON,#HD2
MOV     TH1,#HFB
SETB   TR1
MOV     A,ADDR7
ACALL  SP-OUT
MOV     A,R3
ACALL  SP-OUT
MOV     A,ADDR7
ACALL  SP-OUT
MOV     A,#H7F

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                ACALL  SP-OUT
                MOV    R6,#H00
CF2:           MOV    R5,#H00
CP1:           INC    R5
                CJNE  R5,#HFF,CP1
                INC    R6
                CJNE  R6,#H04,CP2
                AJMP  SET
SP-OUT:        MOV    C,P
                MOV    TB8,C
                JNB   T1,SP-OUT
                CLR   T1
                MOV   SBUF,A
                RET
                ORG   HO200
ISINT1:        MOV   R4,#H00
                INC   ADDR2
                INC   ADDR2
                MOV   A,ADDR2
                CJNE  A,#H12,ENT
                MOV   ADDR2,#H08
ENT:           RETI  *
ISTFO:         SETB  P1.7
                CLR   TCON6
                RETI
ISTF1:         PUSH  A
                MOV   A,#H01
                INC   DPTR
                CJNE  A,DPH,BACK

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV    A, #H50
CJNE   A, DPL, BACK
MOV    R7, A
BACK:  POP    A
      RETI
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทและโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ก็ด้วยความช่วยเหลือ ความเอาใจใส่ การแนะนำความรู้ และคำปรึกษาต่างๆ จากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ รศ.ดร.โยธิน เปรมปราณีรัชต์ รวมถึงอาจารย์ วันชัย ธีรรุจา และพี่ วิโรจน์ พลนุรักษ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย นอกจากนี้ขอแสดงความขอบคุณ อาจารย์ และเพื่อนนักศึกษาภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุมทุกๆท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำงานนี้ สุดท้ายนี้ ขอแสดงความขอบคุณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุนทางด้านอุปกรณ์ต่างๆ



## หนังสืออ้างอิง

1. Don Lancaster , " TTL COOKBOOK " , Howard W. Sams & co., Inc ,1974
2. Intel , " MCS 51 HANDBOOK "
3. John L. Fike , " Understanding Telephone Electronics " , Texas Instruments Information Publishing Center, 1984
4. Motorola , " CMOS DATABOOK " , Prepared by Technical Information Center , Third Printing , 1978
5. National Semiconductor Corp. , " LINEAR DATABOOK " , 1982
6. Sid Ghosh , " PHASE-LOCKED LOOPS " , TRW Vidar Corp. Mountainview , California

