คีย์บอร์ด ไร้สาย

WIRELESS KEYBOARD

โดย

นายวรวุฒิ จิตร์สุภาพ

นายอนันต์ สมสอาด

นายอภิชาติ วรพิเชษฐ

บริญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรบริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเลคทรอนิคส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032522

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2535

ภาควิชา อิเลคทรอนิคส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง คีย์บอร์ดไร้สาย

ผู้จัดทำ

1. วรวุฒิ จิตร์สุภาพ 321281
2. อนันต์ สมสอาด 321413
3. อภิชาติ วรพิเชษฐ 321415

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. พลผดุง ผดุงกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032522

คีย์บอร์ดไร้สาย

(Wireless Keyboard)

นาย วรวุฒิ จิตร์สุภาพ 32.1281
นาย อนันต์ สมสอาด 32.1413
นาย อภิชาติ วรพิเชษฐ 32.1415

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. พลผดุง ผดุงกุล
ปีการศึกษา 2535

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเสนอการสร้างคีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์ไร้สาย ซึ่งจุดมุ่งหมายหลักแล้วจะใช้ในงานสัมมนา หรือการประชุม เพื่ออำนวยความสะดวกในการแสดงผลงานต่างๆ ผ่านจอคอมพิวเตอร์ได้ในระยะไกล

โครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ควบคุมการรับและการส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ดไปสู่เมนบอร์ด โดยการใช้เคาน์เตอร์เป็นตัวจับสัญญาณในการอ่านข้อมูลออกมาจากคีย์บอร์ด และใช้ไทเมอร์เป็นตัวกำหนดอัตราการส่งข้อมูล ผ่านทางพอร์ตอนุกรมซึ่งกำหนดให้ส่งด้วยความถี่ประมาณ 2.48 กิโลเฮิรตซ์ การส่งข้อมูลนี้จะใช้ความถี่วิทยุ 49 เมกะเฮิรตซ์เป็นความถี่คลื่นพาหะ ซึ่งใช้การมอดูเลตแบบเอฟเอสเค ส่วนในส่วนของภาครับจะเป็นภาครับสัญญาณแบบเอฟเอสเคเช่นเดียวกัน ซึ่งในภาครับสัญญาณนั้นจะมีการดีเทคสัญญาณแบบควอดราเจอดีเทคเตอร์ และปรับแต่งสัญญาณโดยผ่านวงจรดาต้าเชพพิ่งคอมพาราเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wireless Keyboard

WORAWUTH JITSUPHAP 32.1281

ANAN SOMSA-ARD 32.1413

APICHAT WORAPICHED 32.1415

ADVISOR

ASST.PROF POLPHADUNG PHADUNKUL

SEMESTER 1992

ABTRACT

THis report will present how to construct a wireless keyboard for use of presentative of conferences. It can show all the output through the computer monitor in a long distance and it's very compact and suitable for using in case of wanting other comfort as well.

In this project,receiving and tranmission signal is preformed by 8031 microcontroller using counter to count signal in order to detect data , scan code , and using timer to define baud rate , Operating at the frequency of 2.48 kHz.

The design of a wireless transmitter/receiver system, Use FSK modulation , Operation at the carrier frequency of 49 MHz . And the receiver is preformed using a Quadrature Detector, and Data Shaper comparator.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อเรื่อง

บทนำ

ทฤษฎีและหลักการ

บทที่ 1 คีย์บอร์ดเบื้องต้น

บทที่ 2 เจาะลึกคีย์บอร์ด

บทที่ 3 การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ในการควบคุมการรับ/ส่งข้อมูล

บทที่ 4 ดิจิตอลมอดูเลทชั่น

สรุปผลการทดลอง

สรุปและวิจารณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น

ภาคผนวก MC 2833, MC3356

กิตติกรรมประกาศ

หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีด้านอิเลคทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์ได้เจริญรุดหน้าขึ้นอย่างรวดเร็ว และได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้นโดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ ซึ่งนับวันจะยิ่งขยายตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้มีการพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อสนับสนุนการใช้งานคอมพิวเตอร์ให้มีความสะดวกยิ่งขึ้น

อุปกรณ์ไร้สายก็เป็นสิ่งหนึ่งที่สนับสนุนให้การใช้เครื่องมือต่างๆมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ในการใช้งานคอมพิวเตอร์ คีย์บอร์ดไร้สายก็เป็นอุปกรณ์ไร้สายชนิดหนึ่งที่เพิ่มประสิทธิภาพของการใช้งานคอมพิวเตอร์ให้มีความสะดวกมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้งานคอมพิวเตอร์แสดงผลต่างๆผ่านจอโปรเจคเตอร์ เช่น ในงานสัมมนา,การประชุม,การแสดงผลในนิทัศการต่างๆ,การใช้ในตลาดหุ้นเพื่อรายงานผลการเปลี่ยนแปลงของหุ้น ตลอดจนในโรงเรียนสอนคอมพิวเตอร์ จึงอาจจะกล่าวได้ว่าคีย์บอร์ดไร้สายก็เป็นสิ่งหนึ่งที่จะพัฒนาให้การใช้คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งก็เป็นจุดประสงค์เดียวกับการพัฒนาทางด้านซอฟท์แวร์ และฮาร์ดแวร์ของเครื่องพีซีในปัจจุบัน

ในคีย์บอร์ดทั่วไปจะมีไมโครโปรเซสเซอร์ 8048 ควบคุมการทำงานต่างๆ ภายในคีย์บอร์ด ซึ่งเมื่อพัฒนาให้ไร้สายต้องเพิ่มไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 เข้าไปเพื่อควบคุมการรับส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ดไปสู่เมนบอร์ด โดยจะส่งข้อมูลซึ่งเป็นรหัสสแกนคีย์ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 รับมาจากคีย์บอร์ดผ่านพอร์ตอนุกรมไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวรับ ซึ่งใช้การส่งข้อมูลด้วยคลื่นความถี่วิทยุแบบ เอฟเอสเค เมื่อตัวรับดีมอดูเลทสัญญาณที่รับมาได้แล้วก็จะส่งให้ 8031 ตัวรับเพื่อแปลงเป็นอักษรปรากฏที่หน้าจอมอนิเตอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

คีย์บอร์ดเบื้องต้น

1.1 โครงสร้างคีย์บอร์ด

ตัวคีย์บอร์ดในที่นี้ใช้ขนาด 101 คีย์ ซึ่งใช้กันในปัจจุบันบนคีย์บอร์ด จะมีไมโครโปรเซสเซอร์8048 1ตัว ทำหน้าที่ในการสแกนคีย์บอร์ดและส่งค่ารหัสสแกนคีย์ (KEY SCAN CODE) มายังเมนบอร์ด โดยการทำงานเมื่อมีการกดคีย์ ไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะรับรู้และส่งข้อมูลออกมาตามค่ารหัสสแกนคีย์ของคีย์นั้นๆ โดยค่าที่กดจะแสดงดังตารางที่ 1.1

ตำแหน่ง	ค่ารหัสสแกนคีย์	ตำแหน่ง	ค่ารหัสสแกนคีย์	ตำแหน่ง	ค่ารหัสสแกนคีย์
1	0E	17	15	33	23
2	16	18	1D	34	2B
3	1E	19	24	35	34
4	26	20	2D	36	33
5	25	21	2C	37	3B
6	2E	22	35	38	42
7	36	23	3C	39	4B
8	3D	24	43	40	4C
9	3E	25	44	41	52
10	46	26	4D	42	--
11	45	27	54	43	5A
12	4E	28	5B	44	12
13	55	29	--	45	--
14	5D	30	14	46	1A
15	66	31	1C	47	22
16	0D	32	1B	48	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง	ค่ารหัสสแกนคีย์	ตำแหน่ง	ค่ารหัสสแกนคีย์	ตำแหน่ง	ค่ารหัสสแกนคีย์
49	2A	74	01	99	70
50	32	75	--	100	7E
51	31	76	--	101	7D
52	3A	77	--	102	74
53	41	78	--	103	7A
54	49	79	--	104	71
55	4A	80	--	105	84
56	51	81	--	106	7C
57	59	82	--	107	7B
58	11	83	--		
59	--	84	--		
60	19	85	--		
61	29	86	--		
62	--	87	--		
63	--	88	--		
64	58	89	--		
65	D6	90	76		
66	DC	91	6C		
67	0B	92	6B		
68	0A	93	69		
69	09	94	77		
70	05	95	--		
71	04	96	75		
72	D3	97	78		
73	83	98	72		

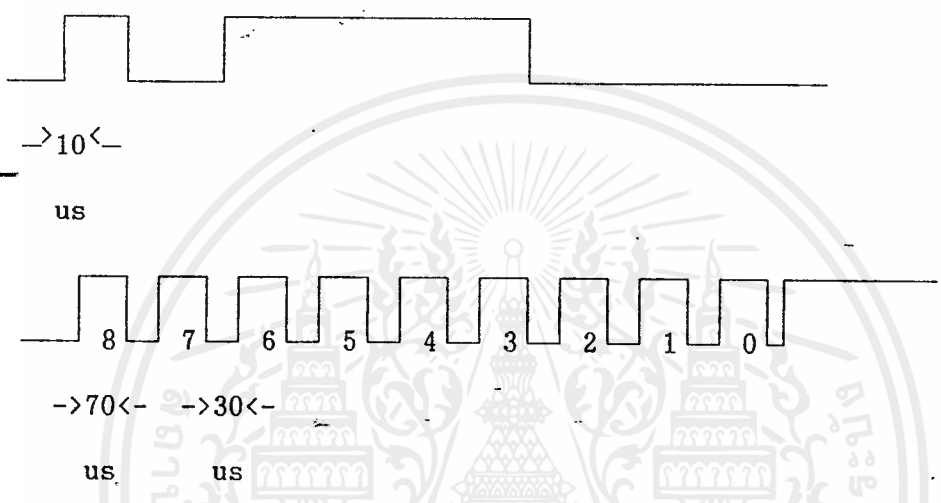
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของคีย์บอร์ดโดยมี ซีพียู 8048 ควบคุมนี้ จะส่งสัญญาณข้อมูลออกมาพร้อมๆกับสัญญาณนาฬิกา (CLOCK) โดยสัญญาณคล็อกจะซิงโครไนซ์กับสัญญาณข้อมูล (DATA) ดังรูปที่ 1.2

เช่น กดคีย์อักษร "A" คีย์บอร์ดก็จะทำการส่งสัญญาณข้อมูลออกมาดังนี้

ค่ารหัสสแกนคีย์ 0 0011 1101 หรือ 3D

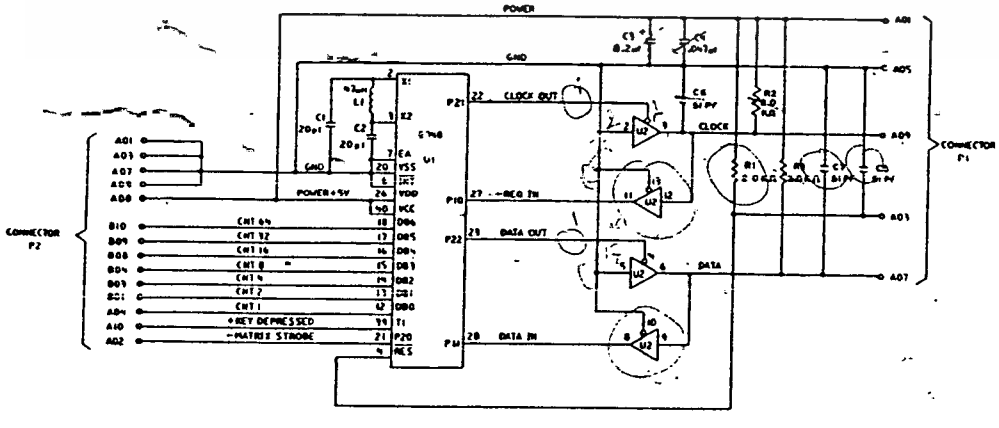
ลำดับบิตที่ 0 1234 5678



รูปที่ 1.1

ลักษณะของสัญญาณข้อมูลและสัญญาณนาฬิกาเมื่อกดคีย์อักษร "A"

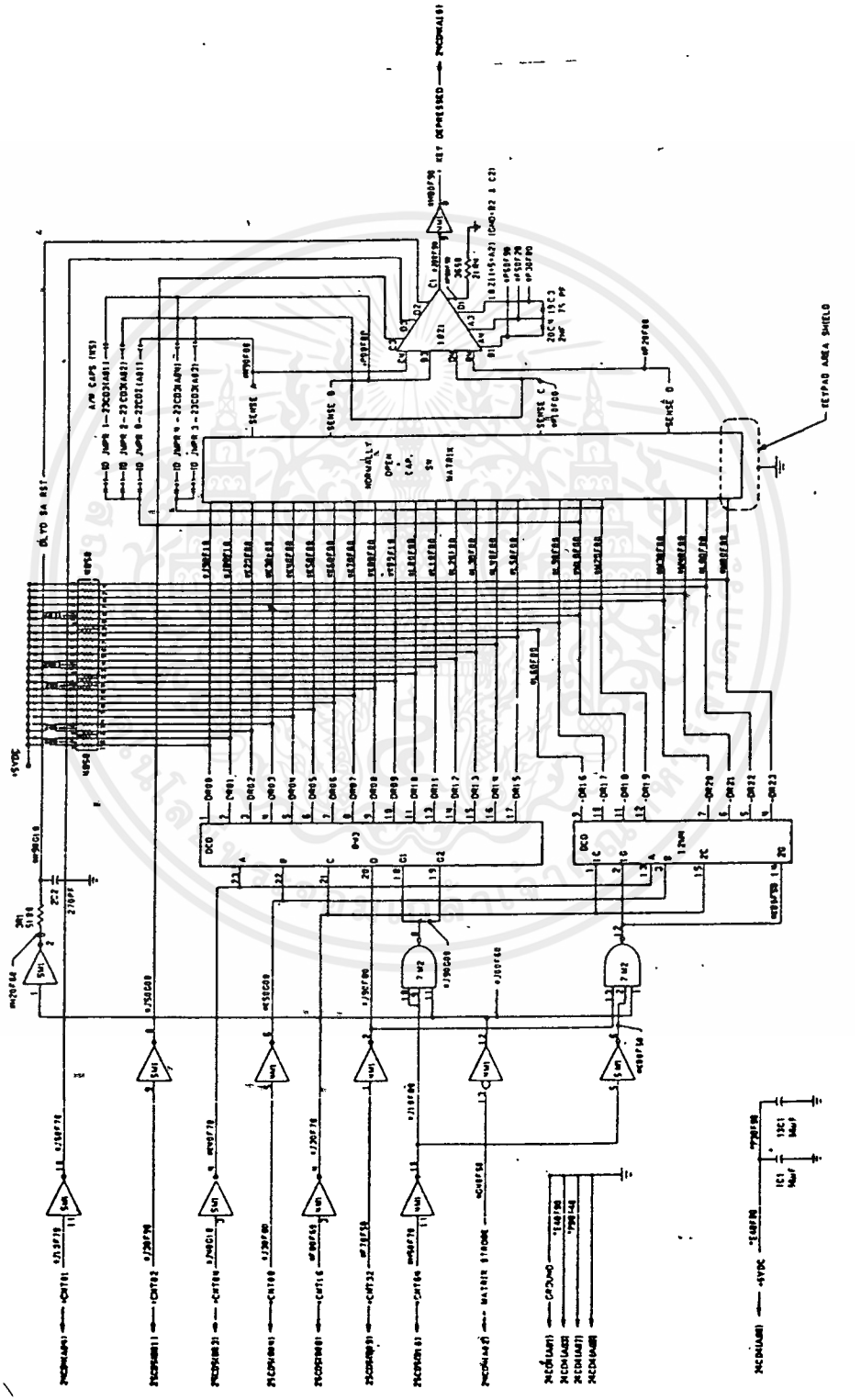
การส่งข้อมูลนี้จะส่งออกทางพอร์ท2 ขา2 และส่งสัญญาณคล็อกออกทางพอร์ท2 ขา1 ตามค่ารหัสสแกนคีย์ที่ได้รับจากการกดคีย์โดยจะอ่านเข้าทางขาดาต้าบัส(DB)ดังรูป 1.3



รูปที่ 1.3 วงจรภายในคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.4 โครงสร้างของคีย์บอร์ดจะวางเป็นเมตริกซ์มี 23 แถว 4 คอลัมน์

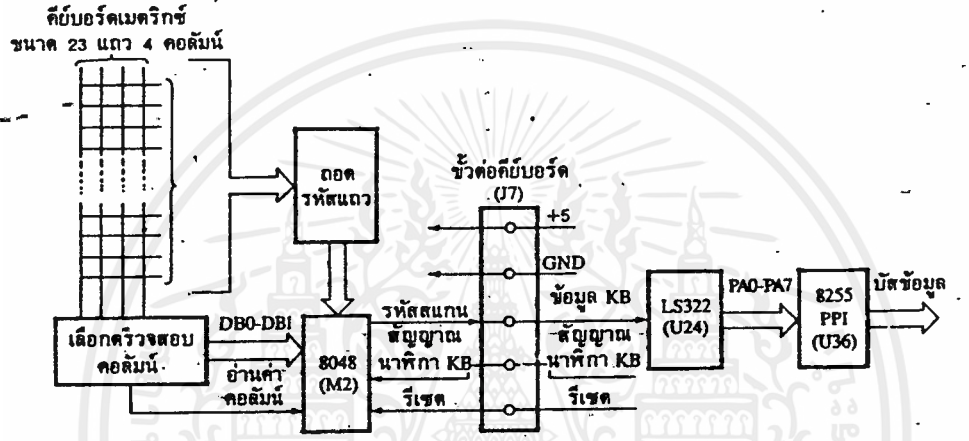


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

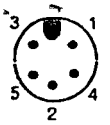
1.2 การเชื่อมต่อคีย์บอร์ด

ในการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดนั้น โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์มีการทำงานในลักษณะที่ซับซ้อนพอสมควร กล่าวคือโครงสร้างของอินพุทจากคีย์บอร์ดนี้ทำงานร่วมกับอินเทอรัปต์ด้วย ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป โครงสร้างของคีย์บอร์ดที่ต่อกับเมนบอร์ดจะใช้สายเชื่อมโยง 5 เส้น โดยมีรายละเอียดบล็อกไดอะแกรมโครงสร้างการเชื่อมโยงได้จากรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 โครงสร้างการเชื่อมโยงคีย์บอร์ดกับเมนบอร์ดล

สังเกตว่าคีย์บอร์ดของไมโครคอมพิเตอร์ 16บิตนี้มีสายต่อที่สำคัญคือ ไฟบวก 5โวลต์, กราวนด์,สายสัญญาณข้อมูล,สายนาฬิกาและสัญญาณรีเซต ลักษณะของหัวต่อจะเป็นหัวต่อแบบ DIN โดยมีไดอะแกรมของหัวต่อดังรูปที่ 1.6



1. สัญญาณนาฬิกาคีย์บอร์ด
2. สัญญาณข้อมูลคีย์บอร์ด
3. รีเซตคีย์บอร์ด
4. กราวนด์
5. +5 โวลต์

รูปที่ 1.6 หัวต่อ DIN ของคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เจาะลึกคีย์บอร์ด

ก่อนที่จะอธิบายถึงการทำงานของเมนบอร์ดที่เชื่อมต่อกับคีย์บอร์ดเราจะกล่าวถึงสิ่งสำคัญที่เป็นตัวทำให้รับรู้การกดคีย์และรู้ว่าเป็นตัวอักษรใด นั่นคืออินเทอรัพเพื่อให้เห็นภาพในการทำงานของเมนบอร์ดได้ดีขึ้น ในช่วงแรกนี้จะอธิบายให้เห็นถึงการอินเทอรัพก่อนแล้วจึงจะอธิบายแต่ละอินเทอรัพที่ใช้ในการทำงานของเมนบอร์ดเกี่ยวกับคีย์บอร์ด

2.1 การอินเทอรัปต์ในระบบของเครื่อง PC

ในการทำความเข้าใจของกระบวนการรับคีย์บอร์ดนั้น ขั้นแรกจะต้องรู้ถึงการจัดการของระบบอินเทอรัปต์ของเครื่อง PCก่อน เนื่องจากว่าการอินเทอรัปต์เป็นพื้นฐานของกระบวนการรับข้อมูลเลยทีเดียว ซึ่งการอินเทอรัปต์นั้นโดยความหมายแล้วแปลว่า การขัดจังหวะเห็นจะใกล้เคียงที่สุด ซึ่งหมายความว่าซีพียูจะถูกขัดจังหวะการทำงานที่กำลังทำอยู่ เพื่อที่จะทำงานอีกงานหนึ่งที่ถูกกำหนดโดยอินเทอรัปต์ที่ไปขัดจังหวะในซีพียูในตระกูล 80x86 จะมีการแบ่งการใช้อินเทอรัปต์ออกเป็นสองชนิดใหญ่ๆคือ ฮาร์ดแวร์อินเทอรัปต์และซอฟต์แวร์อินเทอรัปต์

ในส่วนของฮาร์ดแวร์อินเทอรัปต์นั้นจะถูกเรียกใช้เมื่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต้องการใช้ซีพียูโดยการส่งสัญญาณไปยังขาที่ชื่อว่า INT ของตัวชิปซีพียู ซึ่งในระหว่างการอินเทอรัปต์ของฮาร์ดแวร์นี้โปรแกรมที่ซีพียูกำลังประมวลผลอยู่ก่อนที่จะมีการอินเทอรัปต์จะถูกขัดการทำงานช่วงเวลาหนึ่งซึ่งเป็นระยะเวลาสั้นๆ และหลังจากที่งานอินเทอรัปต์เสร็จโปรแกรมที่ถูกขัดจังหวะก็จะทำงานต่อโดยเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น

สำหรับซอฟต์แวร์อินเทอรัปต์นั้นเป็นอินเทอรัปต์ที่เรียกใช้โดยคำสั่ง INT ที่นำมาเขียนไว้ในโปรแกรม ซึ่งเมื่อถูกเรียกใช้ก็เสมือนกับเป็นการขัดจังหวะการทำงานของตัวเอง เพื่อที่จะเปลี่ยนไปประมวลผลซับรูทีนอื่นหรือไม่ก็เป็นโปรแกรมพิเศษอย่างอื่นที่จัดไว้ เฉพาะในการใช้ซอฟต์แวร์อินเทอรัปต์นั้นจะคล้ายกับการเรียกใช้ฟังก์ชั่นทั่วไป แต่ต่างกันตรงที่ว่าในการเรียกใช้อินเทอรัปต์นั้นเราไม่ต้องเขียนฟังก์ชั่นขึ้นมาเอง ซึ่งส่วนนี้ DOS หรือ OS/2 จะมีซับรูทีนอินเทอรัปต์มาตราฐานไว้ให้คอยเรียกใช้ โดยที่ไม่ต้องเขียนรูทีนเหล่านั้นเอง

อินเทอรัปต์(INTTERUPT)ที่เกี่ยวกับการรับและแสดงอักษรมี 2 อินเทอรัปต์คือ

1.อินเทอรัปต์ INT 9H ซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์อินเทอรัปต์

2.อินเทอรัปต์ INT 16H ซึ่งเป็นซอฟท์แวร์อินเทอรัปต์

เมื่อคีย์บอร์ดของเครื่อง PCถูกกด วงจรของคีย์บอร์ดจะแจ้งให้ซีพียูทราบ โดยการอินเทอรัปต์ว่าตอนนี้มีการกดคีย์บอร์ดเกิดขึ้นแล้ว ให้รีบทำการประมวลผลในทันทีทั้งนี้ก็เนื่องจากชิปบนไอซีบนคีย์บอร์ดสามารถที่จะเก็บข้อมูลการกดคีย์ได้เพียง 4 ครั้งเท่านั้น ดังนั้นถ้าคีย์บอร์ดถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถที่จะส่งข้อมูลที่เก็บไว้ไปทำการประมวลผลได้ ข้อมูลที่คีย์บอร์ดเก็บไว้ก็สูญหายและจะมีการกำหนดค่าแฟล็กขึ้นขึ้นเพื่อแจ้งให้ซีพียูทราบ ดังนั้นเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ ซีพียูจะทำการรับข้อมูลของการกดคีย์บอร์ดไม่ว่าในระหว่างนั้นซีพียูจะทำงานอย่างอื่นอยู่ก็ตาม จะต้องหยุดทำงานเหล่านั้นเพื่อทำการรับข้อมูลจากคีย์บอร์ด โดยไปเรียกรูทีนมาทำการประมวล ผลการรับคีย์โดยเฉพาะ รูทีนที่ว่านั้นก็คือ อินเทอรัปต์ INT 9H จะเห็นว่าการประมวลผลการกดคีย์บอร์ดเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ดังนั้น INT 9H จึงถูกสร้างเก็บไว้ในรอม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของไบออส

2.2 อินเทอรัปต์ INT 9H

สำหรับงานหลักของโปรแกรมไบออสอินเทอรัปต์ INT 9H นั้นก็คือการนำข้อมูลการกดคีย์ของคีย์บอร์ดผ่านทางไอโอพอร์ท A ของชิป PPI 8255 และจะตีความจากข้อมูลนั้น จากนั้นก็จะนำข้อมูลไปเก็บไว้ในคีย์บอร์ดบัฟเฟอร์ ตำแหน่งของคีย์บอร์ดบัฟเฟอร์จะอยู่ในหน่วยความจำสำรองตอนล่างที่มัก เรียกว่า ส่วนเก็บข้อมูลของ BIOS (BIOS DATA AREA)

สาเหตุที่ต้องมีการตีความหมายของข้อมูลที่รับมา ก็เพราะข้อมูลที่ออกมาจากคีย์บอร์ดจะอยู่ในรูปตัวเลขที่เรียกว่า "สแกนโค้ด" สแกนโค้ดนี้ไม่ใช่รหัสของตัวอักษรใดๆดังที่ปรากฏบนคีย์บอร์ด แต่เป็นเพียงรหัสที่บอกตำแหน่งของปุ่มที่ถูกกด

นอกจากนี้อินเทอรัปต์ INT9H ยังมีหน้าที่ในการดูสถานะของการกดคีย์ด้วย อันได้แก่ CAPLOCK และ SHIFT ทั้งสองข้าง เพื่อที่จะสามารถบอกได้ว่าอักษรที่กดนั้นเป็น "A" หรือ "a" เพื่อที่จะได้กำหนดรหัส ASCII ได้ถูกต้อง ทั้งสแกนโค้ดและรหัส ASCII ที่ได้จากการตีความหมายจะถูกนำไปเก็บไว้ในคีย์บอร์ดบัฟเฟอร์ ซึ่งเมื่อถึงจุดนี้ก็แสดงว่า INT9H ได้ทำหน้าที่ของมันครบสมบูรณ์แล้วซีพียูก็จะหวนกลับไปทำงานที่หยุดค้างไว้ ณจุดก่อนที่มันจะถูกอินเทอรัปต์

2.3 อินเทอรัปต์ INT 16H

โปรแกรมนี้มีหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลว่ามีข้อมูลมาคอยอยู่ในบัฟเฟอร์แล้วหรือยัง INT 16H นี้มีฟังก์ชั่น 0,1 และ 2 ฟังก์ชั่น

-ฟังก์ชั่น 0 มีหน้าที่นำข้อมูลจากคีย์บอร์ดบัฟเฟอร์ส่งให้กับโปรแกรมใช้งาน ฟังก์ชั่นนี้มีจุดที่ต้องระมัดระวังอยู่อย่างหนึ่งก็คือ ถ้าเรียกใช้ฟังก์ชั่น 0 นี้ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลในคีย์บอร์ดบัฟเฟอร์แทนที่ฟังก์ชั่น 0 จะส่งค่า 0 กลับมายังโปรแกรมใช้งานกลับกลายเป็นการสร้างขั้นตอนการรอคอยขึ้นซึ่งจะรอจนกว่าจะมีข้อมูลส่งเข้ามาเก็บในบัฟเฟอร์ จึงทำให้โปรแกรมใช้งานต้องหยุดรอไปด้วย การที่ INT 16H ต้องสร้างขั้นตอนในการรอคอยขึ้นก็เพื่อ ความรวดเร็วในกรณีที่มีการกดคีย์บอร์ดบ่อยๆและเร็วๆ ซึ่งทันทีที่ INT 9H นำข้อมูลมาไว้ในคีย์บอร์ดบัฟเฟอร์ INT 16H ฟังก์ชั่น 0 ก็จะถึงข้อมูลนั้นๆไปยังโปรแกรมใช้งานได้ทันทีเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ฟังก์ชั่น 1 นั้นจะมีประโยชน์มากสำหรับโปรแกรมการใช้งานทั่วไปที่ไม่ต้องการรอคอยในการใช้งานจริงมักใช้ฟังก์ชั่น 1 นี้ก่อนแล้วจึงตามด้วยฟังก์ชั่น 0 เพื่อตรวจดูว่ามีข้อมูลในบัฟเฟอร์หรือไม่ ถ้าไม่มีจะได้กลับไปทำงานอย่างอื่นได้ แต่ถ้ามีข้อมูลจึงค่อยเรียกฟังก์ชั่น 0 เพื่อที่จะรับข้อมูลทั้งหมดนั้นเข้ามาที่เดียว

-ฟังก์ชั่น 2 จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลในการกดคีย์พิเศษเพิ่มต่างๆอันได้แก่คีย์ Caps Lock,Insert, Num Lock,Alt,Ctrl และคีย์ Shift ทั้งสองข้าง

2.4 รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับอินเทอรัปต์

เนื่องจากหลักการอินเทอรัปต์เป็นกุญแจดอกสำคัญ ที่จะทำให้สามารถเข้าใจถึงขั้นตอนการประมวลผลของฟังก์ชั่นการรับคีย์บอร์ด ดังนั้นจะขอกล่าวรายละเอียดเพิ่มเติมสักเล็กน้อย ที่เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานของอินเทอรัปต์ว่ามีขั้นตอนอะไรเกิดขึ้นบ้าง สำหรับซีพียูในตระกูล 80*86 จะมีวิธีการตอบสนองต่อคำสั่ง INT ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์อินเทอรัปต์เช่นเดียวกับ ฮาร์ดแวร์อินเทอรัปต์ คือเมื่อเกิดการอินเทอรัปต์ขึ้น ซีพียูจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมที่มีชื่อว่า รูทีน จัดการอินเทอรัปต์ คำสั่ง INT จะใช้คู่กับคำสั่ง IRET ซึ่งเป็นการคืนการควบคุมซีพียูไปให้กับ โปรแกรมที่เรียกอินเทอรัปต์สำหรับขั้นตอนการใช้คำสั่ง INT โดยรายละเอียดดังนี้

เมื่อมีการใช้ INTเกิดขึ้นโดยมีสาเหตุจากฮาร์ดแวร์ภายนอกหรือคำสั่งภายในโปรแกรมเองก็ตาม ซีพียูจะเก็บสถานะปัจจุบันของแฟล็กรีจีสเตอร์ไว้ โดยการเก็บไว้ในสแตก(STACK) จากนั้นก็จะเคลียร์อินเทอรัปต์แฟล็ด(IF)และแทรปแฟล็ก(TF)ให้มีค่าเป็น 0 ในการเคลียร์ IF นี้จะมีผลเช่นเดียวกันกับคำสั่งเคลียร์อินเทอรัปต์(CLI)คือในระหว่างนั้นซีพียูจะไม่อนุญาตให้มีการเรียกอินเทอรัปต์ซ้อนเข้าไปอีกจนกว่าขบวนการอินเทอรัปต์จะทำงานเสร็จ ตัวอย่างเช่นการรับและเก็บข้อมูลจากพอร์ทที่ใช้ในการสื่อสาร ในกรณีที่โปรแกรมมีขนาดยาว ซีพียูจะอนุญาตให้สามารถเรียกใช้อินเทอรัปต์ได้อีกครั้ง ถ้าข้อมูลที่รับมาจากพอร์ทสื่อสารอยู่ในความปลอดภัยแล้ว ซึ่งการอนุญาตในลักษณะนี้จะกระทำได้โดยใช้คำสั่งเซ็ตอินเทอรัปต์ (STI) ซึ่งถ้าโปรแกรมจัดการอินเทอรัปต์ยาวไม่มากนัก ก็จะไม่นิยมใช้คำสั่ง STI นั่นก็คือจะไม่อนุญาตให้ใช้อินเทอรัปต์จนกว่างานอินเทอรัปต์ที่อยู่นั้นจะเสร็จ

ต่อมาไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะเก็บค่าของเซ็กเมนต์รีจีสเตอร์ CS ไว้ในสแตก เพื่อที่จะนำเซ็กเมนต์รีจิสเตอร์ CS ไปโหลดค่าแอดเดรสของเซ็กเมนต์ของโปรแกรมอินเทอรัปต์ ที่เก็บไว้ในตารางอินเทอรัปต์เว็กเตอร์มาใส่ไว้ ซึ่งในส่วนตารางอินเทอรัปต์นี้ จะอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นของหน่วยความจำ โดยสามารถคำนวณตำแหน่งหน่วยความจำ ที่เก็บแอดเดรสเริ่มต้นของโปรแกรมอินเทอรัปต์ ได้จากการเอา 4 คูณหมายเลขอินเทอรัปต์ ค่าที่ได้จะเป็นตำแหน่งที่เก็บค่าออฟเซ็ต และเอาตำแหน่งถัดจากนี้ไป 2 ก็จะได้ค่าตำแหน่งที่เก็บเซ็กเมนต์ (ในตารางอินเทอรัปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอรัปต์เว็กเตอร์ จะเก็บแอดเดรสของออฟเซ็ตก่อนแล้วจึงเก็บแอดเดรสของเซ็กเมนต์ ยกตัวอย่างเช่น INT9H แอดเดรส 36,37 จะเก็บตำแหน่งของออฟเซ็ต และแอดเดรส 38,39 จะเก็บตำแหน่งของเซ็กเมนต์) ส่วนรีจีสเตอร์ PC หรือ IP ก็จะถูกเก็บไว้ในสแตกเช่นกันเพื่อที่ว่าจะได้นำตำแหน่งออฟเซ็ตของโปรแกรมอินเทอรัปต์ที่พบในตารางมาใส่ ซึ่งจะมีค่าเท่ากับหมายเลขอินเทอรัปต์คูณ 4 นั่นเอง

มาถึงขั้นตอนนี้ การควบคุมการทำงานก็จะอยู่ที่คำสั่งในตำแหน่งซึ่งชี้โดยค่าที่บรรจุลงไปใหม่ในรีจีสเตอร์CS และIP คือ CS:IP ซึ่งตำแหน่งนั้นก็คือ ตำแหน่งเริ่มต้นของโปรแกรมอินเทอรัปต์ โดยปกติแล้วสิ่งแรกที่โปรแกรมอินเทอรัปต์จะทำก็คือการอนุญาตให้มีการเรียกอินเทอรัปต์ซ้อนขึ้นมาได้ โดยการใช้คำสั่ง STI ในการทำงานของโปรแกรมอินเทอรัปต์นั้น อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงของรีจีสเตอร์ต่างๆได้ แต่จะต้องกระทำหลังจากได้เก็บค่าเหล่านั้นไว้ในสแตกแล้ว หลังจากเสร็จงานของโปรแกรมอินเทอรัปต์แล้ว ตัวจัดการอินเทอรัปต์จะนำค่าของรีจีสเตอร์ต่างๆกลับออกมาจากสแตกและใส่ไว้ในรีจีสเตอร์ เหมือนกับตอนก่อนทำการอินเทอรัปต์ และถ้าเป็นการจัดการสำหรับฮาร์ดแวร์อินเทอรัปต์แล้วจะมีการส่งคำสั่งแสดงการสิ้นสุด (EOI: End OF Interrupt) ของตัวจัดการ ยังตัวควบคุมอินเทอรัปต์ (PIC: Programmable Interrupt Control)เพื่อเป็นการบอกว่าสิ้นสุดกระบวนการการอินเทอรัปต์แล้ว

และสิ่งสุดท้ายที่ตัวจัดการอินเทอรัปต์จะทำก็คือคำสั่ง IRET ซึ่งจะเป็นการคืนการควบคุมไปยังโปรแกรมที่ทำการประมวลผลก่อนการเกิดอินเทอรัปต์ โดยในขั้นตอนนี้จะทำในทำนองตรงกันข้ามกับขั้นตอนในตอนแรกคือข้อมูล 2 ไบต์ที่อยู่ในตำแหน่งสูงสุดบนสแตกจะถูกนำมาใส่ไว้ในรีจิสเตอร์ PC หรือ IP ค่านี้คือ ออฟเซ็ตของคำสั่งต่อไปที่จะถูกประมวลผล จากนั้นก็นำข้อมูลในสแตก 2 ไบต์ถัดมาใส่ไว้ในเซ็กเมนต์รีจิสเตอร์ CS ซึ่งค่านี้คือ ค่าเซ็กเมนต์ของคำสั่งต่อไปที่จะประมวลผล ส่วนข้อมูล 2 ไบต์สูงสุดท้ายจะเป็นค่าของแฟลกรีจิสเตอร์ก็เป็นอันว่า ตอนนี้การควบคุมได้ย้ายมาอยู่ที่โปรแกรมที่ถูกขัดจังหวะครบถ้วนเหมือนเดิม เนื่องจากว่าสถานะการทำงานของโปรแกรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าในรีจิสเตอร์ จะถูกเก็บไว้ในที่เดิม ดังนั้น โปรแกรมที่ถูกขัดจังหวะจะไม่รู้เลยว่าเกิดอะไรขึ้น และจะดำเนินการไปตามปกติโดยไม่มีการสูญหายของข้อมูล

จะเห็นว่าการใช้วิธีการค้นหาตำแหน่งโดยอาศัยข้อมูลในตารางอินเทอรัปต์เว็กเตอร์นี้ จะเป็นการง่ายที่เราจะเปลี่ยนโปรแกรมอินเทอรัปต์ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งทำได้โดยการเข้าไปแก้ไขข้อมูลที่เก็บไว้ในตารางอินเทอรัปต์เว็กเตอร์ โปรแกรมอินเทอรัปต์เว็กเตอร์ โปรแกรมอินเทอรัปต์นั้นอาจจะแตกต่างกันบ้างเป็นเรื่องธรรมดามากสำหรับ DOS รุ่นใหม่ อย่างเช่นน DOS 3.X จะมีโปรแกรมอินเทอรัปต์ที่แตกต่างจาก DOS 2.X ซึ่งก็ทำนองเดียวกัน BIOS ที่มากับเครื่อง IBM PC/AT และเครื่องที่เลียนแบบก็จะมีคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันด้วย

-การทำงานบนเมนบอร์ด

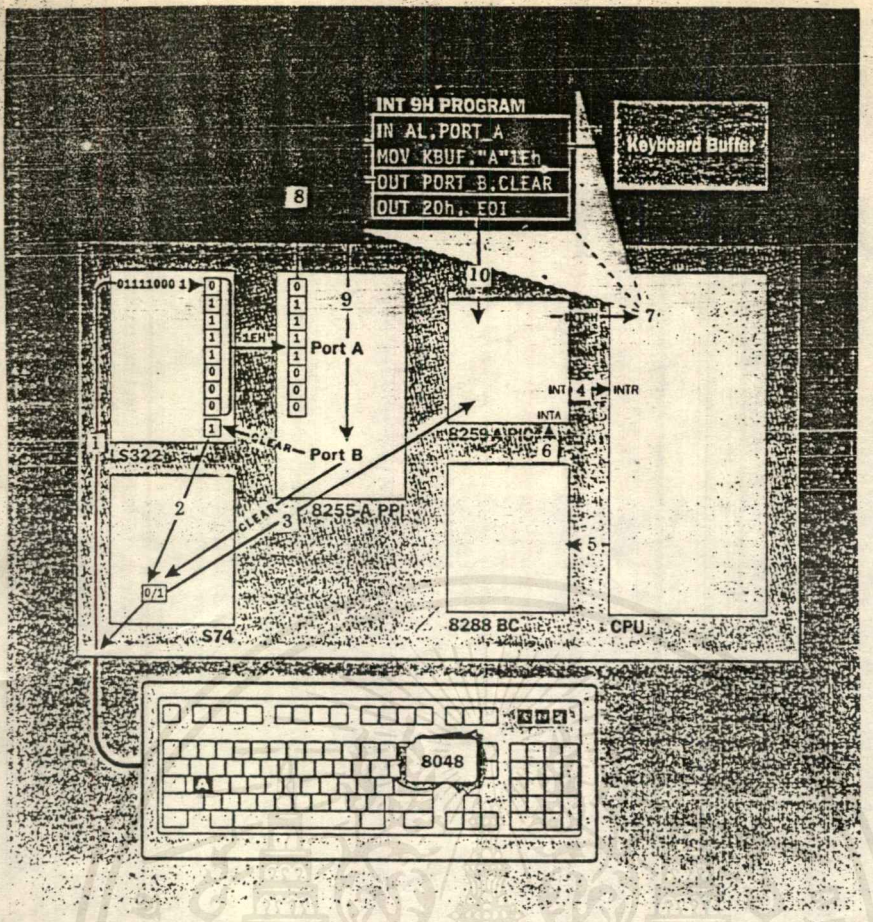
ในคีย์บอร์ดของเครื่อง PC โดยส่วนใหญ่จะบรรจุชิพ 8048 ไว้ซึ่งภายในชิพ 8048 จะประกอบด้วยตัวประมวลผล 8 บิท , RAM 64 ไบต์ และ ROM ที่กำหนดคีย์บอร์ดสแกนโค้ด เมื่อทำการกดหรือปล่อยคีย์ชิพ 8048 ก็จะค้นหาค่าสแกนโค้ดของคีย์นั้นใน ROM ค่าสแกนโค้ดที่ได้จะไม่ใช่รหัส ASCII ของคีย์นั้น ยกตัวอย่างเช่น การกดคีย์ "A" จะมีค่าสแกนโค้ดเท่ากับ 1EH INT9Hจะทำการแปลงค่าสแกนโค้ด 1EH ให้เป็นรหัส ASCII 41H สำหรับอักษร "A" หรือ 61H สำหรับอักษร "a"

อนึ่งค่าที่ได้จากการสแกนคีย์เป็นค่า 7 บิต แต่ 8048 จะเพิ่มบิต 8 ให้เป็น 1 เช่น ถ้ากำหนดคีย์ "P" 8048 จะอ่านค่าได้ 19H เป็นเลขไบนารี 001101 แต่ 8048 จะเพิ่ม 1ให้อีกตัว คือ 10011001 หรือกลายเป็นรหัส 99H การส่งข้อมูลเป็นการส่งแบบอนุกรม ดังนั้นถ้าไม่มีข้อมูลสายข้อมูลที่ส่งมายังเมนบอร์ด จะเป็น "0" และหากเมื่อ 8048 ต้องการส่งข้อมูลมันจะส่งรหัส "1" นำไปก่อนประมาณ 2 มิลลิวินาที แล้วจึงตามด้วยข้อมูลบิต 1 ที่นำหน้าจึงถือว่าเป็นบิทที่เริ่มต้น

หลังจากค้นหาได้ค่าสแกนโค้ดแล้ว ชิบ 8048 ก็จะเตรียมส่งข้อมูลแบบอนุกรมที่มีขนาด 1 ไบต์ให้กับชิบ LS322 ที่อยู่ภายในเครื่อง PC (ชิบที่อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ อาจจะไม่ใช่เบอร์ LS322 ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดและยี่ห้อของเครื่อง แต่สุดท้ายก็จะมีการทำงานเหมือนกัน) ค่าสแกนโค้ดจะถูกส่งจากชิบ 8048 จากบิตเริ่มต้นจนถึงบิตสุดท้ายให้กับชิบ S74 และจะส่งไปเรื่อยๆ ตราบเท่าที่ S74 ยังไฟเขียวให้มันส่งมาได้ โดยจะส่งทันทีที่โค้ดตัวสุดท้ายถูกอ่านและแปลงรหัส โดย INT9H

ในกรณีที่ชิบ 8048 ไม่สามารถจะส่งข้อมูลได้ทันที ข้อมูลเหล่านี้ก็จะถูกเก็บไว้ใน RAM ที่เป็นบัฟเฟอร์อยู่ในตัวชิบ 8048 เองในที่นี้จะของเรียกบัฟเฟอร์นี้ว่า "สแกนโค้ดบัฟเฟอร์" หากสแกนโค้ดบัฟเฟอร์นี้เต็ม ข้อมูลของค่าสแกนโค้ดก็สูญหาย ในกรณีนี้ชิบ 8048 ก็จะแจ้งแก่ระบบเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการส่งโค้ด FFH ไป หลังจากนั้น INT9H จะบอกให้ผู้ใช้รู้โดยการทำเสียง Beep ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้อาจจะเกิดจากการกดคีย์หลายๆคีย์พร้อมกัน หรือกดคีย์ใดคีย์หนึ่งไม่ปล่อย เช่น มีหนังสือวางอยู่บนคีย์บอร์ดขณะใช้เครื่อง เป็นต้น อย่างไรก็ตามเสียง Beep เตือนอาจจะเกิดจากการทำงานของ BIOS เองก็ได้ ซึ่งมีสาเหตุมาจากคีย์บอร์ดบัฟเฟอร์เต็ม จะเห็นว่าเหตุการณ์ที่คีย์บอร์ดบัฟเฟอร์เต็มมักจะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่า

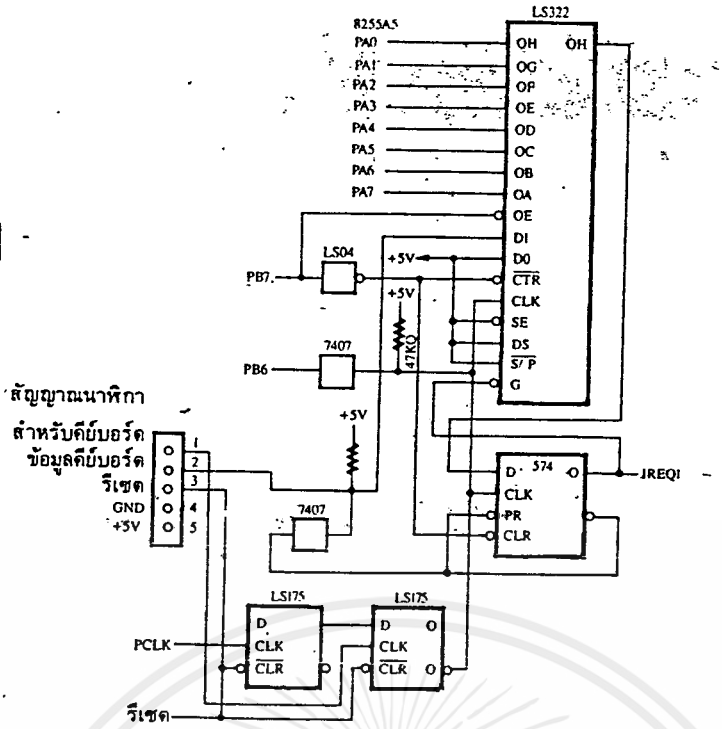
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงลำดับขั้นการทำงานของการกดคีย์บอร์ดแต่ละครั้ง

ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมของสแกนโค้ด อาจยกตัวอย่างได้เช่น "A" จะมีรหัสสแกนโค้ดเป็น 1EH ไปยังชิบ LS322 ซึ่งเป็นชิปเตอร์ขนาด 8 บิตที่อยู่บนระบบ (อธิบายตามรูปตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1) ชิบ 8048 จะส่ง "บิตเริ่มต้น" ไปก่อน 1 บิต จึงทำให้ข้อมูลทั้งหมดที่จะทำการส่งมี 9 บิต สำหรับส่วนที่จะใช้รับข้อมูลของรีจิสเตอร์ LS322 จะถูกเคลียร์ให้มีค่าเท่ากับ 0 ก่อน (ขั้นตอนในการเคลียร์นี้ จะทำในขั้นตอนสุดท้ายของการประมวลผลของคีย์สุดท้ายที่รับก่อนหน้านี้) ในการรับข้อมูลแต่ละบิตนั้นจะมีการขยับข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในรีจิสเตอร์ของ LS322 ไปทางซ้ายมือ 1 บิต เมื่อข้อมูลบิตสุดท้ายเข้ามาก็จะทำให้ได้ข้อมูลครบ 1 บิต แต่เนื่องจากว่าชิปรีจิสเตอร์สามารถที่จะเก็บข้อมูลได้เพียง 8 บิตเท่านั้น ดังนั้น บิตเริ่มต้นก็มิได้สูญหายไปไหน มันจะถูกใช้การเซ็ตค่าของฟลิปฟล็อปในชิบ S74 ให้เป็น 1 (ขั้นตอนที่ 2) ซึ่งจะใช้ในการทริกขา IRQ1 (Interrupt Requst 1) ให้มีค่าเป็น 1 เช่นเดียวกัน (ขั้นตอนที่ 3) และในทันทีที่ฟลิปฟล็อปถูกเซ็ต ก็จะส่งค่า 0 กลับไปยังชิบ 8048 ที่อยู่ในคีย์บอร์ดในเส้นทางที่ค่าสแกนโค้ดมา ซึ่งจะเป็นการแจ้งแก่ชิบ 8048 ว่าไม่พร้อมที่จะรับข้อมูลในชุดต่อไป เป็นผลให้การส่งข้อมูลต้องหยุดชะงักและชิบ 8048 ก็จะอยู่ในโหมดบัฟเฟอร์ คือถ้ามีข้อมูลก็จะเก็บในสแกนโค้ดบัฟเฟอร์ตั้งที่กล่าวแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วงจรเปลี่ยนข้อมูลจากอนุกรมเป็นขนาน

สำหรับ IRQ เป็นสัญญาณแสดงความต้องการการติดต่อจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น คีย์บอร์ด ซึ่งส่วนนี้จะได้รับการดูแลจาก ไมโครโปรเซสเซอร์ในกรณีที่มี IRQ มากกว่า 1 สัญญาณชิป 8259 (PIC) จะเป็นตัวพิจารณาและตัดสินใจว่า IRQ ใดควรจะได้รับการตอบสนองก่อน โดยการตัดสินใจนี้จะใช้ลำดับความสำคัญของ IRQ ที่ได้มีการกำหนดไว้ก่อนแล้ว ซึ่งขา IRQ ของ PIC จะมี 8 ขา (ซึ่งอาจจะเพิ่มขา IRQ ได้โดยการต่อ PIC เพิ่มเข้าไป ซึ่งตัวที่เพิ่มเข้าไปเรียกว่าสลาฟ ส่วนตัวที่มีอยู่ก่อน เรียกว่ามาสเตอร์ เช่นในเครื่อง AT และ PS/2 ก็มีการต่อเพิ่ม)

เมื่อ PIC ได้รับสัญญาณ IRQ ก็จะทำการเซ็ตบิตของอินเทอรัปต์รีจิสเตอร์ (IRR) ที่อยู่ใน PIC เพื่อแสดงสถานะของ IRQ นั้นๆ IRR จะเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต แต่ละบิตก็จะแสดงความต้องการในการติดต่อของ IRQ แต่ละตัว ตัวจัดลำดับความสำคัญสูงสุดก็จะได้รับการติดต่อจาก ไมโครโปรเซสเซอร์ยกตัวอย่างในกรณีของคีย์บอร์ด IRQ1 ตัวเดียงเท่านั้นที่ต้องการติดต่อ PIC ก็จะเซ็ตขา INT ของตัวมันเองเป็น 1 (ตามขั้นตอนที่ 4) และจะเป็นผลให้ขาอินเทอรัปต์รีเควสท์ (INTR) ของไมโครโปรเซสเซอร์เป็น 1 ด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะรับการติดต่อของอินเทอรัปต์ ซึ่งสามารถทำการอินเทอรัปต์ได้ด้วยผลคำสั่ง SIT ก่อนหน้านี้สถานะปกติของไมโครโปรเซสเซอร์จะยอมรับอินเทอรัปต์ เว้นเสียแต่ว่าไมโครโปรเซสเซอร์ต้องการทำงานที่วิกฤตมากๆ เช่น การเปลี่ยนค่าสแตกพอยท์เตอร์ หรือการอ่านค่าพอร์ตการสื่อสาร ก็จะไม่อนุญาตให้มีการอินเทอรัปต์เกิดขึ้นได้ ซึ่งทำได้โดยการใช้คำสั่ง CLI ในการใช้คำสั่งนี้ก็จะรวมถึงการไม่อนุญาตให้มีการอินเทอรัปต์ตัวเองของ โปรแกรมจัดการอินเทอรัปต์ ที่กำลังติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมุติว่า ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการ รับอินเทอรัปต์ไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะทำคำสั่งที่กำลังทำขณะนั้นให้เสร็จ และตอบรับการอินเทอรัปต์ของ PIC โดยทางอ้อมคือ จะไม่ส่งสัญญาณตอบรับไปที่ PIC แต่จะส่งสัญญาณตอบรับที่มีขนาด 3 บิตไปที่ชิบ 8288 ซึ่งใช้ในการควบคุมบัส (BC ในขั้นตอนที่ 5)ข้อมูลขนาด 3 บิตนี้ไมโครโปรเซสเซอร์จะใช้แสดงความต้องการไปยัง BC ได้ 7 อย่าง ซึ่งจะรวมถึงสัญญาณที่บอกให้ BC ทราบว่าไมโครโปรเซสเซอร์ต้องการจะรับหรือส่งข้อมูลไปยังหน่วยความจำหรือพอร์ต โดยจะแยกความแตกต่างได้ดังนี้คือถ้าเป็นคำสั่ง IN หรือ OUT ก็จะติดต่อกับพอร์ต ส่วนคำสั่ง MOV ก็จะติดต่อกับหน่วยความจำ

ในกรณีของที่มีการทริกยา IRQ นั้นไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะส่งข้อมูลขนาด 3 บิตเพื่อเป็นการตอบรับสัญญาณนั้น เสมือนกับการเปิดไฟเขียวพร้อมรับการติดต่อ เมื่อ 8288 BC ได้รับสัญญาณนั้น ก็จะส่งข้อมูลการตอบรับอินเทอรัปต์ (INTA) ขนาด 1 บิตไปยัง 8259A (ขั้นตอนที่ 6) สัญญาณ INTA อันแรกที่ส่งไปยัง 8259A จะใช้ในการกำหนดจังหวะเวลา คล้ายกับบิตเริ่มต้นของการส่งข้อมูลแบบอนุกรม จากนั้นข้อมูลขนาด 3 บิต อีกชุดหนึ่งจากไมโครโปรเซสเซอร์ส่งมายังชิบ 8288 BC เป็นผลให้มีสัญญาณ INTA ชุดที่ 2 ก็จะส่งหมายเลข INT9H (กรณี IRQ1)ไปยังไมโครโปรเซสเซอร์(ดังนั้นขั้นตอนที่ 7) รวมทั้งจะเซ็ตค่าของ IRQ นั้นๆ ในอินเซอร์วิสรีจิสเตอร์ (ISR : In-Service Register) ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ถึงตอนนี้ PIC ก็จะสามารถที่จะติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ได้เป็นการเริ่มขั้นตอนของอินเทอรัปต์

```
IN      AL,20H      ;Get the current state of Port B.
OR      AL,80H      ;Set the high bit.
JMP     $ + 2       ;Jump delay for fast machines.
OUT     20H,AL      ;Reset the keyboard.
AND     AL,NOT 80H  ;Turn the high bit  back off.
JMP     $ + 2       ;Delay
OUT     20H,AL      ;Set Port B to its original state.
```

รูปที่ 2.3 แสดงรูทีนในการรีเซตคีย์บอร์ด

ในการใช้หมายเลขอินเทอรัปต์ของ ไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อชี้ไปยังข้อมูลที่เก็บตำแหน่งของโปรแกรมอินเทอรัปต์ ในตารางอินเทอรัปต์เว็กเตอร์ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว เนื่องจากว่าตารางอินเทอรัปต์อยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นของหน่วยความจำ ดังนั้น อินเทอรัปต์ INTO ก็จะอยู่ในตำแหน่งเริ่มแรกคือ 0000:0000 และแต่อินเทอรัปต์จะมีตำแหน่งห่างกัน 4 ไบต์ คือ 2 ไบต์สำหรับเซ็กเมนต์และ 2 ไบต์สำหรับออฟเซ็ต ในการหาตำแหน่งของข้อมูลในตารางอินเทอรัปต์เว็กเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นไมโครโปรเซสเซอร์จะทำโดยการเอา 4 คูณหมายเลขอินเทอรัปต์ และผลลัพธ์ที่ได้ก็จะเป็นตำแหน่งที่ชี้ไปยังอินเทอรัปต์เว็กเตอร์ จากนั้นก็ จะโหลดค่าในตำแหน่งดังกล่าวเข้ามาเก็บไว้ใน CS:IP ของไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งเป็นผลให้การควบคุมต่างๆ เป็นไปตามโปรแกรมจัดการ INT9H งานแรกของโปรแกรม INT9H คือ การรับค่าสแกนโค้ด ค่าสแกนโค้ดยังถูกเก็บไว้ในชีพท์รีจิสเตอร์ LS322 INT9H ไม่ได้นำข้อมูลสแกนโค้ดออกมาจาก LS322 โดยตรง แต่ LS322 จะส่งค่าสแกนโค้ดแบบขนาน8บิตไปยังพอร์ตB (ตำแหน่ง60H) ซึ่งอยู่บนชิป 8255-A(PPI)ซึ่งชิปนี้จะทำหน้าที่ในการติดต่อกับอุปกรณ์รอบข้างโดยการโปรแกรมไว้ได้

นอกจากการจัดการเกี่ยวกับการทำงานของคีย์บอร์ดแล้ว พอร์ตทั้ง 3 ของ PPI ยังใช้ในการอ่านค่าของสวิตช์บนแผ่นวงจรของระบบ และยังใช้ในการควบคุมลำโพงด้วย กรณีของ INT9H นี้ PPI จะเป็นตัวจัดส่งค่าสแกนโค้ดให้กับ ไมโครโปรเซสเซอร์ดังนั้นขั้นตอนที่ 8 โดยโปรแกรม INT9H จะอ่านค่าสแกนโค้ดจากพอร์ต A ของ 8255-A และทำการแปลงเป็นรหัส ASCII จากนั้นก็จะนำรหัสASCII และค่าสแกนโค้ดเก็บไว้ในคีย์บอร์ดบัฟเฟอร์ จะสังเกตุเห็นว่า ไม่เพียงแต่โปรแกรม INT9H เท่านั้น ที่สามารถอ่านค่าสแกนโค้ดจากพอร์ต A ของ 8255-A ได้ ทั้งนี้เนื่องจากว่าหลังจากที่ค่าสแกนโค้ดในพอร์ต A ถูกอ่านไปแล้ว ข้อมูลจะไม่ถูกทำลาย ดังนั้นโปรแกรมอื่นก็จะสามารถอ่านค่าสแกนโค้ดได้ด้วย

เมื่อ INT9H ได้อ่านค่าสแกนโค้ดแล้วมันจะทำการเซ็ตบิตที่ 7 ของพอร์ต B ใน PPI ให้เป็น 1 ชั่วขณะ (ขั้นตอนที่ 9 สำหรับคำสั่งภาษาแอสเซ็มบลีอยู่ในรูปที่แสดงข้างล่างนี้) บิตที่ 7 นี้จะต่อถึงกันกับขาเคลียร์ของ LS322 และ S74 ขาเคลียร์ของ LS322 จะทำหน้าที่ในการเคลียร์ค่าที่อยู่ในชีพท์รีจิสเตอร์ให้มีค่าเป็น 0 ทั้งหมด เพื่อพร้อมรับค่าสแกนโค้ดใหม่ต่อไป ขาเคลียร์ของ S74 ก็จะทำหน้าที่ในการรีเซ็ตฟลิป-ฟล็อปที่ใช้สำหรับ IRQ1 ซึ่งเป็นการแจ้งกลับไปยัง 8048 ว่าสามารถที่จะส่งค่าสแกนโค้ดตัวต่อไปได้ถ้าต้องการ

หลังจากที่ค่าสแกนโค้ดและรหัส ASCII ถูกเก็บไว้ในคีย์บอร์ดบัฟเฟอร์ และคีย์บอร์ดก็พร้อมที่จะรับคีย์ได้ใหม่อีกครั้งงานสุดท้ายของ INT9H ก็คือการแจ้งแก่ PIC ว่าได้ทำงานเสร็จแล้ว จะส่งการควบคุมคืนให้แก่โปรแกรมที่ถูกขัดจังหวะ(ตามขั้นตอนที่ 10) ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำโดยการส่งโค้ด EOI ที่มีค่าเป็น20H ไปยังพอร์ต20Hของ PIC จะเห็นว่าทั้งโค้ดและพอร์ตจะมีค่าเท่ากันคือ 20H สัญญาณ EOI จะทำการรีเซ็ตรีจิสเตอร์ ISR และรีจิสเตอร์ IRR ในบิตที่เกี่ยวข้องกับ IRQ1 ซึ่งเป็นการอนุญาตให้สามารถใช้ขารีเควสท์ได้อีกครั้ง จากนั้น PIC ก็จะทำการคอยอินเทอรัปต์จากฮาร์ดแวร์ต่อไป ทั้งในลำดับความสำคัญที่เท่ากันคือ IRQ1 และลำดับความสำคัญที่ต่ำกว่า ถึงตอนนี้ INT9H ได้ทำงานเสร็จสิ้นแล้ว และจะคืนการควบคุมกลับไปยังโปรแกรมที่ถูกขัดจังหวะ โดยการใช้คำสั่ง IRET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ในการควบคุมการรับส่งข้อมูล

โครงงานคีย์บอร์ดไร้สายนี้เราใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ 8031เป็นตัวควบคุมการรับและการส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ดไปสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งลำดับต่อไปเราจะอธิบายส่วนต่างๆ ของไมโครคอนโทลเลอร์ตัวนี้อย่างคร่าวๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเห็นภาพการใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ตัวนี้กับโครงงานคีย์บอร์ดไร้สาย

3.1 ลักษณะทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

1. สร้างโดยใช้ CHMOS เทคโนโลยีและทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟขนาด 5V.
2. ซีพียูมีขนาด 8 บิต
3. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรนาฬิกาบนชิบ
4. ชุดแบงค์ (BANK) รีจิสเตอร์มี 4 ชุด แต่ละชุดมีรีจิสเตอร์ 8 ตัว ทำงานเช่นเดียวกับ MCS-48
5. มีตัวจับเวลา/ตัวนับ ขนาด 16 บิต 2 ชุด
6. มีพอร์ตไอโอแบบขนานสองทิศทางจำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต รวมทั้งหมดเป็น 32 เส้น แต่จะเหลือเพียง 16 เส้น สำหรับเบอร์ 8031 อีก 16 เส้น ใช้ในการเข้าถึงทางแอดเดรสและข้อมูล
7. พอร์ตแบบอนุกรมสามารถที่จะโปรแกรมการรับส่งแบบ FULL DUPLEX ที่ความเร็วสูง
8. หนึ่งวัฏจักรคำสั่งจะใช้เวลา 1 ไมโครวินาที ด้วยการใช้คริสตอล 12 เมกะเฮริตซ์
9. แอดเดรสข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
10. แอดเดรสโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
11. สามารถกำหนดเลขที่อยู่ข้อมูลขนาดไบต์หรือบิตได้โดยตรง
12. มีซอฟแวร์แฟลกสำหรับผู้ใช้ที่จะกำหนดเองได้ถึง 128 ตำแหน่งบิต
13. โครงสร้างอินเต่อร์รัพต์ทำได้ 5 แหล่ง คือ
    - 13.1 IE0 (อินเทอรัพต์ภายนอก)
    - 13.2 TF0 (ไทเมอร์/เคาน์เตอร์อินเทอรัพต์)
    - 13.3 IE1 (อินเทอรัพต์ภายนอก)
    - 13.4 TF1 (ไทเมอร์/เคาน์เตอร์อินเทอรัพต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.5 Serial = RI OR TI (อินเทอรัพต์ของการส่งแบบอนุกรม)

14. ตัวโพรเซสเซอร์สามารถใช้งานแบบบูลีนได้เหมาะสำหรับการใช้งานควบคุม

15. ตัวเลขทางคณิตศาสตร์ ใช้ได้ทั้งแบบไบนารี (Binary) และเดซิมัล (Decimal)

ตระกูล MCS-51 จะมีทั้งแบบมี ROM ในตัว หรือไม่มี ROM หรือมี EPROM บนชิบเดียวกัน และจะมีตำแหน่งขาที่เหมือนกัน

การจัดลักษณะขาภายนอกของ MCS-51

ตามรูปแสดงการจัดขาตามลักษณะภายนอกของชิบ MCS-51 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คือ

- ขา Vss (ขา 20)เป็นขาสำหรับต่อลงดิน
- ขา Vcc (ขา 40)เป็นขาที่ต่อแรงดันไฟกระแสตรงขนาด 5 โวลต์

ขา พอร์ต0 (P0.0-P0.7/AD0.AD7)(ขา 32-39) เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบ Open Drain Bidirection สามารถที่จะรับโหลดทีทีแอลได้ 8 ตัว การเขียนค่า "1"ไปที่พอร์ตนี้จะเป็นการปล่อยลอย (Float) ขาของพอร์ตนี้ทำให้มันทำงานเป็นอินพุต มีสถานะอิมพีแดนซ์สูง ในการให้พอร์ตนี้บริการแบบไอโอ พอร์ต 0 จะทำงานเป็นมัลติเพลกซ์ ด้วยสัญญาณไบต์ต่ำกับบัสข้อมูล สำหรับการใช้งานด้านหน่วยความจำภายนอก ในการใช้แบบนี้จะใช้ลักษณะภายในเป็นตัวพูลอัพ พอร์ต0 ยังใช้งานเป็นตัวส่งข้อมูลออกทางพอร์ตนี้ เมื่อใช้บริการทางด้านการตรวจสอบโปรแกรม ROM ภายใน และการโปรแกรมตัว EPROM ภายใน ถ้าใช้ในลักษณะนี้พูลอัพจากภายนอกจะต้องต่อด้วยค่า 10 กิโลโอมห์

ขา พอร์ต1 (P1.0-P1.7)(ขา 1-8)เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบ Open Drain Bidirectional พร้อมด้วยการพูลอัพภายในถ้าเป็นพอร์ตเอาต์พุต บัฟเฟอร์สามารถขับโหลดทีทีแอลตระกูลแอลเอสได้ 4 ตัว พอร์ต 1 เมื่อถูกเขียนค่า "1" ด้วยโปรแกรม มันจะมีสถานะสูงด้วยการพูลอัพภายใน การให้สถานะเช่นนี้จะเป็นการ Initial ใช้งานพอร์ตนี้ให้เป็นอินพุต ขณะที่พอร์ต 1 เป็นอินพุต

ขา พอร์ต2 (P2.0-2.7)(ขา 21-28)เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบ Open Drain Bidirectional ด้วยการพูลอัพภายในพอร์ต 2 ที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์เอาต์พุทสามารถจ่ายโหลดทีทีแอลตระกูลแอลเอสได้ 4 ตัว พอร์ตจะถูกใช้งานเป็นตัวส่งแอดเดรสไบต์สูงด้วย เมื่อใช้งานร่วมกับหน่วยความจำภายนอกเพื่อให้แอดเดรสได้ถึง 16 บิต ด้วยการใช้งานแบบนี้มันจะมีพูลอัพภายในที่ช่วยให้การส่งค่า "1" ได้ระดับที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา พอร์ต3 (P3.0-P3.7)(ขา 10-17)เป็นพอร์ตไอโอ 8 บิต แบบพูลภายใน นอกจากทำเป็นพอร์ตไอโอที่สามารถรับโหลดทีทีแอลพวกตระกูลแอลเอสได้ 4 ตัว แล้ว ยังใช้งานเป็นพิเศษสำหรับตระกูล MCS-51 ตามรายการดังต่อไปนี้

ขาพอร์ต	ขา	การทำงานตามฟังก์ชันพิเศษ
P3.0	10	RXD พอร์ตอนุกรมอินพุต
P3.1	11	TXD พอร์ตอนุกรมเอาท์พุต
P3.2	12	INT0 อินเทอรัพท์ภายนอกที่1
P3.3	13	INT1 อินเทอรัพท์ภายนอกที่2
P3.4	14	T0 เคาน์เตอร์/ไทเมอร์ที่1
P3.5	15	T1 เคาน์เตอร์/ไทเมอร์ที่2
P3.6	16	WR สัญญาณควบคุมการเขียน
P3.7	17	RD สัญญาณควบคุมการอ่าน

การที่จะให้ทำงานตามฟังก์ชั่นข้างบน จะต้องเริ่มโปรแกรมด้วยการส่งค่า "1" ไปแลทช์ที่บิตรีจิสเตอร์ควบคุมต่างๆไว้ก่อน ที่ให้ทำงานตามฟังก์ชั่นข้างบน

ขา RST (ขา9) ต้องคงสถานะค่าสูงเป็นเวลาประมาณอย่างน้อยสองวัฏจักรระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ทำงานขณะรีเซตทั้งระบบงาน โดยจะต่อรีจิสเตอร์พูลดาวน์ จากขา RST ไปลงดิน และเพื่อให้ตัวชิปรีเซตได้โดยอัตโนมัติ ขณะเปิดไฟจะใช้คาปาซิสเตอร์ต่อคร่อมระหว่างขา RST กับ Vcc

ขา ALE/PROG (ขา30) เป็นขาแอดเดรสแลทช์อินาเบิ้ลด้วยการส่งพลัลส์ออกไปใช้สำหรับแลทช์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำจากพอร์ต0 ในระหว่างการเข้าถึงข้อมูลจากหน่วยความจำภายใน ALE จะถูกส่งสัญญาณนาฬิกาออกมา ในอัตราความเร็วคงที่

ขา PSEN (ขา 29)เป็นสโตรบอ่านข้อมูลจากโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก เมื่อชิบทำงานด้วยโปรแกรมภายนอก ขาPSEN จะสร้างสโตรบต่ำสองครั้งภายในแต่ละวัฏจักรแมชีน

ขา EA/Vpp (ขา31) มีสถานะสูง ตัวชีพยูนิทจะทำงานตามโปรแกรมที่อยู่ในหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำภายใน (โดยที่โปรแกรมจะต้องไม่ยาวกว่า 4 กิโลไบต์ การทำให้ EA มีสถานะต่ำจะเป็นการควบคุมให้ซีพียูทำงานตามโปรแกรมหน่วยความจำภายนอก ซึ่งขยายโปรแกรมได้ยาวถึง 64 กิโลไบต์ ในตัว 8031AH จะต้องต่อลงดินเช่นกันแม้ว่าจะไม่มี ROM อยู่ภายในก็ตาม

ขา XTAL1 ขา19 ใช้เป็นตัวอินพุทเข้าสู่ตัวออสซิเลเตอร์แบบขยายอินเวอร์ต

ขา XTAL2 ขา18 ใช้เป็นตัวเอาท์พุทจากตัวออสซิเลเตอร์แบบขยายอินเวอร์ต

ไมโครคอนโทลเลอร์ 8031 จะไม่มีหน่วยความจำของโปรแกรมบนชิบ แต่อาจต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกด้วย ROM,EPROM หรือ PROM ได้ถึง 64 กิโลไบต์ ดังนั้น 8031 จึงเหมาะสำหรับการใช้งานที่โปรแกรมมีขนาดใหญ่กว่าสี่กิโลไบต์และสำหรับผู้ออกแบบที่ต้องการแยกส่วนของโปรแกรมออกจากชิบ

3.2 ไทเมอร์และเคาน์เตอร์

อาจจะกล่าวได้ว่า **ไทเมอร์** และ **เคาน์เตอร์** นี้มีความสำคัญอย่างมากในการทำคีย์บอร์ดไร้สาย ในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงการทำงานของ ไทเมอร์ และ เคาน์เตอร์ เพื่อจะได้มองเห็นภาพของโปรแกรมที่เขียนในการรับและการส่งข้อมูลจากคีย์บอร์ดได้ดีขึ้น และเพื่อจะได้เห็นแนวทางในการจับข้อมูลจากคีย์บอร์ดอีกด้วย

การทำงานแต่ละคำสั่งของ CPU เราสามารถทราบเวลาที่แน่นอนได้ แต่ในการทำงานจริงจะมีเงื่อนไขมากมายที่ CPU จะต้องเปลี่ยนแปลงการทำงาน เช่นถ้าเราใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำ

งานอย่างหนึ่งในระยะเวลาที่แน่นอน ในขณะที่ต้องทำงานอย่างอื่นด้วย การเขียนโปรแกรมกับงานแบบนี้จะยากมาก หรือบางครั้งเป็นไปไม่ได้เลย เช่นการกำหนด อัตราการรับ/ส่งข้อมูลแบบอนุกรม (baud rate), การสร้างสัญญาณฐานเวลาหรือการนับจำนวนสิ่งของในสายงานการผลิต

เหตุผลที่เลือกเอาไมโครโปรเซสเซอร์ 8031

ในระบบการใช้งานจริงเราอาจใช้ support chip ประเภทไทเมอร์/เคาน์เตอร์ เพื่อการทำงานแบบนี้และเป็นการแบ่งเบาภาระของ ไมโครโปรเซสเซอร์ก็ได้แต่เมื่อจำนวนชิพเพิ่มขึ้นระบบของเราก็จะใหญ่ตามไปด้วยอย่างแน่นอน ทางเลือกที่ดีที่สุดคือ การใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ประเภทที่มีไทเมอร์/เคาน์เตอร์อยู่ในตัว (on chip timer/counter) และ 8031 ซึ่งเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ในตระกูล MCS 51 จากอินเทล ที่ได้รวมคุณสมบัติดังนี้อยู่แล้วกล่าวคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในชิพไม่ว่าจะเป็น ไทเมอร์/เคาน์เตอร์,การส่งข้อมูลแบบอนุกรม;การทำงานในระดับบิท หรือการที่มี RAM ในตัว ไมโครคอนโทลเลอร์ 8031 จึงเหมาะกับโครงงานคีย์บอร์ดไร้สายนี้ เพราะเป็นระบบที่มีขนาดเล็ก และมีประสิทธิภาพ

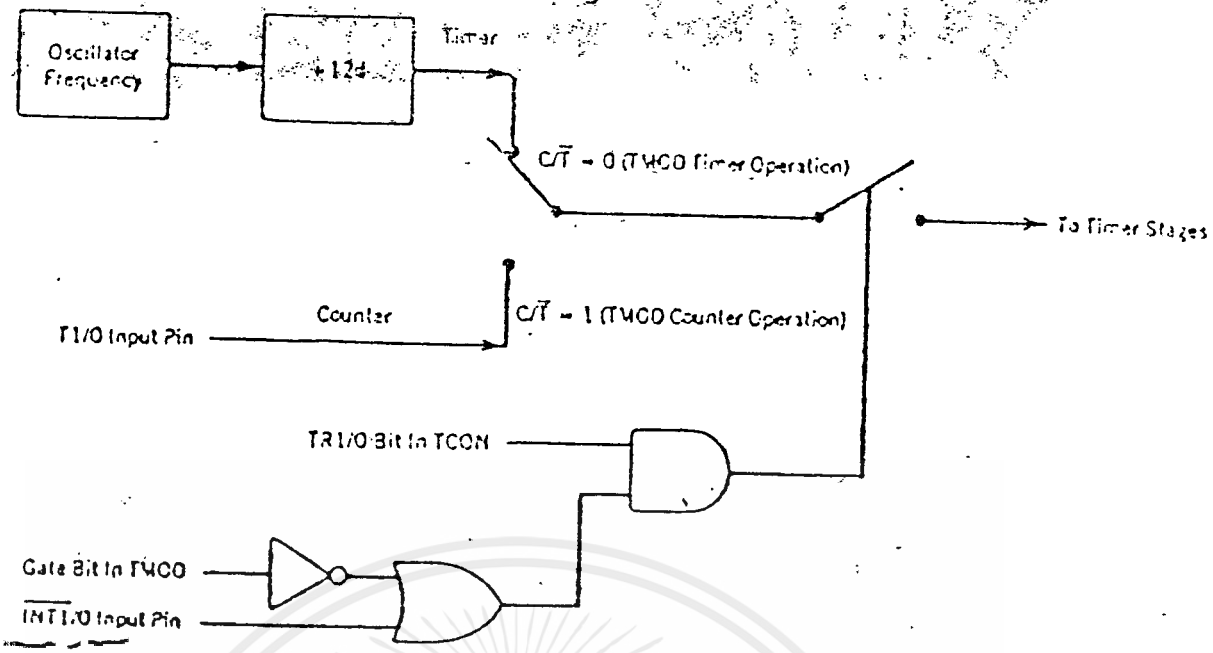
TIMER กับ COUNTER ต่างกันอย่างไร

8031 มีรีจิสเตอร์ที่เป็นทั้งไทเมอร์และเคาน์เตอร์อยู่ภายใน 2 ตัวคือ TIMER0 และ TIMER1(8032/8052 ซึ่งอยู่ในตระกูลเดียวกันมีเพิ่มอีก 1 ตัวคือ TIMER2) รีจิสเตอร์นี้มีขนาดตัวละ 16 บิท และสามารถแยกเป็นขนาด 8 บิตได้เป็น TH0,TL0,TH1 และTL1 ทำหน้าที่ในการเก็บค่าของไทเมอร์ หรือเคาเตอร์ และยังสามารถเคลื่อนย้ายข้อมูล,ทำคณิตศาสตร์ และลอจิกกับรีจิสเตอร์อื่นได้TIMER0 และ TIMER1 จะทำงานอิสระกันคือตัวไหนจะเป็นไทเมอร์หรือเคาน์เตอร์ก็ได้ แต่ในเวลาหนึ่งจะเป็นได้เพียงอย่างเดียว

ไทเมอร์

ทำหน้าที่ในการนับสัญญาณนาฬิกาภายใน CPU (ดูตามไดอะแกรม)สัญญาณนาฬิกาซึ่งมีความถี่แน่นอนจะถูกหารด้วย12 แล้วให้เทอร์เมอร์นับ เช่น ในโครงงานคีย์บอร์ดไร้สายนี้ไมโครโปรเซสเซอร์
ใช้ความถี่ 11.0592 MHz ไทเมอร์จะนับที่ความถี่ 11.0592 MHz / 12 = 921.6 KHz ไทเมอร์จึงนับทุกๆ 1/921.6 KHz = 1.085 uSEC ไทเมอร์จะ**นับขึ้นแบบไบนารี่เท่านั้น (binary up counter)** การนับของไทเมอร์จะนับขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงค่าสูงสุดแล้วลงเป็น 0 (FF ไปจนถึง 0 หรือ FFF ไปจนถึง 0) แล้วเกิดการอินเทอรัพท์ภายในตัวไมโครโปรเซสเซอร์ได้ (จะต้อง enable interrupt ด้วย)และตัวแปรที่สำคัญที่ทำให้ช่วงเวลาในการ intirrupt ต่างกันคือ การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับไทเมอร์รีจิสเตอร์ (TH0,TL0,TH1 หรือ TL1) เช่นถ้ากำหนดค่าให้กับไทเมอร์รีจิสเตอร์สูงเวลาที่จะนับไปถึง 0 ก็เร็วขึ้น ในโครงงานนี้ เรากำหนดไทเมอร์ TL1 กับ TH1 ไว้เป็นตัวกำหนดค่าอัตราการส่งข้อมูลแบบอนุกรมโดยกำหนดไว้ที่ TL1 = FAH ,TH1 = FAH ซึ่งเมื่อเลือกใช้ไทเมอร์ในโหมด 3 แล้วจะสามารถส่งข้อมูลได้ในอัตราความถี่ประมาณ 2.48 KHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 TIMER/COUNTER CONTROL LOGIC

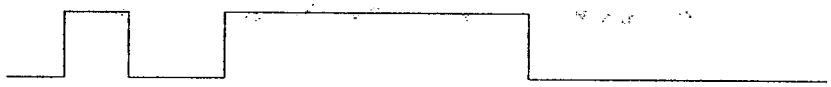
เคาน์เตอร์

ทำหน้าที่ในการนับสัญญาณจากอินพุทจากขา T0 หรือ T1 (ขา P3.4 และ P3.5 ตามลำดับ) โดยสัญญาณจากอินพุทนี้อาจจะมีคาบเวลาที่ไม่แน่นอนสัญญาณที่ขา T0 ใช้เคาน์เตอร์ 0 นับ และสัญญาณที่ขา T1 ใช้เคาน์เตอร์ 1 นับเท่านั้น การนับของเคาน์เตอร์ก็เหมือนกับไทเมอร์คือ นับขึ้นแบบไบนารี่เท่านั้น และค่าเริ่มต้นที่ในการนับก็อยู่ในไทเมอร์รีจิสเตอร์เช่นกัน มีข้อจำกัดของความถี่สูงสุดที่ป้อนให้กับ T0 หรือ T1 คือ **จะต้องไม่มากกว่าความถี่สูงสุดที่ป้อนให้กับขา T0 หรือ T1** ได้คือ 11.0592 MHz/24=460.8 KHz

3.3 แนวความคิดในการจับสัญญาณข้อมูลจากคีย์บอร์ด

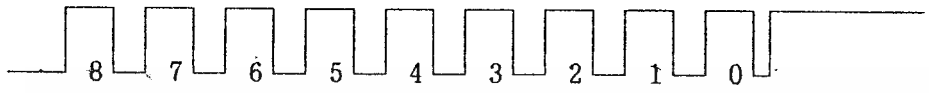
ตามที่ได้ศึกษาโดยการจับสัญญาณต่างๆ ที่ออกมาจากคีย์บอร์ในการกดแต่ละครั้งสัญญาณที่ได้มา จะเป็นสัญญาณของ สัญญาณนาฬิกาที่ออกมาจากขา CLK และสัญญาณข้อมูลที่ออกมาจากขา DATA ของสายต่อคีย์บอร์ดโดยการวัดด้วย STORAGE OSILOSCOPE จะได้สัญญาณดังตัวอย่างข้างล่างนี้ โดยสัญญาณข้อมูลจะนำหน้าสัญญาณนาฬิกามาก่อนเป็นระยะเวลา 10 ไมโครวินาที โดยที่สัญญาณข้อมูลมีความถี่ประมาณ 10 KHz หรือประมาณ 100 ไมโครวินาที โดยแบ่งเป็นช่วงบวกประมาณ 70 ไมโครวินาที และ ช่วงลบประมาณ 30 ไมโครวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



->10<-

us



->70<- ->30<-

us us

สัญญาณจากการกดอักษร "A"

เพราะการส่งข้อมูลออกมาจากคีย์บอร์ดเป็นการส่งแบบ "อซิงโครนัส (ASCYCHRONOUS)"โดยมีสัญญาณนาฬิกาออกตามมาด้วยในแต่ละบิตของข้อมูล ดังนั้นแนวความคิดในการจับสัญญาณข้อมูลก็คือการใช้สัญญาณนาฬิการในเป็นตัวกำหนดในการอ่านข้อมูลแต่ละบิต โดยการต่อสายสัญญาณนาฬิกาเข้าขาสัญญาณเคาน์เตอร์ ในโครงงานนี้ใช้ COUNTER 0 ในการจับสัญญาณ แต่การทำงานของเคาน์เตอร์ของ 8031 นี้ใช้การนับขอบขาลงของพัลวซ์ (PULS) ที่เข้ามา แต่ดังรูปที่ได้แสดงมาแล้วเราต้องนับขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกาจึงจะอ่านสัญญาณข้อมูลได้ทัน ดังนั้นต้องเพิ่มไอซีเข้าไปอีก 1 ตัว คือ 74LS04 เป็นอินเวอตเตอร์ เพื่อจะได้กลับสัญญาณนาฬิการจาก ขอบขาขึ้นเป็นขอบขาลงตามต้องการ แล้วจึงต่อขาสัญญาณที่ออกจากอินเวอตเตอร์เข้าขาเคาน์เตอร์

3.4 ความแตกต่างของไทเมอร์และเคาน์เตอร์คือ

คาบเวลาของสัญญาณและแหล่งที่มาของสัญญาณ ที่ใช้ในการนับ และก่อนการใช้งานไทเมอร์หรือเคาน์เตอร์ เราจะต้องกำหนดการทำงานของมันเสียก่อนโดยรีจิสเตอร์ที่กำหนดการทำงานและการ อินเทอรัพท์ ของไทเมอร์และเคาน์เตอร์คือ

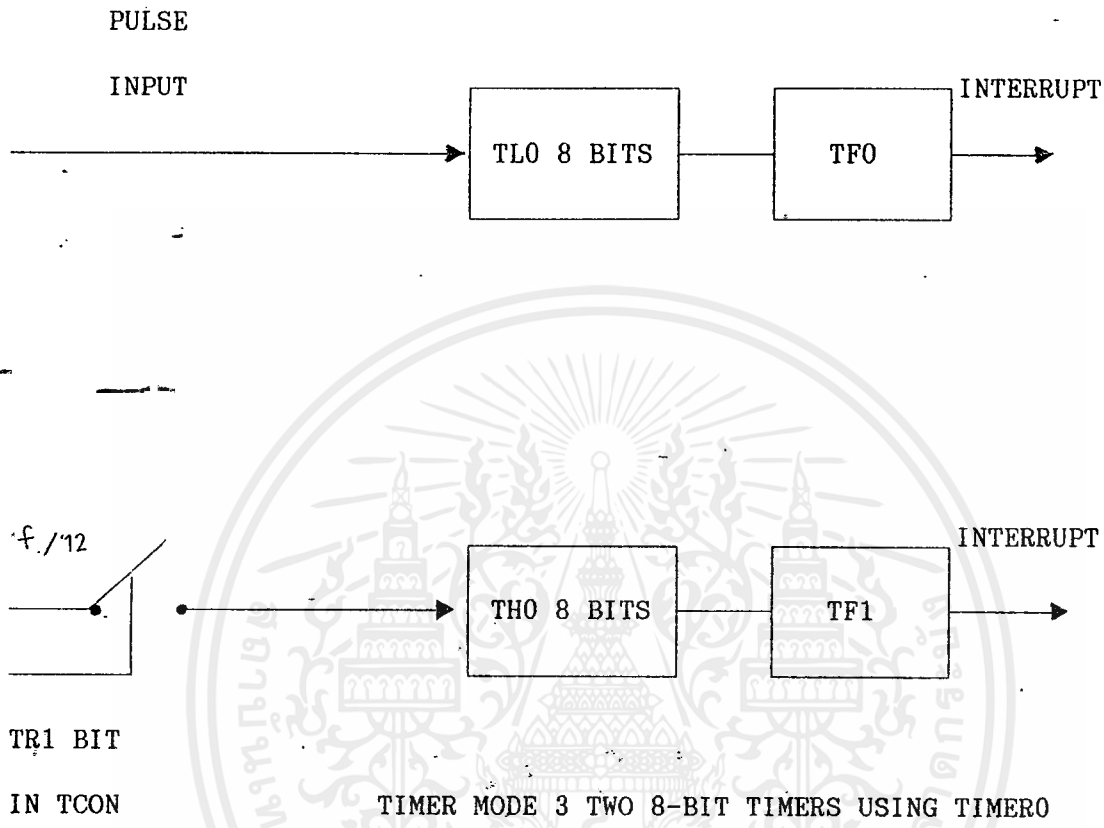
TMOD Timer/Counter Mode Register

TCON Timer/Counter Control Register

IE Interrupt Enable Register

IP Interrupt Priority Register

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TIMER MODE 3 TWO 8-BIT TIMERS USING TIMER0

การใช้งานไทเมอร์

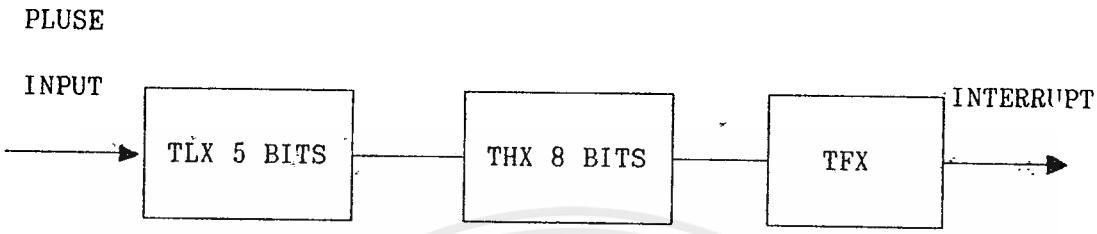
ไทเมอร์ภายใน 8031 ใช้รีจิสเตอร์ขนาด 16 บิท แต่ในการใช้อาจใช้แบบ 8 บิท,13 บิทหรือ 16 บิท ก็ได้ (ดูตามไดอะแกรม) เพื่อให้ขั้นตอนในการกำหนดการทำงานของไทเมอร์ง่ายและชัดเจนขึ้น จึงขอกล่าวเป็นขั้นตอนดังนี้

1. เลือกแบบการทำงานของไทเมอร์จากไดอะแกรมรูปที่ 2

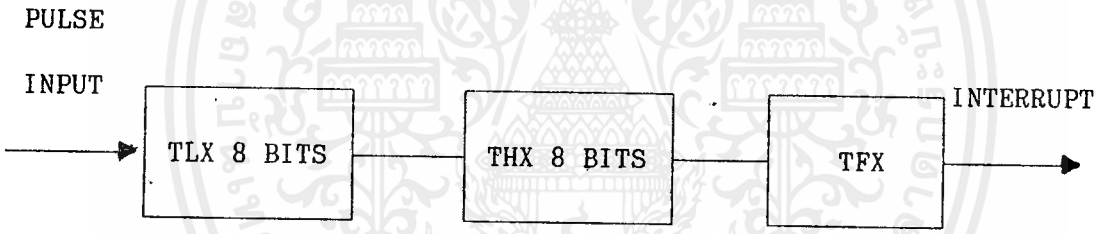
2. จากโหมดของไทเมอร์ เลือกค่า control code จากตาราง ถ้าไทเมอร์ถูกควบคุมการทำงาน/หยุดด้วยโปรแกรมภายในไมโครโปรเซสเซอร์ ให้เลือกค่าในช่อง internal control และถ้าควบคุมการทำงาน/หยุดด้วยขา INT0/1 จากภายนอกไมโครโปรเซสเซอร์ ให้เลือกค่าในช่อง external control ค่าที่ได้จะถูกกำหนดให้กับรีจิสเตอร์ TMOD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

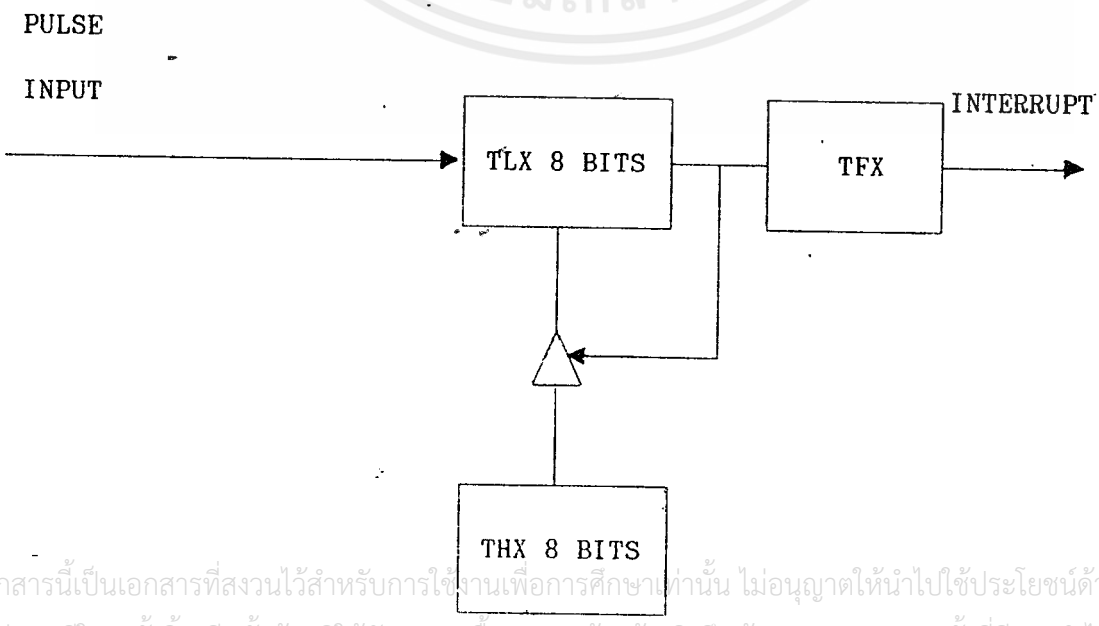
การทำงานของไทเมอร์และเคาน์เตอร์ในโหมดต่างๆ



TIMER MODE 0 13-BIT TIMER/COUNTER



TIMER MODE 1 16-BIT TIMER/COUNTER



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMER MODE 2 AUTO-RELOAD OF TL FROM TH

MODE	TIMER0 FUNCTION	TMOD	
		INTERNAL CONTROL	EXTERNAL CONTROL
0	13-bit Timer	00H	08H
1	16-bit Timer	01H	09H
2	8-bit Auto-Reload	02H	0AH
3	two 8-bit Timers	03H	0BH

MODE	TIMER1 FUNCTION	TMOD	
		INTERNAL CONTROL	EXTERNAL CONTROL
0	13-bit Timer	00H	08H
1	16-bit Timer	01H	09H
2	8-bit Auto-Reload	02H	0AH
3	dose not run	03H	0BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

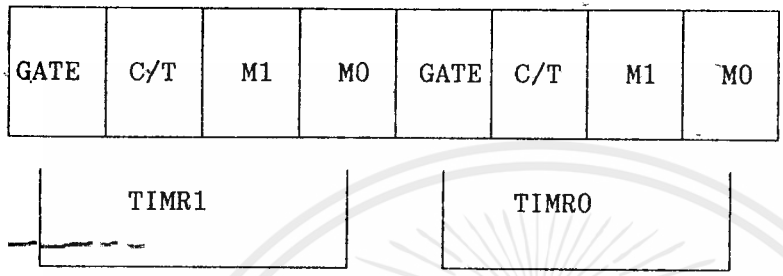
MODE	COUNTER0 FUNCTION	TMOD	
		INTERNAL CONTROL	EXTERNAL CONTROL
0	13-bit Timer	04H	0CH
1	16-bit Timer	05H	0DH
2	8-bit Auto-Reload	06H	0EH
3	one 8-bit Counter	07H	0FH

MODE	COUNTER1 FUNCTION	TMOD	
		INTERNAL CONTROL	EXTERNAL CONTROL
0	13-bit Timer	40H	C0H
1	16-bit Timer	50H	D0H
2	8-bit Auto-Reload	60H	E0H
3	not avilable	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ TMOD นี้ใช้กับ TIMER0 และ TIMER1 ด้วยรายละเอียดของแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ TMOD มีดังนี้

TMOD: TIMER/COUNTER MODE CONTROL REGISTER. NOT BIT ADDRESSABLE:



GATE จะควบคุมให้ไทเมอร์ทำงานหรือหยุด (ให้ดูไดอะแกรมข้างล่างประกอบ) จะเห็นว่าการควบคุมทำได้ 2 แบบคือ การทำให้บิท GATE=0 เป็นการควบคุมภายใน ไมโครโปรเซสเซอร์ โดยโปรแกรม หรือการควบคุมจากภายนอกด้วยขา INT 0/1 = 1 ในขณะที่บิท GATE = 1 การควบคุมทั้ง 2 แบบจะมีผลเมื่อบิท TR0/1 ในรีจิสเตอร์ TCON เป็น 1 ด้วย

C/T เลือกเป็นเคาน์เตอร์ หรือไทเมอร์ M1,M0 โหมดการทำงานของไทเมอร์หรือเคาน์เตอร์

3. กำหนดการอินเทอรัพท์ ในรีจิสเตอร์ IE โดยถ้าให้มีการอินเทอรัพท์ บิท EA (IE7) จะต้องเป็น 1 เสมอ และบิทอื่นๆ จะเป็น 1 เมื่อต้องการให้อินเทอรัพท์แต่ละตัวไป

IE: INTERRUPT ENABLE REGISTER,BIT ADDRESSABLE

7	6	5	4	3	2	1	0
EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PX1 (IP.2) .....

PT0 (IP.1) TIMER 0 priority level

PX0 (IP.0) .....

5. กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับไทเมอร์/เคาน์เตอร์ (TH0,TL0,TH1 หรือ TL1)

6. เซ็ทบิท TCON.4 (หรือ TCON.6) เพื่อให้ไทเมอร์/เคาน์เตอร์เริ่มทำงาน

TCON และ TMOD Function Registers

7	6	5	4	3	2	1	0
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

TCON: THE TIMER CONTROL (TCON) SPECIAL FUNCTION REGISTER.BIT ADDRESSABLE

บิต	สัญญาณลักษณ์	หน้าที่การทำงาน
7	TF1	เป็นหนึ่งเมื่อเกิดการ OVERFLOW จาก TIMER1 และจะกลับเป็น 0 เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำโปรแกรมในอินเทอรัพท์เซอร์วิส รูทีน (INTERRUPT SERVICE ROUTIEN) ที่โปรแกรมตั้งอยู่ที่แอดเดรส 001Bh
6	TR1	เซ็ทให้เป็น 1 เมื่อให้ TIMER1 เริ่มทำงาน
5	TF0	เป็น 1 เมื่อเกิดการ OVERFLOW จาก TIMER0 และจะกลับเป็น 0 เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำโปรแกรมใน อินเทอรัพท์เซอร์วิสรูทีนที่ตั้งอยู่ที่แอดเดรส 000Bh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	สัญญาณลักษณ์	หน้าที่การทำงาน
4	TR0	เซ็ทเป็น 1 เมื่อให้ TIMER0 เริ่มทำงาน
3	IE1	เป็นแฟลกของการอินเทอรัพท์ 1 ภายนอก เซ็ทเป็น 1 เมื่อขอบขาลงของพลัวซ (PULS) และจะกลับเป็น 0 . เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำงานใน อินเทอรัพท์เซอร์วิสรูทีนที่โปรแกรมตั้งอยู่ที่แอดเดรสที่ 0013h
2	IT1	เป็นแฟลกของการควบคุมการอินเทอรัพท์ 1 ภายนอก เซ็ตเป็น 1 โดยโปรแกรมเพื่อเอนเอเบิ้ล (ENABLE) การอินเทอรัพท์ 1 ภายนอกโดยการถูกทริก (TRIG) ด้วยขอบขาลงของพลัวซ (PLUS) และถ้าเซ็ทเป็น 0 โดยโปรแกรมเพื่อ เอนเอเบิ้ล (ENABLE) สัญญาณที่ต่ำในการอินเทอรัพท์ภายนอก
1	IE0	เป็นแฟลกของการอินเทอรัพท์ 0 ภายนอกซึ่งจะถูกเซตเป็น 1 เมื่อขอบขาลงของสัญญาณเข้ามาที่ขาอินเทอรัพท์ 0 บนพอร์ท 3 ขา 2 และจะถูกเซตให้เป็น 0 เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำงานตามโปรแกรมในอินเทอรัพท์เซอร์วิสรูทีน ที่เอดเดรส 0003h

การใช้งานเคาน์เตอร์

เคาน์เตอร์เป็นรีจิสเตอร์ตัวเดียวกับไทเมอร์ แต่เรียกชื่อต่างกัน ลักษณะการทำงานคล้ายกันต่างกันตรงที่ ไทเมอร์เป็นการนับสัญญาณนาฬิกาภายในของตัวไมโครโปรเซสเซอร์เอง ส่วนเคาน์เตอร์เป็นการนับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกโดยให้สัญญาณที่ต้องการให้เคาน์เตอร์นับต่อเข้าที่ขา T0 และ T1(ขา 14 และ ขา 15) และก็ตั้งค่ารีจิสเตอร์แต่ละตัวที่เกี่ยวข้องตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว แต่เลือกใช้ตาราง เคาน์เตอร์แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้เห็นการทำงานของไทเมอร์และเคาน์เตอร์ให้ชัดเจนขึ้น ต่อไปนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมภาคส่งข้อมูล (เป็นตัวที่รับข้อมูลจากคีย์บอร์ด แล้วส่งข้อมูลที่ได้ไปยังเมนบอร์ด) โดยในโปรแกรมจะใช้เคาน์เตอร์ 0 เป็นตัวดักจับสัญญาณนาฬิกาเพื่อเป็นตัวทริกให้ ไมโครโปรเซสเซอร์ไปอ่านสัญญาณข้อมูลที่ส่งตามมาจากคีย์บอร์ด และใช้ไทเมอร์ 1 เป็นตัวกำหนดอัตราการส่งข้อมูลอนุกรมออกมาทางขา serial

โปรแกรมที่จะแสดงต่อไปนี้ เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมการตรวจจับสัญญาณข้อมูลจากคีย์บอร์ด โดยจะเป็นส่วนของการตั้งค่ารีจิสเตอร์ต่างๆ เพื่อกำหนดหน้าที่การใช้งานของไมโครคอนโทลเลอร์ 8031

```
;            TRMISSION DATA
;##### DETECT CLOCK TO RECEIVE DATA ####

        ORG 0000H
        JMP 200H
        ORG 200H
MAIN:   MOV SCON,#0CH       ; ตั้งค่าการส่งข้อมูลแบบอนุกรม โหมด 3
        MOV TMOD,#26H       ; ตั้งค่าเคาน์เตอร์ 0 ,ไทเมอร์ 1 ในโหมด 2
        MOV TL0,#0FFH       ; ตั้งค่าการนับ 1 ครั้งในการนับสัญญาณนาฬิกา
        MOV TH0,#0FFH       ; ตั้งค่าการโหลดค่า FFH มาไว้ที่ TL0
        MOV TL1,#0FDH       ; ตั้งค่าการกำหนดอัตารการส่งข้อมูล = 2.48KHz
        MOV TH1,#0FDH       ; ตั้งค่าการกำหนดอัตารการส่งข้อมูล = 2.48KHz
        MOV IE,#92H         ; ตั้งค่าการอินเทอรัพท์
```

โปรแกรมการตั้งค่าของโปรแกรมการตรวจจับสัญญาณข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การเลือกการโหมดการใช้งานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์ในการรับส่งข้อมูลในโครงงานคีย์บอร์ดไร้สาย

พอร์ทการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม(serial port)

พอร์ทอนุกรมใน 8031 สามารถทำงานได้แบบ Full Duplex คือสามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมๆกัน นอกจากนั้นยังมีบัฟเฟอร์(Buffer)สำหรับรับข้อมูล ทำให้สามารถรับข้อมูลไบท์ที่สองได้ก่อนที่ไบท์แรกที่รับเข้ามาแล้วจะถูกนำออกจากบัฟเฟอร์ กรณีที่ไบท์แรกยังไม่ถูกอ่านออกไปเมื่อการรับข้อมูลไบท์ที่สองสิ้นสุดลงข้อมูลจะเกิดการสูญหาย รีจีสเตอร์ที่เป็นบัฟเฟอร์ของพอร์ทอนุกรมคือ รีจีสเตอร์ SBUF ใน SFR จริงๆแล้วรีจีสเตอร์ SBUF สำหรับการรับและส่งข้อมูลนั้นแยกออกเป็นสองตัวคือ รีจีสเตอร์สำหรับส่งข้อมูล(Recive Register) และรีจีสเตอร์สำหรับรับข้อมูล (Transmit Register) ซึ่งมีตำแหน่งเดียวกันใน SFR (แอดเดรส ...)การเข้าถึงรีจีสเตอร์ตัวใดซีพียูจะรู้ได้เองโดยอัตโนมัติ การเขียนข้อมูลไปที่ SBUF คือการเขียนข้อมูลไปยัง Transmit Register การอ่านข้อมูลจาก SBUF คือการรับข้อมูลจาก Recive Register

การทำงานของพอร์ทอนุกรมใน 8051 แบ่งออกเป็น 4 โหมดคือ

โหมด 0 : การรับและส่งข้อมูลจะทำผ่านทางขา RXD เท่านั้นโดยขา TXD จะเป็นสัญญาณสำหรับเลื่อนข้อมูล(Shift Clock) ข้อมูลในการรับส่งมีขนาด 8 บิท การรับและส่งจะทำจากบิทต่ำ(LSB)ก่อน อัตราการส่งข้อมูล(BAUD RATE) กำหนดไว้ที่ 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ของระบบ

โหมด 1 : การทำงานของโหมดนี้ จะทำกับข้อมูลจำนวน 10 บิท โดยการส่งข้อมูลจะส่งผ่านทางขา TXD ส่วนการรับข้อมูลจะรับทางขา RXD ข้อมูล 10 บิทประกอบไปด้วย บิทเริ่มต้นจำนวน 1 บิทซึ่งจะมีค่าเป็น 0 เสมอ data bits จำนวน 8 บิทและstop bit จำนวน 1 บิท มีค่าเป็น 1 เสมอ เมื่อสิ้นสุดการรับข้อมูลค่าของ STOPBIT จะไปอยู่ในบิท RB8 ของ รีจีสเตอร์ SCON ค่าอัตราการส่งข้อมูล (BAUD Rate) ของการรับและส่งข้อมูลในโหมดนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้

โหมด 2 : มีการรับและส่งข้อมูลครั้งละ 11 บิท ข้อมูลถูกส่งผ่านทางขา TXD และรับเข้ามาทางขา RXD ข้อมูลทั้ง 11 บิทที่รับและส่งนั้นประกอบด้วย start bit ซึ่งเป็น 0 บิทที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจำนวน 8 บิตบวกบิตที่ 9 ที่เป็นบิตที่สามารถโปรแกรมได้ (Programmable Data Bit) และ stop bit ซึ่งเป็น 1

ในการส่งข้อมูล ข้อมูลบิทที่ 9 สามารถกำหนดให้เป็น 0 หรือ 1 ก็ได้ ซึ่งกำหนดโดยบิท TB8 ในรีจีสเตอร์ SCON ตัวอย่างเช่น เราสามารถใช้บิทที่ 9 เป็นตัวตรวจสอบพาริตี้ (parity bit) โดยการนำเอาบิท P ในรีจิสเตอร์ PSW ไปไว้ที่บิท TB8 ส่วนในการรับข้อมูล ข้อมูลบิทที่ 9 จะไปปรากฏในบิท RB8 ของรีจิสเตอร์ SCON ทำให้เราสามารถตรวจสอบพาริตี้ได้ Baud Rate ในการรับและส่งข้อมูลสามารถตั้งให้เป็น 1/32 หรือ 1/64 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้

โหมด 3 : มีการส่งข้อมูล 11 บิทผ่านขา TXD หรือรับผ่านขา RXD โดยมี 1 start bit (0) 8 data bits (LSB First) 1 Programmable 9th bit และ 1 stop bit (1) ซึ่งจะเห็นได้ว่าในโหมด 3 จะเหมือนกับโหมด 2 ทุกอย่าง เว้นเสียแต่ในโหมด 3 นี้สามารถเปลี่ยนแปลงค่า BAUD Rate ได้ ดังจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

การทำงานของ Serial Port ทั้ง 4 โหมดที่กล่าวมานี้ การส่งข้อมูลถูกทำให้เกิดขึ้นโดยคำสั่งใดๆ ที่ใช้ SBUF เป็น Destination Register ส่วนการรับข้อมูลถูกทำให้เกิดขึ้นในโหมด 0 โดยเงื่อนไข RI = 0 และ REN = 1 การรับข้อมูลถูกทำให้เกิดขึ้นในโหมดอื่นๆ โดยรับ start bit เข้ามา ถ้า REN = 1

ในโครงงานการทำคีย์บอร์ดไร้สายนี้ จะใช้ 1 เคาน์เตอร์, 2 ไทเมอร์ คือ 1 เคาน์เตอร์ไว้ตรวจจับสัญญาณข้อมูลที่ถูกส่งมาจากคีย์บอร์ด ซึ่งสัญญาณข้อมูลที่ส่งออกมาด้วยเป็นแบบอซิงโครนัส (ASYNCRONOUS) และใช้ 2 ไทเมอร์ในการรับ\ส่งข้อมูลระหว่างคีย์บอร์ดกับเมนบอร์ด จึงต้องมีการกำหนดอัตราที่เหมาะสมที่สุดในการรับ\ส่งข้อมูล เพราะถ้าอัตราในการรับ\ส่งข้อมูลไม่เหมาะสมแล้ว จะทำให้ความสามารถในการรับข้อมูลของเมนบอร์ดลดน้อยลง หรืออาจจะทำให้ไม่สามารถรับข้อมูลได้เลย เช่นในการทดลองหาความเร็วที่เหมาะสมในการรับ\ส่งข้อมูลของตัวรับและตัวส่งข้อมูลที่ทำขึ้นจะพบว่า ถ้าเขียนโปรแกรมให้อัตรารับส่งข้อมูลเกิน 2.48 KHz สัญญาณที่ออกมาจากตัวส่งเพี้ยนไป หรือถ้าเราให้อัตราการรับ\ส่งข้อมูลน้อยจนเกินไปจะทำให้การคีย์ข้อมูลที่คีย์บอร์ดทำได้ช้า หรือเกิดการทำงานบกพร่อง (HANG) ของโปรแกรม เพราะฉนั้นในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการเลือกโหมดและการคำนวณหาอัตราการรับ\ส่งข้อมูล เฉพาะที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมของโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคุณสมบัติ (CHRACTERISTIC) ของไมโครโปรเซสเซอร์ 8031 นี้ได้กำหนดให้มีรูปแบบการรับ\ส่งข้อมูลอยู่ 3 โหมด สำหรับในโครงงานนี้ได้ใช้การรับ\ส่งข้อมูลแบบโหมด 3 ซึ่งเป็นการรับ\ส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยมีจำนวนข้อมูล 9 บิต ซึ่งพอดีกับสัญญาณข้อมูลที่ส่งออกมาจากคีย์บอร์ด แต่ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมในโหมด 3 นี้จะมีบิตเริ่มต้น (START BIT) และบิตหยุด (STOP BIT) เพิ่มขึ้นมาด้วย ในการคำนวณหาอัตราการรับส่งข้อมูลในที่นี้จะคำนวณเป็นจำนวนบิตต่อ 1 วินาที (BAUD RATE)โดยสูตรการคำนวณเป็นดังนี้

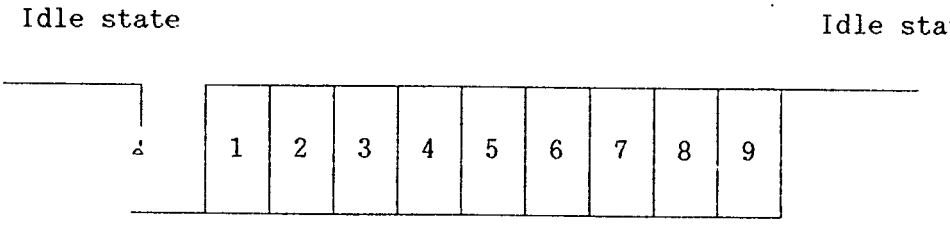
$$f_{baud} = \frac{2^{smod}}{32d} * \frac{\text{oscillator frequency}}{12d * [256d - (TH1)]}$$

โดย SMOD ซึ่งเป็นบิตควบคุม (CONTROL BIT) บิตหนึ่งใน PCON ซึ่งสามารถเป็น 0 และ 1

ต่อไปนี้เป็นการคำนวณอัตราการส่ง (BAUD RATE) ในโปรแกรมของโครงงานนี้ โดยคริสตอล ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้คือ 11.0592 MEGAHERTZ โดยให้มีค่าอัตราการส่งมาตราฐาน 9600 เฮริ์ต โดยการตั้งค่า TH1 ดังนี้

$$TH1 = 256 - \left(\frac{2^0 * 11.0592 * 10^6}{32d} \right) \Big/ \left(12 * 9600d \right)$$

$$= 253.0000d = 0FDh$$



รูปแบบการส่งข้อมูลแบบอนุกรมของไมโครโปรเซสเซอร์ 8031

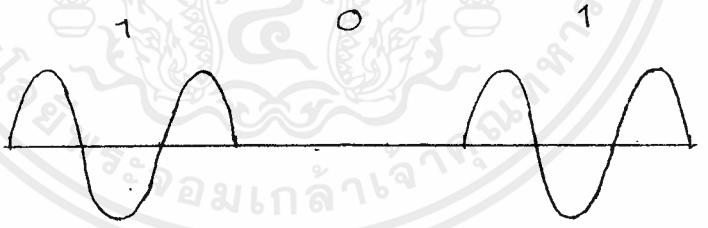
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ดิจิตอลโมดูเลชั่น

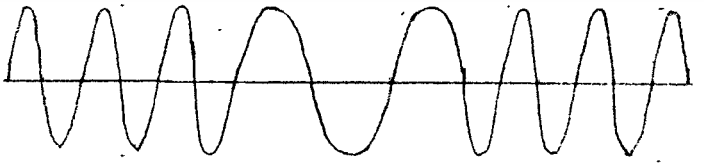
ปัจจุบันการสื่อสารนิยมใช้ดิจิตอลโมดูเลชั่นมากขึ้นเพราะระบบดิจิตอลโมดูเลชั่นมีความเชื่อถือสูงและมีราคาถูกลง การโมดูเลทตัวพาด้วยข่าวสารดิจิตอลนี้ทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่นการเปลี่ยนแปลงขนาด,ความถี่ และเฟสของตัวพา

รูปที่ 4.1 แสดงรูปคลื่นของดิจิตอลโมดูเลชั่นวิธีต่างๆที่ใช้ในการส่งข่าวสารไบนารี่ผ่านช่องสื่อสาร ซึ่งโดยมากจะมีการตอบสนองไม่ดีบริเวณความถี่ใกล้ศูนย์ จึงคำนึงได้ว่าเป็นช่องความถี่ผ่านแคบ ในรูปที่ 4.1 (ก) สัญญาณดิจิตอล 1 และ 0 จะสวิตช์ขนาดของตัวพาให้มีค่า 2 ค่า คือ เปิดและปิด รูปคลื่นที่ประกอบด้วยพัลซ์เปิดหรือมาร์ค (mark) จะแทนเลขไบนารี่ "1" และพัลซ์ปิดหรือสเปส (space) จะแทนเลขไบนารี่ "0" ดิจิตอลโมดูเลชั่นเรียกว่าแอมพลิดจูดชิพคีย์อิ่ง (Amplitude Shift keying หรือ ASK) รูปที่ 4.1 (ข) แสดงรูปคลื่นของฟรีเควนซี่ชิพคีย์อิ่ง (Frequency Shift Keying หรือ FSK) ที่มีการเปลี่ยนความถี่ของตัวพาระหว่าง 2 ความถี่ ตามสัญญาณดิจิตอล 1 และ 0 สัญญาณมาร์คที่มีความถี่สูงจะแทนพัลส์ 1 และสัญญาณเสปสที่มีความถี่ต่ำจะแทนด้วยพลัส์ 0 ส่วนรูปที่ 4.1 (ค) แสดงรูปคลื่นของเฟสชิพคีย์อิ่ง (Phase Shift Keying หรือ FSK) ที่มีการเปลี่ยนเฟสตัวพาระหว่าง 2 เฟส คือ 0 องศา และ 180 องศา ตามสัญญาณดิจิตอล 1 และ 0 มีข้อสังเกตว่าในกรณีของเอฟเอสเค และพีเอสเค ขนาดของตัวพามีค่าคงที่เสมอ และรูปคลื่นที่ถูกโมดูเลทแล้วของดิจิตอลโมดูเลชั่นทั้ง 3 วิธี มีค่าต่อเนื่องทุกเวลา

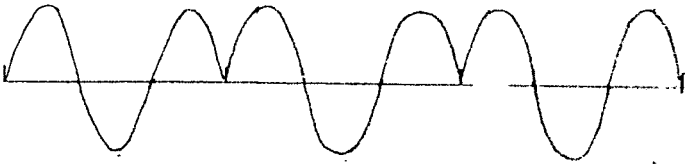
ก.) ASK



ข.) FSK



ค.)PSK



รูปที่ 4.1 รูปคลื่นของดิจิตอลโมดูเลชั่นที่ใช้ในการส่งข้อมูลไบนารี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะแสดงสมการโดยสังเขปของระบบ เอฟเอสเค เท่านั้น

เอฟเอสเค

การจัดสัญญาณเอฟเอสเค

สัญญาณเอฟเอสเคเป็นสัญญาณดิจิตอลที่ความถี่เปลี่ยนแปลงตามขนาดของสัญญาณเบสแบนด์ โดยทั่วไปมักใช้ในการส่งข้อมูลที่อัตราความเร็วต่ำและนิยมใช้เอสเอฟเคชนิด 2 ความถี่เท่านั้น เพราะสามารถกำเนิดและรับได้ง่าย ทำให้มีราคาถูก

$S_1(t) = A \cos(w_c+w_d)t$ สำหรับสัญญาณมาร์ค

$0<t<T$

$S_2(t) = A \cos(w_c-w_d)t$ สำหรับสัญญาณเบส

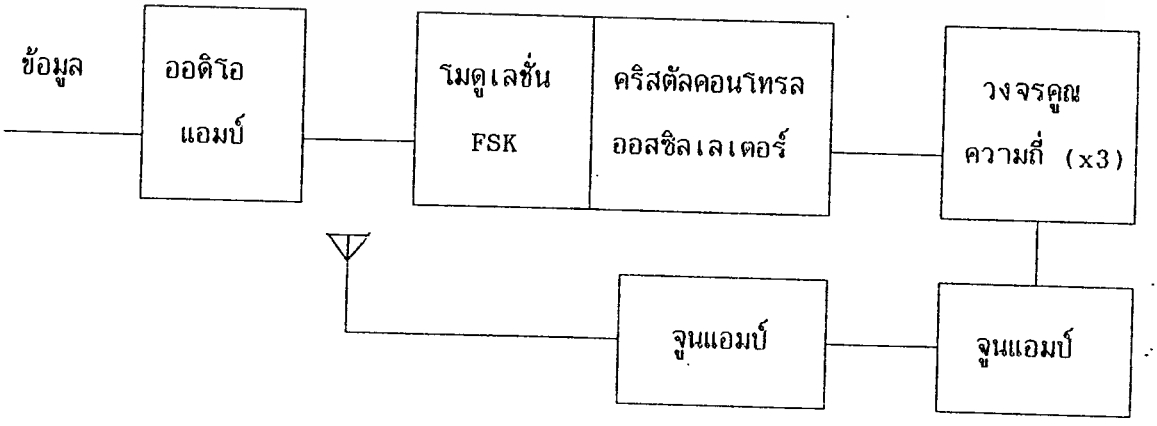
ในที่นี้ w_d คือ ความถี่เบี่ยงเบน

จะเห็นได้ว่าสัญญาณมาร์คมีความถี่ $w_1 = w_c+w_d$ และสัญญาณสเปสมีความถี่ $w_2 = w_c-w_d$ สัญญาณ**เอฟเอสเค** จึงเป็นสัญญาณดิจิตอลที่กำเนิดได้ง่ายโดยการสวิตช์ไปมาของความถี่ w_1 และ w_2

เครื่องส่งวิทยุความถี่ 49.7 MHz

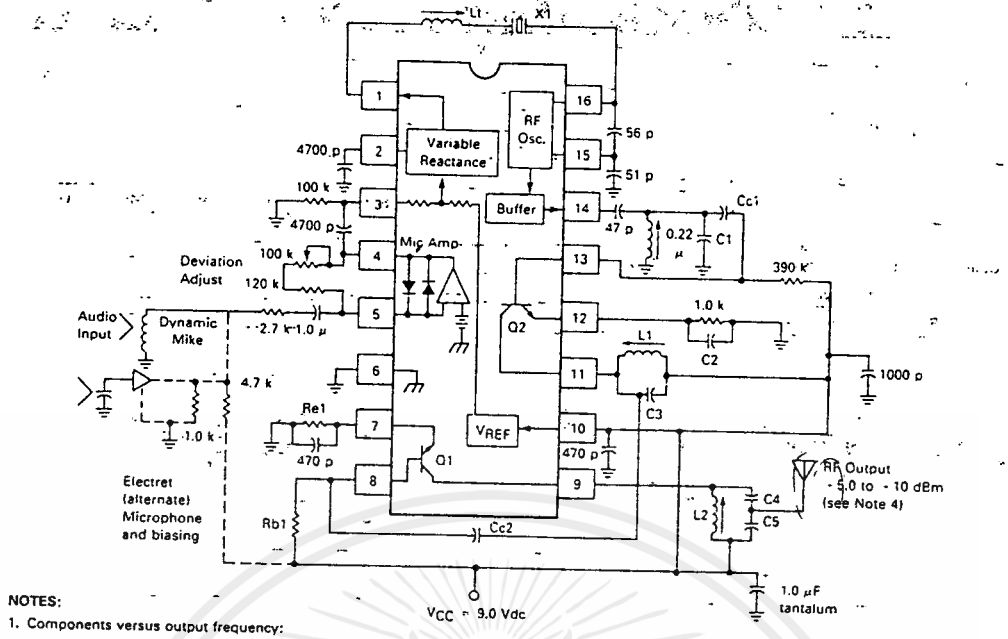
โดยใช้หลักการดิจิตอลโมดูเลชั่นแบบ **เอฟ เอส เค** ที่กล่าวถึงในขั้นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าเครื่องส่งแบบ **เอฟเอ็ม** เมื่อนำมาส่งสัญญาณดิจิตอลสัญญาณที่ถูกโมดูเลตแล้วก็คือการส่งแบบ เอฟ เอส เค นั่นเอง เนื่องจากการส่งแบบเอฟเอ็ม ความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามระดับแอมปลิจูดของสัญญาณเบสแบนด์ แต่สัญญาณเบสแบนด์เป็นสัญญาณดิจิตอลซึ่งมีเพียง 2 ระดับคือ 1,0 ทำให้ความถี่ของคลื่นพาหะมีเพียง 2 ความถี่

ต่อไปจะขอกล่าวถึงบล็อกไดอะแกรมคร่าวๆของวงจรเครื่องส่งวิทยุที่ใช้ในโครงงานนี้ ดังแสดงในรูปที่



รูปแสดงบล็อกไดอะแกรมคร่าวๆของวงจรเครื่องส่งวิทยุที่ใช้ในโครงงานและสามารถเขียนวงจรของบล็อกไดอะแกรมต่างๆได้ดังรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NOTES:

1. Components versus output frequency:

Output RF	X1 (MHz)	Lt (μH)	L1 (μH)	L2 (μH)	Re1	Rb1	Cc1	Cc2	C1	C2	C3	C4	C5
49.7 MHz	16.5667	3.3–4.7	0.22	0.22	330	390 k	33 p	33 p	33 p	470 p	33 p	47 p	220 p
76 MHz	12.6	5.1	0.22	0.22	150	300 k	68 p	10 p	68 p	470 p	12 p	20 p	120 p
144.6 MHz	12.05	5.6	0.15	0.10	150	220 k	47 p	10 p	68 p	1000 p	18 p	12 p	33 p

รูปแสดงวงจรที่ใช้ในโครงงาน

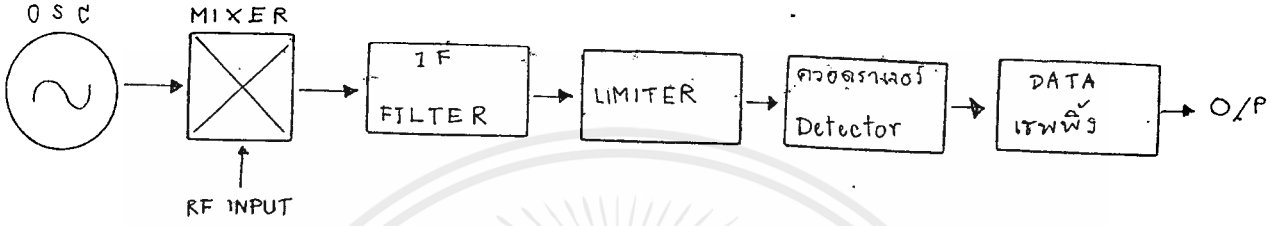
ซึ่งจากวงจรจะเห็นได้ว่าเป็นวงจรเครื่องส่ง เอฟ เอ็ม พื้นฐานนั่นเอง โดยสัญญาณข้อมูลที่เข้ามาจะผ่านวงจรขยายสัญญาณย่านความถี่เสียง เพื่อขยายสัญญาณให้มีขนาดพอเหมาะที่จะไปทำการโมดูเลชั่นต่อไปในส่วนของการโมดูเลชั่นก็ใช้คริสตอลคอนโทรลออสซิลเลเตอร์ความถี่ 16.557 MHz แล้วเข้าสู่วงจรคูณสาม ซึ่งความถี่ที่ออกมาจากวงจรคูณสามจะเป็น 49.7 MHz วงจรคูณสามที่ใช้เป็นวงจรแบบ LC เนทเวอร์ค ซึ่งเป็นวงจรแมทชิ่งเนทเวอร์คแบบพายด้วย ทำให้สัญญาณที่ออกมาไม่ถูกลดทอนมากนัก หลังจากนั้นจะเข้าสู่วงจรจูนแอมป์ 2 ตัว โดยจูนที่ความถี่ 49.7 MHz แล้วจึงส่งออกอากาศต่อไป โดยรูปแสดงวงจรที่ใช้งานจริงรวมทั้งค่าอุปกรณ์ที่ใช้จะได้แสดงอยู่ในหน้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรับวิทยุ เอฟ เอส เค

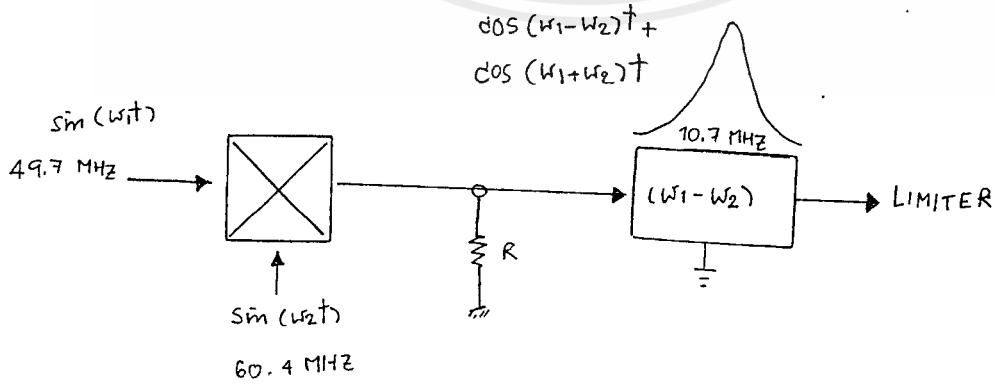
(FSK Receive)

ในส่วนของวงจรเครื่องรับวิทยุ เอฟ เอส เค มีหลักการทำงานโดยเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมคร่าวๆ ได้ดังนี้



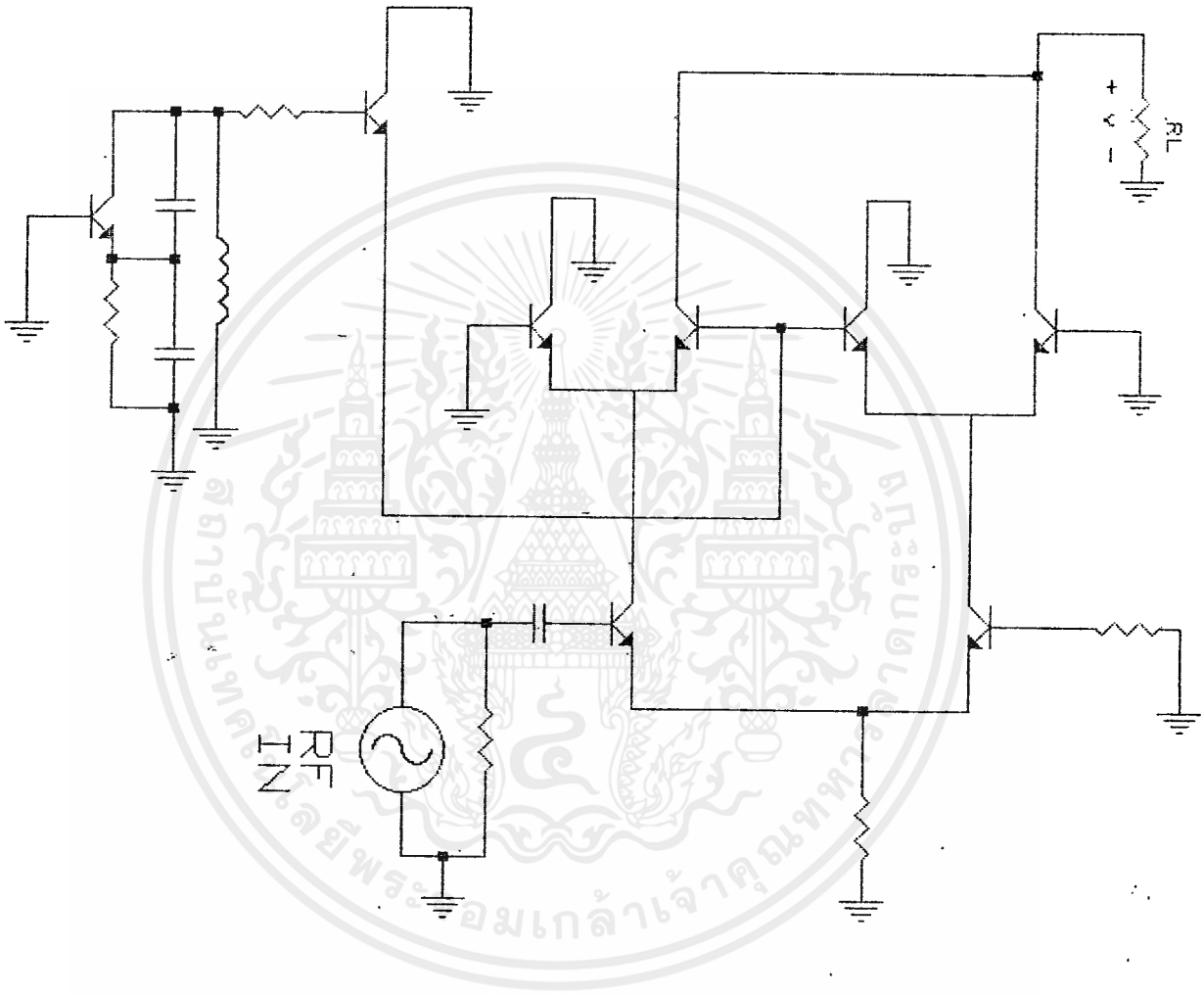
รูปที่ 4.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรเครื่องรับเอฟเอสเค

ส่วนโลคัลออสซิลเลเตอร์จะสร้างสัญญาณความถี่ 100.4 เมกะเฮิรตซ์ เพื่อมาคูณกับสัญญาณอินพุทความถี่ 49.7 เมกะเฮิรตซ์ ในวงจรมิกเซอร์ซึ่งเป็นวงจรแบบกิลเบอร์ต มัลติพลายเออร์ และผ่านเซรามิกฟิลเตอร์ ในส่วน IF ฟิลเตอร์เพื่อครองความถี่ IF 10.7 เมกะเฮิรตซ์ ออกมาใช้งานซึ่งมีประโยชน์ในการออกแบบวงจรเพราะไม่ว่า อินพุทหรือเอาท์พุทจะเป็นความถี่ใด แต่ความถี่ที่ออกจาก IF ฟิลเตอร์ก็จะเป็น 10.7 เมกะเฮิรตซ์ ตลอดโดยการจูนความถี่ของโลคัลออสซิลเลเตอร์เท่านั้น ซึ่งวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นแบบคอพิส ออสซิลเลเตอร์



รูปที่ 4.3 แสดงการได้มาซึ่ง ความถี่ IF

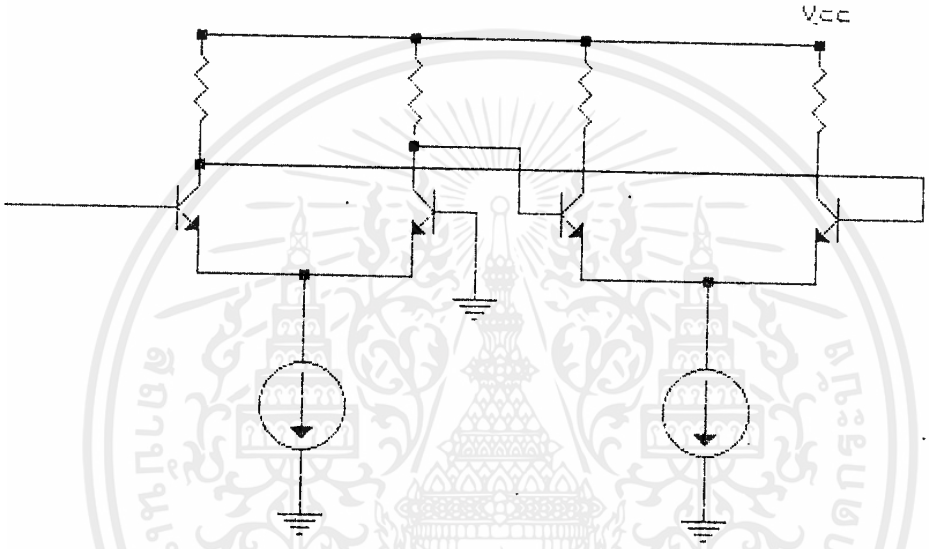
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงวงจรไลดัสออสซิลเลเตอร์ และวงจรมิกเซอร์ที่ใช้ในโครงงานโดยพิจารณาที่สัญญาณระดับต่ำและความถี่ต่ำ (Small signal model)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

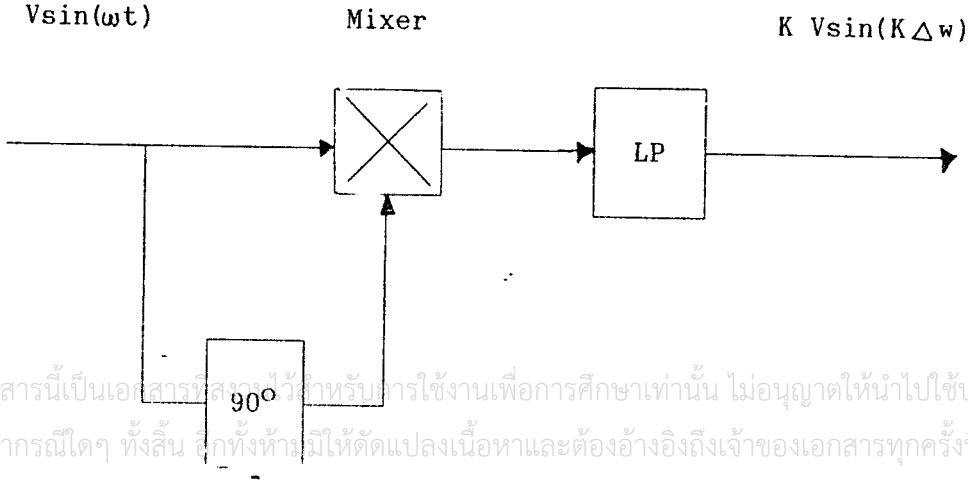
เมื่อได้ความถี่ IF แล้วจะผ่านเข้าสู่วงจรลิมิตเตอร์ เพื่อตัดสัญญาณรบกวนที่มักจะขี่มากับยอดคลื่น และนี่คือ**ข้อดีของการมอดูเลชั่นแบบ เอฟ เอ็ม** อีกข้อหนึ่งคือ **สามารถตัดสัญญาณรบกวนได้** เพราะข้อมูลอยู่ที่ความถี่ของสัญญาณดังนั้นการตัดยอดของสัญญาณซึ่งไม่มีผลต่อข้อมูล ในวงจรลิมิตเตอร์ที่ใช้จะเป็นวงจรดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์หลายๆภาคต่อกัน โดยการขยายสัญญาณจนกระทั่งสัญญาณถูกขลิบ ซึ่งมีประโยชน์ในการลดผลของสัญญาณคอมมอนโหมดได้ด้วย แล้วจึงนำสัญญาณเข้าสู่ **วงจรควอดราเจอร์ ดีเทกเตอร์** ต่อไป



รูปที่ 4.5 แสดงวงจรลิมิตเตอร์

ควอดราเจอร์ดีเทกเตอร์(Quadrature Detectors)

จุดเด่นของวงจรเครื่องรับ เอฟ เอส เค ที่ใช้ในโครงงานนี้คือส่วนดีเทกเตอร์ซึ่งเรียกว่า ควอดราเจอร์ดีเทกเตอร์ ซึ่งได้แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานไว้ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบล็อกไดอะแกรมสามารถแสดงการทำงานโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงเฟสของสัญญาณที่ออกมาจากวงจรเฟสชิพ 90^{o} ซึ่งเป็นวงจรแบบ LC เนทเวอร์ค ซึ่งแทนด้วย $\triangle\theta$ จะเป็นไปตามสมการข้างล่างนี้

$$\triangle\theta = \pi/2 - K(w-w_0) = \pi/2 - K\triangle w \quad ; \; w = \text{ความถี่ขณะโดยขณะหนึ่ง}$$

w_0 = ค่าความถี่กลาง

เพราะฉะนั้นสัญญาณที่ออกมาจากวงจรเฟสชิพ 90^{o} จะเท่ากับ

$$V\sin(wt+\pi/2-K\triangle w) = V\cos(wt-K\triangle w)$$

จึงมี 2 สัญญาณที่เข้าสู่มิกเซอร์คือ (1) $V\sin(wt)$

(2) $V\cos(wt-k\triangle w)$

สัญญาณที่ออกมาจากมิกเซอร์โดยใช้ทฤษฎีทางตรีโกณมิติจะได้เป็น

$$KV\{\sin(k\triangle w)+\sin(2wt-k\triangle w)\}$$

ซึ่งเมื่อผ่านโลพาสฟิลเตอร์จะเหลือเพียงสัญญาณ $k_0 V\sin(k\triangle w)$ โดยที่ $k\triangle w$ มีค่าน้อยมาก

จะได้ว่า $K_0 V\sin(k\triangle w)$ ประมาณเท่ากับ $k\triangle w k_0 v$

นั้นก็คือ $\triangle v$ แปรผันตาม $\triangle w$ นั่นเอง

เมื่อได้สัญญาณที่ออกมาจากควอดราเจอร์ดีเทกเตอร์แล้วแต่สัญญาณยังเป็นสัญญาณที่ไม่สมบูรณ์ ต้องนำมาปรับรูปสัญญาณโดยวงจร**ดาต้า เชพปิ้ง คอมพาราเตอร์** ต่อไป

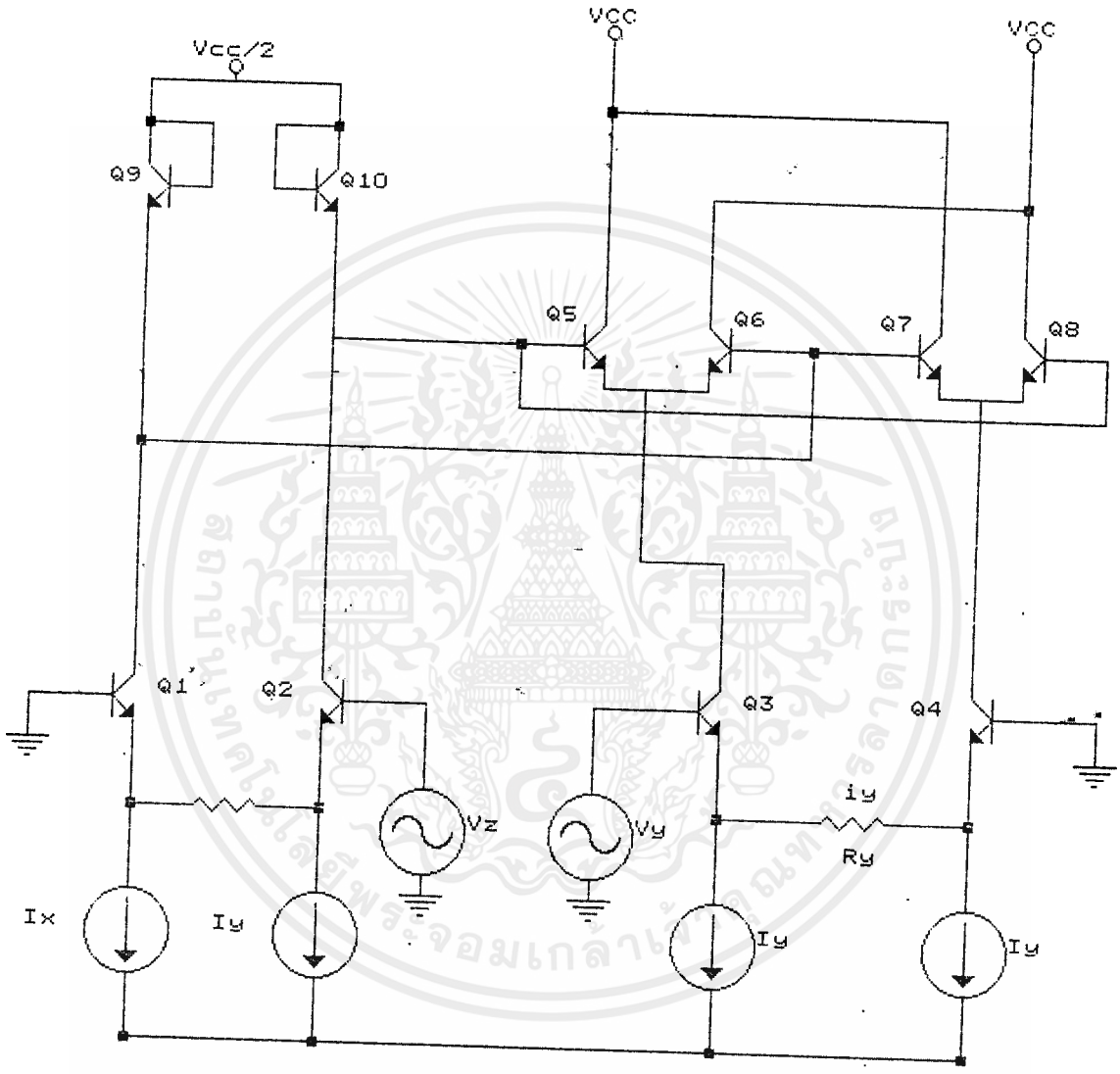
ทฤษฎีของวงจรคูณสัญญาณ (Multipliers)

ต่อไปจะกล่าวถึงวงจรในส่วนของมิกเซอร์ซึ่งเป็นวงจรคูณสัญญาณแบบกิลเบิร์ค **มัลติพายเออร์** เป็น 4 ควอแดรน กล่าวคือ อินพุทโวลเตจ V_x และ V_y ที่จะคูณกันจะมีเครื่องหมายเป็นได้ทั้งแบบ ++,+-,-+,-- ทั้ง 4 กรณี นั้นคือทั้ง V_x และ V_y จะเป็นสัญญาณแบบใดก็ได้หรืออาจจะเป็นสัญญาณ AC ที่มีความถี่ไม่เท่ากันก็ได้เป็นต้น

วงจรพื้นฐาน

เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์และเพื่อจะได้เห็นหลักการพื้นฐานของการทำงานของวงจรอย่างแท้จริง เราจะสมมติว่าทรานซิสเตอร์ทุกตัวมีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ และมีค่าเบต้าสูงเป็นอนันต์ ส่วนเอาท์พุทรีซิสแตนท์ของเคอเรนซอร์ส (CURRENT SOURCE) ทุกตัวจะมีค่าสูงเป็นอนันต์เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงวงจรคูณสัญญาณแบบ 4 ควอแดรนต์แบบพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป $i_X = v_X/R_X$ และ $i_y = v_y/R_y$

โดยสมมติว่า v_X และ v_y เป็นสัญญาณ AC ใดๆ 2 สัญญาณซึ่งมักจะมีความถี่และระดับไม่เท่ากัน และเราจะให้กระแสไบอัสของดิฟแอมป์ Q_5,Q_6 และ Q_7,Q_8 เท่ากับ

$$I_y^+ = I_y + i_y$$

และ

$$I_y^- = I_y - i_y$$

ส่วนกระแสที่ไหลผ่านไดโอด Q_9,Q_{10} จะเท่ากับ (I_X-i_X) และ (I_X+i_X) ตามลำดับ ดังนั้นโวลเตจ ณ.จุดอีมิตเตอร์ของ Q_9 จะสูงกว่าจุดอีมิตเตอร์ของ Q_{10} ทำให้เกิดกระแส i_0^+ และ i_0^-

และจะได้ว่า $V_{BE1} - V_{BE10} = V_{BE6} - V_{BE5} = V_{BE7} - V_{BE8}$

หรือ $V_T \ln \{I_X-i_X/I_X+i_X\} = V_T \ln\{I_y^+/2 + i_0^+\}/\{I_y^+/2+i_0^+\}$

และ $V_T \ln \{I_X-i_X/I_X+i_X\} = V_T \ln\{I_y^-/2 + i_0^-\}/\{I_y^-/2+i_0^-\}$

และเราจะเขียนได้ว่า

$$i_0^+ = (I_y^+/2I_X)i_X \ , \ i_0^- = (I_y^-/2I_X)i_X$$

และกระแสเอาท์พุททั้งสองจะได้เท่ากับ

$$I_{01} = \{(I_y^+ + I_y^-)/2\} - i_0^+ + i_0^-$$

$$I_{02} = \{(I_y^+ + I_y^-)/2\} + i_0^+ - i_0^-$$

ซึ่งถ้าเราให้กระแสเอาท์พุทรวมเท่ากับผลลบของ I_{01} และ I_{02} เราจะได้

$$i_z = I_{02} - I_{01} = 2(i_0^+ - i_0^-)$$

จะได้

$$i_z = (2/I_X)i_X i_y$$

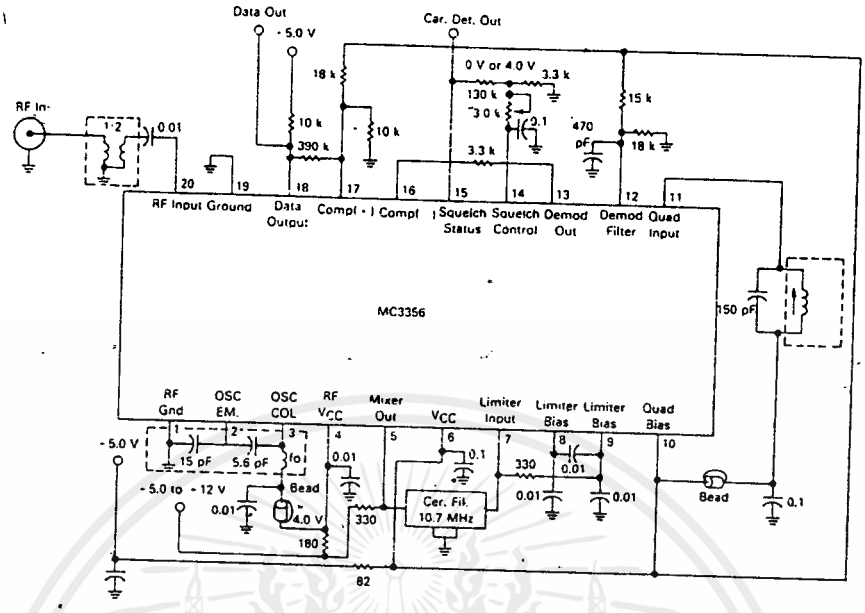
แทนค่า i_X,i_y จากสมการที่กล่าวในตอนแรกจะได้

$$i_z = \{2/I_X R_X R_y\}v_X v_y$$

และเมื่อเปลี่ยนกระแสเป็นโวลเตจจะได้

$$v_z = (2R_z/I_X R_X R_y)v_X v_y$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรเครื่องรับ เอฟ เอส เค ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าสัญญาณเอาท์พุทที่ออกจากเครื่องรับวิทยุ เอฟ เอส เค นั้นมีลักษณะเหมือนกับสัญญาณอนุกรมที่ออกจาก MCS-31 ก่อนจะมอดูเลต แต่เมื่อต่อเอาท์พุทของเครื่องรับ เอฟ เอส เค เข้ากับ MCS-31 ตัวรับที่จะแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณนาฬิกา และ สัญญาณข้อมูล เกิดปัญหาขึ้นคือ เกิดการรบกวนกันระหว่างภาครับ เอฟ เอส เค และ เกิดการออสซิลเลตสัญญาณอื่นออกมาซึ่งเป็นผลให้ MCS-31 ตัวรับ ทำให้สัญญาณเอาท์พุทของเครื่องรับ เอฟ เอส เค เกิดการออสซิลเลตสัญญาณอื่นออกมา ซึ่งเป็นผลให้ MCS-31 ตัวรับไปโหลดดิ่ง และพยายามแก้ด้วยวิธีต่างๆ แต่ก็ไม่ประสบความสำเร็จ

สำหรับผู้ที่สนใจโครงงานนี้ผู้เขียนคิดว่าในส่วนของปัญหาที่เกิดขึ้นถ้าแก้โดยใส่วงจรออปโตไอโซเลตเตอร์ เพื่อแยกการต่อกันโดยตรงของส่วนที่เกิดปัญหาน่าจะสามารถแก้ปัญหาตรงจุดนั้นได้ และสามารถนำโครงงานนี้มาใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น

โครงงานคีย์บอร์ดไร้สายนี้เป็นโครงงานที่ต้องเสียเวลาในการหาข้อมูลต่างๆเป็นอย่างมาก เพราะข้อมูลเกี่ยวกับคีย์บอร์ด เช่น สัญญาณต่างๆที่ออกมา,การติดต่อของคีย์บอร์ดกับเมนบอร์ดเป็นข้อมูลที่หายากและมีน้อยมาก ทำให้การทำงานต่างๆเกิดความล้าช้า ต้องเสียเวลาในการศึกษารวบรวมข้อมูล ทำให้มีเวลาน้อยมากในการทำงานจึงต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 เพื่อนำเวลามาใช้ในการพัฒนาโปรแกรม การพัฒนาโปรแกรมนี้ต้องนำสัญญาณที่วัดได้จากคีย์บอร์ดมาศึกษาเพื่อทำการเขียนโปรแกรม โดยต้องใช้สตอเรจสโคปเป็นตัววัดเก็บสัญญาณต่างๆออกมาทำการศึกษาเพื่อสร้างสัญญาณ ปัญหาที่เกิดขึ้นในการพัฒนาโปรแกรมคือการกำหนดอัตราเร็วของสัญญาณที่จะส่งให้เมนบอร์ด ต้องมีการเปลี่ยนค่าไปเรื่อยๆจนกว่าจะใกล้เคียงกับสัญญาณที่ออกมาจากคีย์บอร์ด ในส่วนของการส่งข้อมูลออกจากพอร์ตอนุกรม เมื่อสั่งให้ส่งค่าออกทางรีจิสเตอร์ SBUF แล้วต้องทำการหน่วงเวลาเพื่อรอให้ส่งค่าข้อมูลออกไป ก่อนที่จะให้โปรแกรมไปทำคำสั่งอื่น ในส่วนของภาคการส่งข้อมูลด้วยความถี่วิทยุ มีปัญหาเกี่ยวกับสายอากาศไม่แมทชิ่งกับวงจรด้านรับสัญญาณ ซึ่งวิธีแก้ต้องทำกราวด์เพลนรอบเสาอากาศ อีกประการหนึ่งก็คือการปรับแต่งการรับสัญญาณซึ่งแอลที่ใช้ในวงจรต้องพันให้มีค่าที่ถูกต้องและสามารถปรับได้โดยไม่ทำให้แอลหลวมหรือมีค่าไม่คงที่

การทำคีย์บอร์ดไร้สายนี้มีปัญหาในเรื่องข้อมูลและเครื่องมือวัดเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเครื่องมือวัด ไม่สามารถหาเครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพในการวัดสัญญาณต่างๆได้ เพราะสัญญาณที่ออกจากคีย์บอร์ดเป็นสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องกันตลอด และสัญญาณจากภาคความถี่วิทยุมีค่าความถี่มากยากแก่การตรวจจับอีกทั้งมีสัญญาณรบกวนในห้องทดลองด้วย

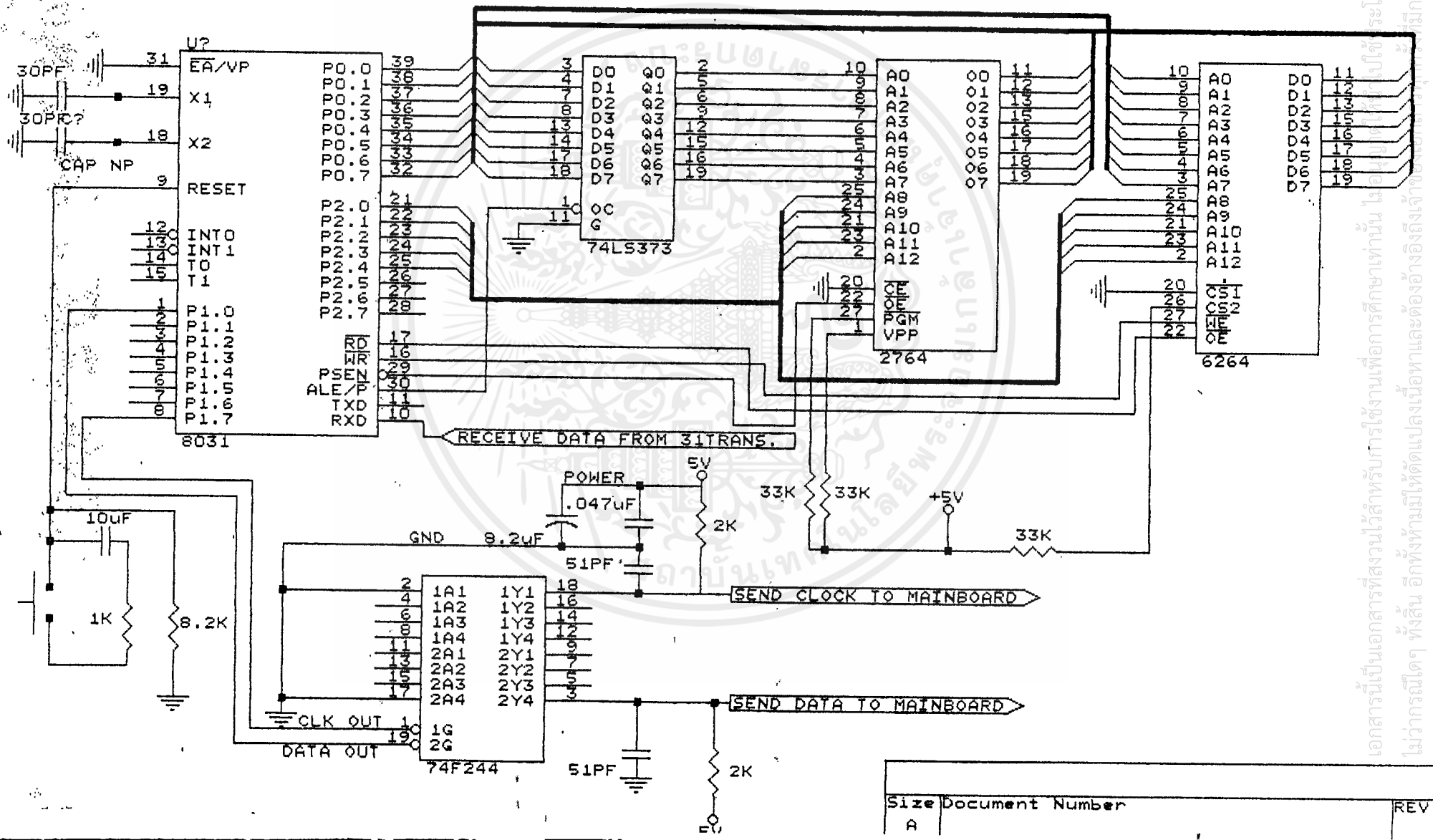
โครงงานนี้จะเป็นพื้นฐานสำหรับผู้สนใจในการส่งข้อมูลดิจิตอลแบบไร้สาย เป็นโครงงานที่เหมาะแก่การศึกษาการส่งสัญญาณที่ไม่ซับซ้อนนัก ซึ่งจะทำให้มองเห็นภาพการส่งข้อมูลอย่างอื่นอีกมาก โดยนำพื้นฐานความรู้ในโครงงานนี้ไปประยุกต์ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

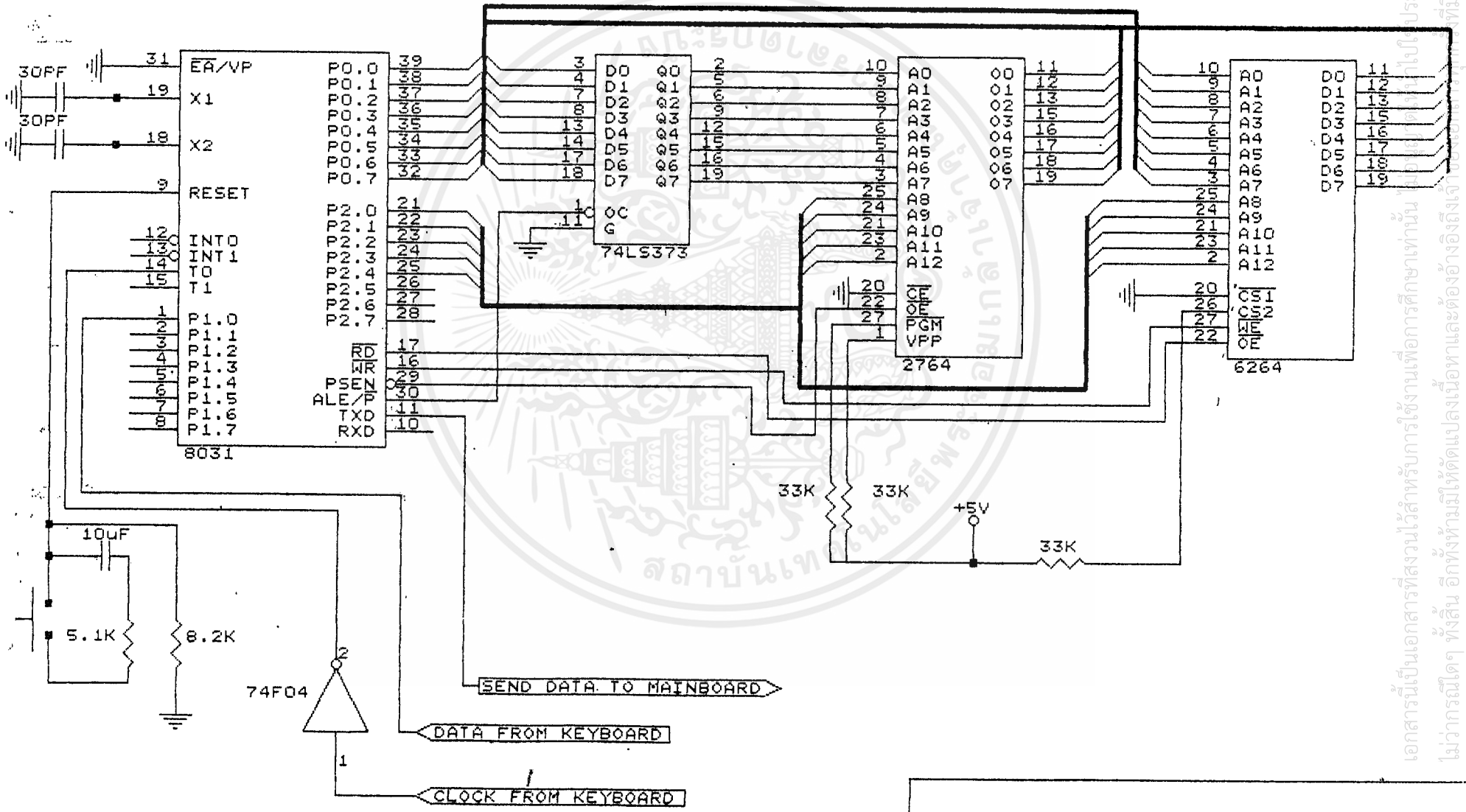
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA RECEIVER CIRCUIT

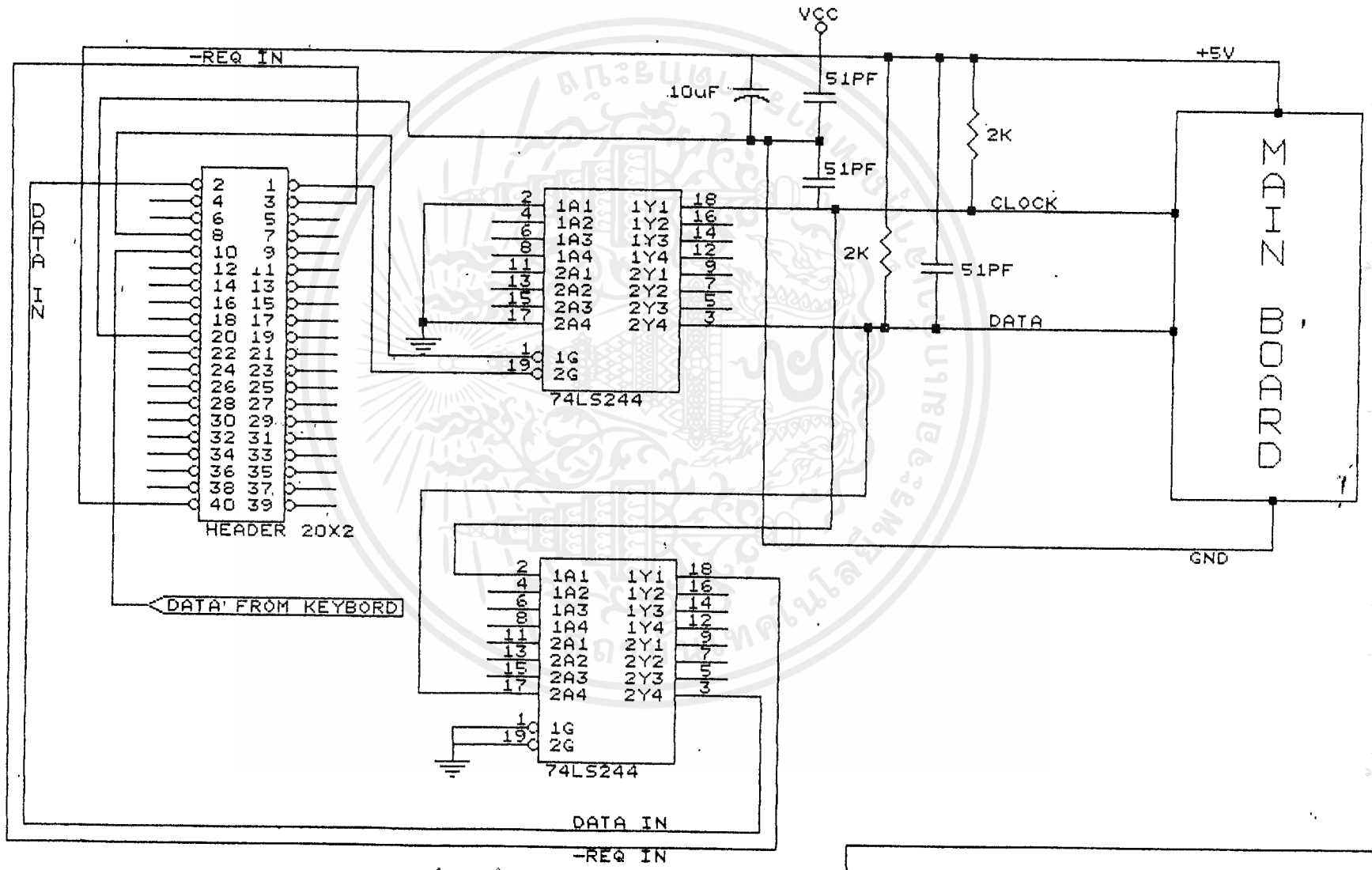


DATA TRANMISSION CIRCUIT



Size	Document Number	REV
A		

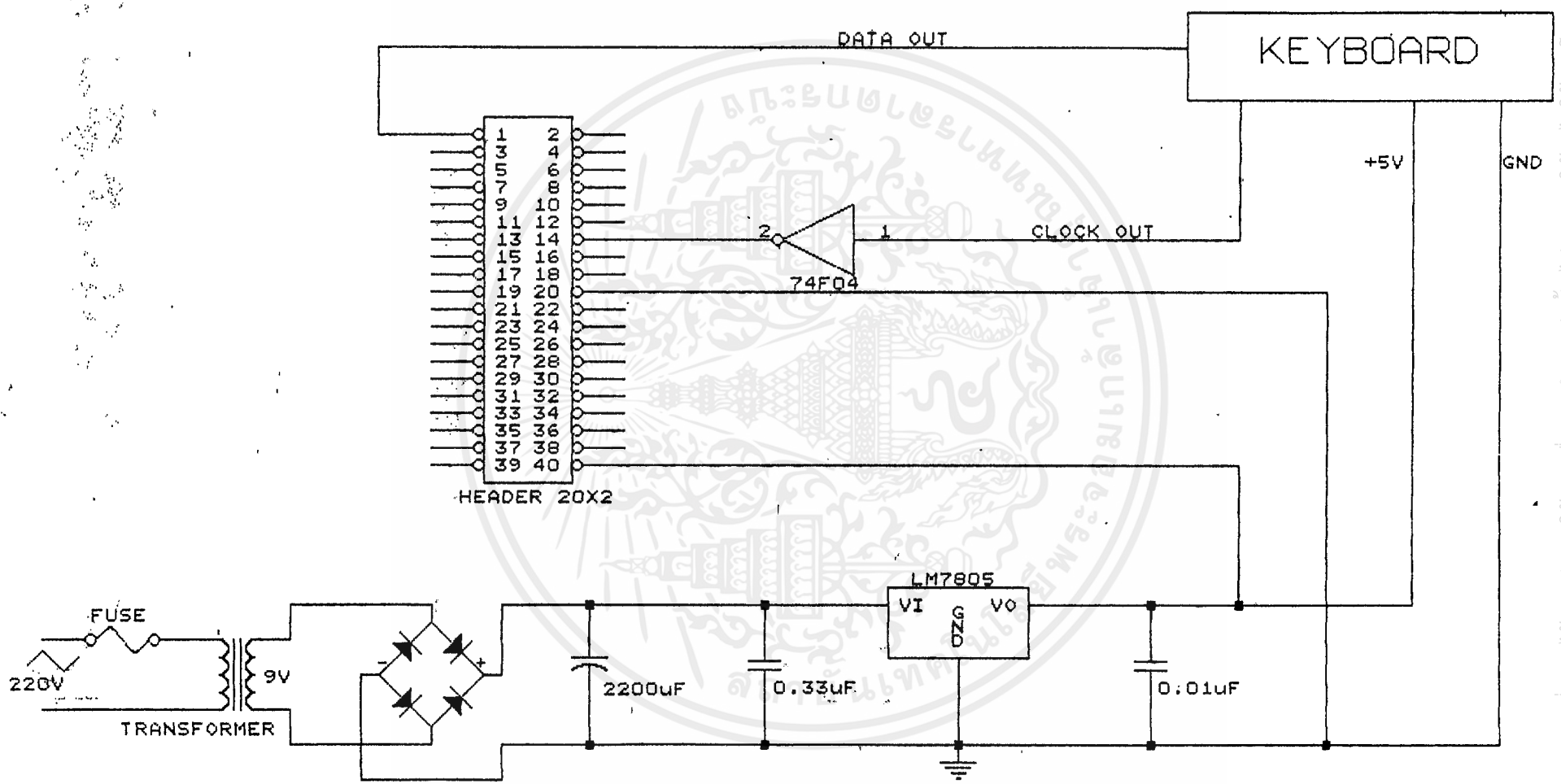
INTERFACE PART OF RECEIVER



Size	Document Number	REV
A		
Date: March 6, 1993	Sheet	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERFACE PART OF TRANMISTOR



Size	Document Number	REV
A		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC2833

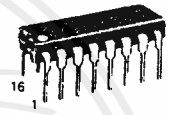
Advance Information

LOW POWER FM TRANSMITTER SYSTEM

MC2833 is a one-chip FM transmitter subsystem designed for cordless telephone and FM communication equipment. It includes a microphone amplifier, voltage controlled oscillator and two auxiliary transistors.

- Wide Range of Operating Supply Voltage (2.8–9.0 V)
- Low Drain Current (I_{CC} = 2.9 mA Typ)
- Low Number of External Parts Required
- −30 dBm Power Output to 60 MHz Using Direct RF Output
- +10 dBm Power Output Attainable Using On-Chip Transistor Amplifiers

LOW POWER FM TRANSMITTER SYSTEM

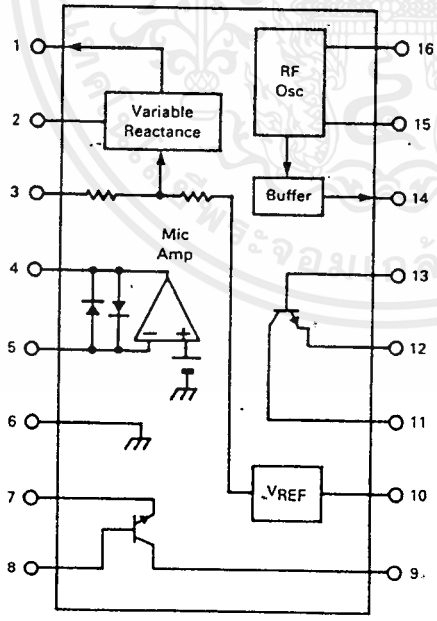


P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648

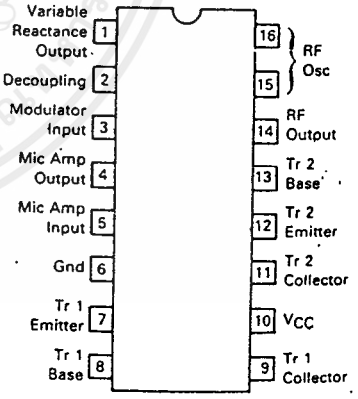
D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751B
(SO-16)

8

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



PIN ASSIGNMENTS



This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

MAXIMUM RATINGS

Ratings	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	V_{CC}	10 (max)	V
Operating Supply Voltage Range	V_{CC}	2.8–9.0	V
Junction Temperature	T_J	+150	°C
Operating Ambient Temperature	T_A	−30 to +75	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to +150	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 4.0 V, T_A = 25°C, unless otherwise noted)

Characteristics	Symbol	Pin	Min	Typ	Max	Unit
Drain Current (No input signal)	I_{CC}	10	1.7	2.9	4.3	mA
FM MODULATOR						
Output RF Voltage (f_o = 16.6 MHz)	V_{out} RF	14	60	90	130	mVrms
Output DC Voltage (No input signal)	Vdc	14	2.2	2.5	2.8	V
Modulation Sensitivity (f_o = 16.6 MHz) (V_{in} = 0.8 V to 1.2 V)	SEN	3.0 14	7.0 —	10 —	15 —	Hz/mVdc
Maximum Deviation (f_o = 16.6 MHz) (V_{in} = 0 V to 2.0 V)	Fdev	3.0 14	3.0 —	5.0 —	10 —	kHz
MIC AMPLIFIER						
Closed Loop Voltage Gain (V_{in} = 3.0 mVrms) (f_{in} = 1.0 kHz)	A_V	4.0 5.0	27 —	30 —	33 —	dB
Output DC Voltage (No input signal)	V_{out} dc	4.0	1.1	1.4	1.7	V
Output Swing Voltage (V_{in} = 30 mVrms) (f_{in} = 1.0 kHz)	V_{out} p-p	4.0	0.8	1.2	1.6	Vp-p
Total Harmonic Distortion (V_{in} = 3.0 mVrms) (f_{in} = 1.0 kHz)	THD	4.0	—	0.15	2.0	%

AUXILIARY TRANSISTOR STATIC CHARACTERISTICS

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Collector Base Breakdown Voltage (I_C = 5.0 μA)	$V_{(BR)CBO}$	15	45	—	V
Collector Emitter Breakdown Voltage (I_C = 200 μA)	$V_{(BR)CEO}$	10	15	—	V
Collector Substrate Breakdown Voltage (I_C = 50 μA)	$V_{(BR)CSO}$	—	70	—	V
Emitter Base Breakdown Voltage (I_E = 50 μA)	$V_{(BR)EBO}$	—	6.2	—	V
Collector Base Cut Off Current (V_{CB} = 10 V) (I_E = 0)	I_{CBO}	—	—	200	nA
DC Current Gain (I_C = 3.0 mA) (V_{CE} = 3.0 V)	h_{FE}	40	150	—	—

AUXILIARY TRANSISTOR DYNAMIC CHARACTERISTICS

Current Gain Bandwidth Product (V_{CE} = 3.0 V) (I_C = 3.0 mA)	f_T	—	500	—	MHz
Collector Base Capacitance (V_{CE} = 3.0 V) (I_C = 0)	C_{CB}	—	2.0	—	pF
Collector Substrate Capacitance (V_{CS} = 3.0 V) (I_C = 0)	C_{CS}	—	3.3	—	pF

FIGURE 1 — TEST CIRCUIT

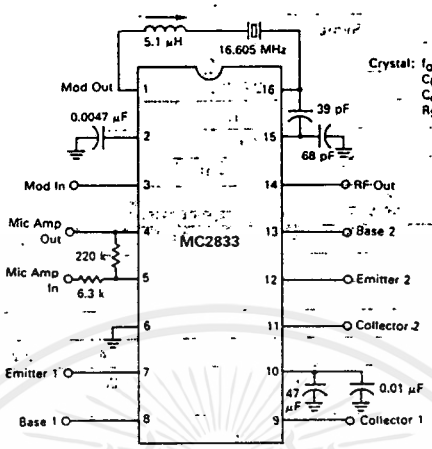
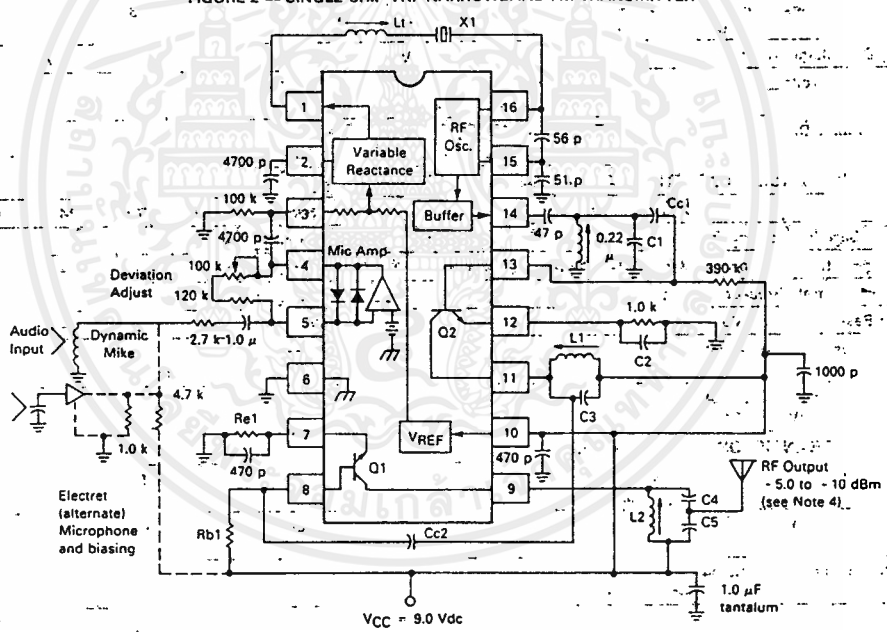


FIGURE 2 — SINGLE CHIP VHF NARROWBAND FM TRANSMITTER



NOTES:

1. Components versus output frequency:

Output RF	X1 (MHz)	Lt (µH)	L1 (µH)	L2 (µH)	Re1	Rb1	Cc1	Cc2	C1	C2	C3	C4	C5
49.7 MHz	16.5667	3.3–4.7	0.22	0.22	330	390 k	33 p	33 p	33 p	470 p	33 p	47 p	220 p
76 MHz	12.6	5.1	0.22	0.22	150	300 k	68 p	10 p	68 p	470 p	12 p	20 p	120 p
144.6 MHz	12.05	5.6	0.15	0.10	150	220 k	47 p	10 p	68 p	1000 p	18 p	12 p	33 p

2. Crystal X1 is fundamental mode, calibrated for parallel resonance with a 32 pF load. The final output frequency is generated by frequency multiplication within the MC2833 IC. The RF output buffer (Pin 14) and Q2 transistor are used as a frequency tripler and doubler, respectively, in all three transmitters. The Q1 output transistor is a linear amplifier in the 49.7 MHz and 76 MHz transmitters, and a frequency doubler in the 144 MHz transmitter.
3. All coils used are 7 mm tunable shielded inductors. Toko B199SN-T10XXZ, B199KN-T10XXZ or equivalent.
4. Power output is ≈ +10 dBm for 49.7 MHz and 76 MHz transmitters, and ≈ +5.0 dBm for the 144 MHz transmitter at V_{CC} = 8.0 V. Power output drops with lower V_{CC}.
5. All capacitors in microfarads, inductors in Henries and resistors in Ohms unless otherwise specified.

FIGURE 3 — BUFFER/MULTIPLIER (X3, PIN 14)

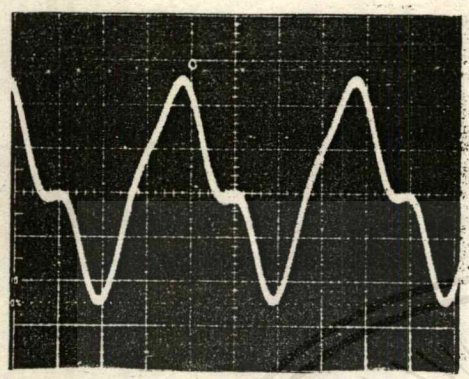


FIGURE 4 — INPUT TO DOUBLER (PIN 13)

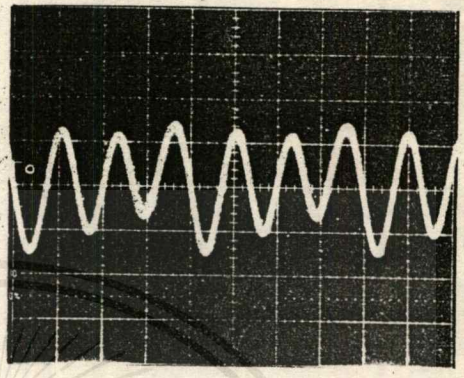


FIGURE 5 — DOUBLER OUTPUT 76 MHz (PIN 11)

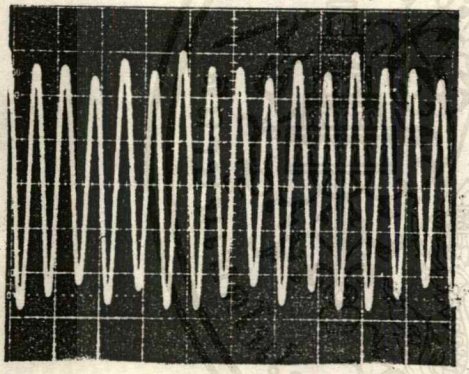


FIGURE 6 — SPECTRUM

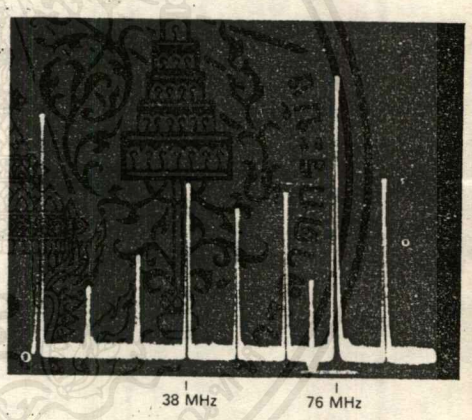


FIGURE 7 — OUTPUT SPECTRUM (49 MHz)

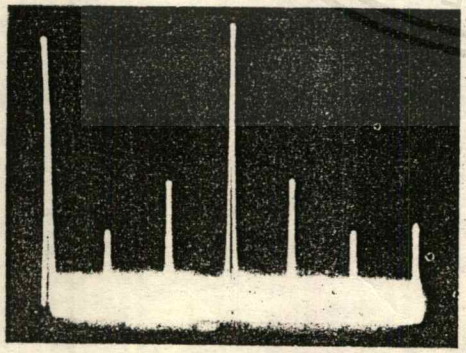


FIGURE 8 — MODULATION SPECTRUM

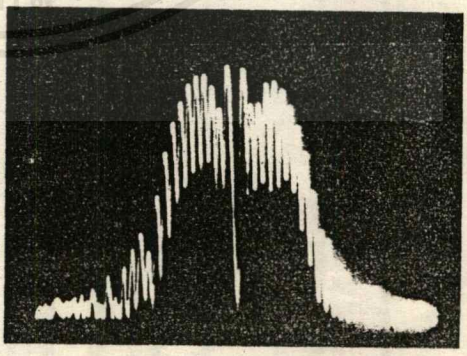


FIGURE 9 — 144 MHz/X12 MULTIPLIER

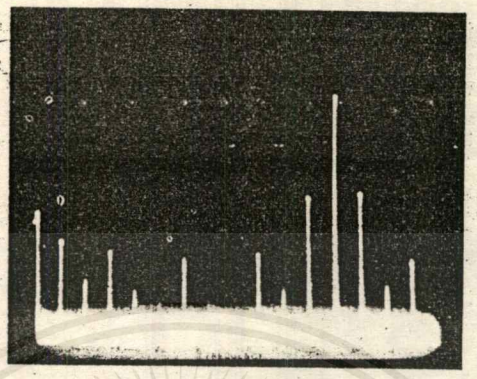


FIGURE 10 — CIRCUIT SIDE VIEW

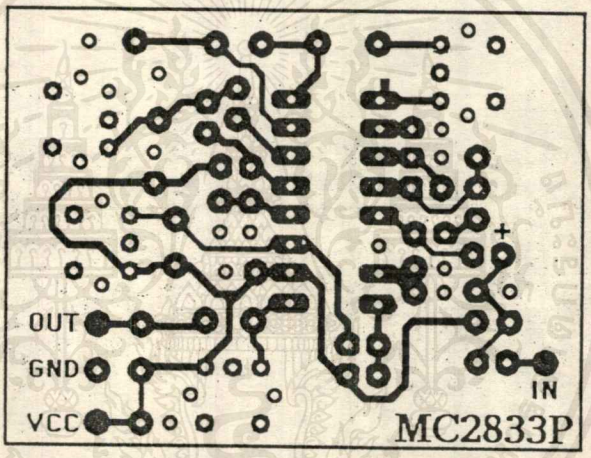


FIGURE 11 — GROUND PLANE ON COMPONENT SIDE

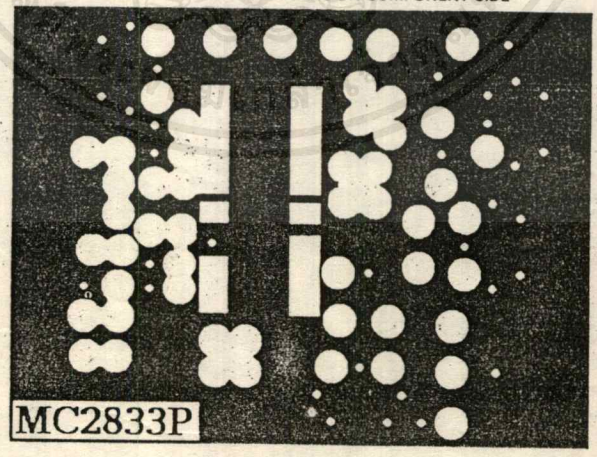
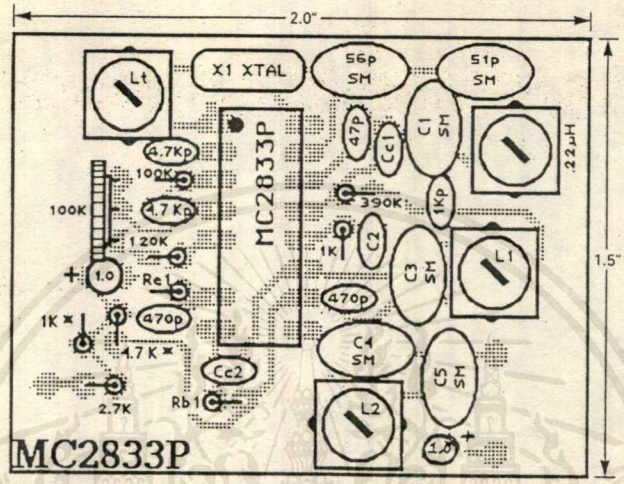


FIGURE 12 — COMPONENT VIEW



NOTES:
- Positive artwork provided.
- Drawing is 2X each dimension (final board size 1.5" x 2.0").
- Drill holes must be plated to ensure making all ground (V_{EE}) connections!
- Resistors labelled * are used for biasing of electret microphone if used.
- Capacitors labelled "SM" are silver mica.

8

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

MC3356

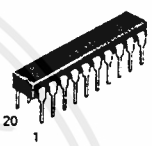
WIDEBAND FSK RECEIVER

SILICON MONOLITHIC
INTEGRATED CIRCUIT

WIDEBAND FSK RECEIVER

... includes Oscillator, Mixer, Limiting IF Amplifier, Quadrature Detector, Audio Buffer, Squelch, Meter Drive, Squelch Status output, and Data Shaper comparator. The MC3356 is designed for use in digital data communications equipment.

- Data Rates up to 500 kilobaud
- Excellent Sensitivity: −3 dB Limiting Sensitivity
  30 μVrms @ 100 MHz
- Highly versatile, full function device, yet few external parts are required



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 738

DW SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751D
(SO-20L)

8

FIGURE 1 — FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

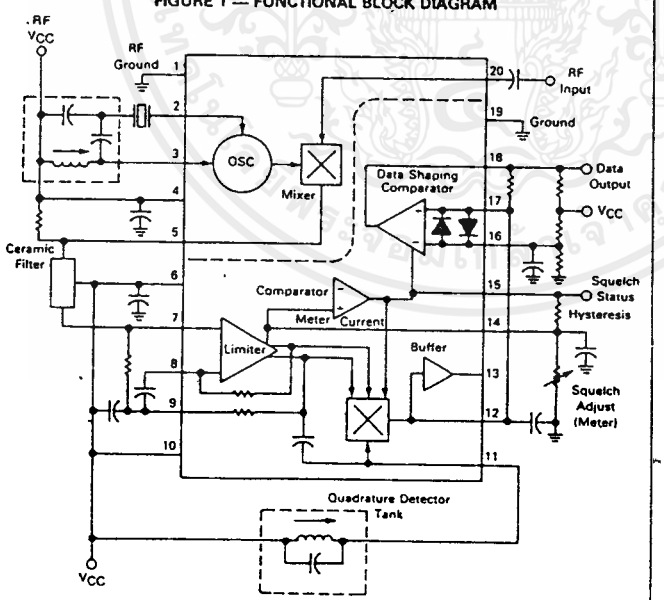
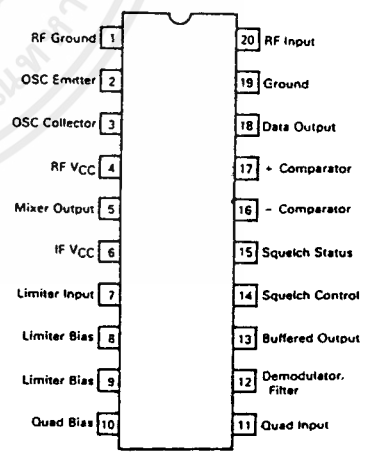


FIGURE 2 — PIN CONNECTIONS



MAXIMUM RATINGS

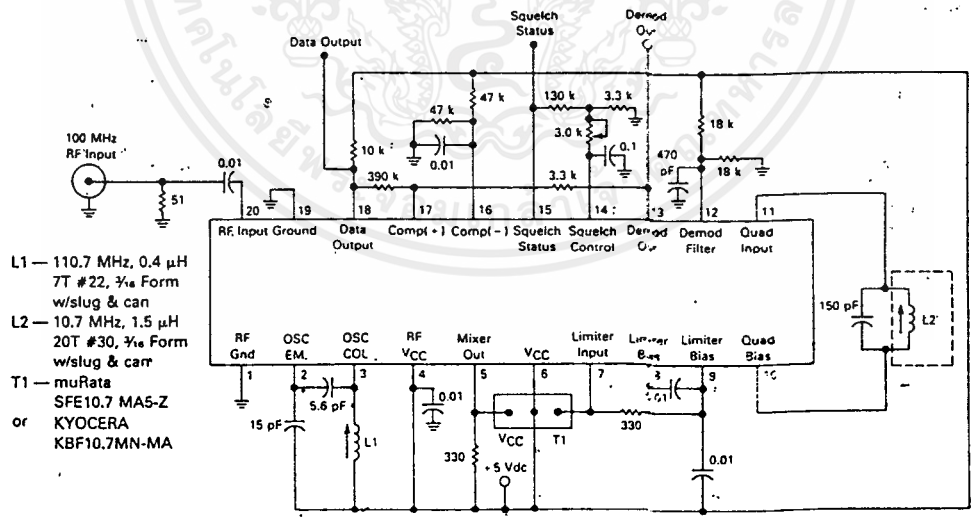
Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	$V_{CC(max)}$	15	Vdc
Operating Power Supply Voltage Range (Pins 6, 10)	V_{CC}	3.0 to 9.0	Vdc
Operating RF Supply Voltage Range (Pin 4)	RF V_{CC}	3.0 to 12.0	Vdc
Junction Temperature	T_J	150	°C
Operating Ambient Temperature Range	T_A	−40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to +150	°C
Power Dissipation, Package Rating	P_D	1.25	W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 5.0 Vdc, f_o = 100 MHz, f_{osc} = 110.7 MHz, Δf = ±75 kHz, f_{mod} = 1.0 kHz, 50 Ω source, T_A = 25°C, test circuit of Figure 3, unless otherwise noted.)

Characteristics	Min	Typ	Max	Unit
Drain Current Total, RF V_{CC} and V_{CC}	—	20	25	mAdc
Input for −3 dB limiting	—	30	—	μVrms
Input for 50 dB quieting $\left(\frac{S+N}{N}\right)$	—	60	—	μVrms
Mixer Voltage Gain, Pin 20 to Pin 5	2.5	—	—	
Mixer Input Resistance, 100 MHz	—	260	—	Ω
Mixer Input Capacitance, 100 MHz	—	5.0	—	pF
Mixer/Oscillator Frequency Range (Note 1)	—	0.2 to 150	—	MHz
IF/Quadrature Detector Frequency Range (Note 1)	—	0.2 to 50	—	MHz
AM Rejection (30% AM, RF V_{in} = 1.0 mVrms)	—	50	—	dB
Demodulator Output, Pin 13	—	0.5	—	Vrms
Meter Drive	—	7.0	—	μA/dB
Squelch Threshold	—	0.8	—	Vdc

Note 1: Not taken in Test Circuit of Figure 3; new component values required.

FIGURE 3 — TEST CIRCUIT



L1 — 110.7 MHz, 0.4 μH
7T #22, 3/16 Form
w/slug & can
L2 — 10.7 MHz, 1.5 μH
20T #30, 3/16 Form
w/slug & can
T1 — muRata
SFE10.7 MA5-Z
or KYOCERA
KBF10.7MN-MA

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	$V_{CC(max)}$	15	Vdc
Operating Power Supply Voltage Range (Pins 6, 10)	V_{CC}	3.0 to 9.0	Vdc
Operating RF Supply Voltage Range (Pin 4)	RF V_{CC}	3.0 to 12.0	Vdc
Junction Temperature	T_J	150	°C
Operating Ambient Temperature Range	T_A	−40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to +150	°C
Power Dissipation, Package Rating	P_D	1.25	W

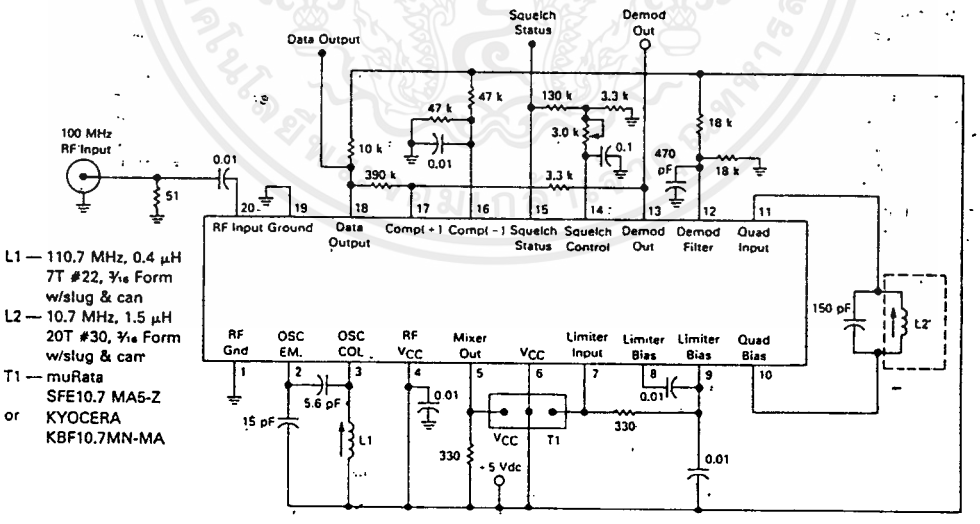
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 5.0 Vdc, f_o = 100 MHz, f_{osc} = 110.7 MHz, Δf = ±75 kHz, f_{mod} = 1.0 kHz, 50 Ω source, T_A = 25°C, test circuit of Figure 3, unless otherwise noted.)

Characteristics	Min	Typ	Max	Unit
Drain Current Total, RF V_{CC} and V_{CC}	—	20	25	mAdc
Input for −3 dB limiting	—	30	—	μVrms
Input for 50 dB quieting $\left(\frac{S+N}{N}\right)$	—	60	—	μVrms
Mixer Voltage Gain, Pin 20 to Pin 5	2.5	—	—	
Mixer Input Resistance, 100 MHz	—	260	—	Ω
Mixer Input Capacitance, 100 MHz	—	5.0	—	pF
Mixer/Oscillator Frequency Range (Note 1)	—	0.2 to 150	—	MHz
IF/Quadrature Detector Frequency Range (Note 1)	—	0.2 to 50	—	MHz
AM Rejection (30% AM, RF V_{in} = 1.0 mVrms)	—	50	—	dB
Demodulator Output, Pin 13	—	0.5	—	Vrms
Meter Drive	—	7.0	—	μA/dB
Squelch Threshold	—	0.8	—	Vdc

Note 1: Not taken in Test Circuit of Figure 3; new component values required.

8

FIGURE 3 — TEST CIRCUIT



L1 — 110.7 MHz, 0.4 μH
7T #22, 3/16 Form
w/slug & can
L2 — 10.7 MHz, 1.5 μH
20T #30, 3/16 Form
w/slug & can
T1 — muRata
SFE10.7 MA5-Z
or KYOCERA
KBF10.7MN-MA

FIGURE 4 — OUTPUT COMPONENTS OF SIGNAL, NOISE, AND DISTORTION

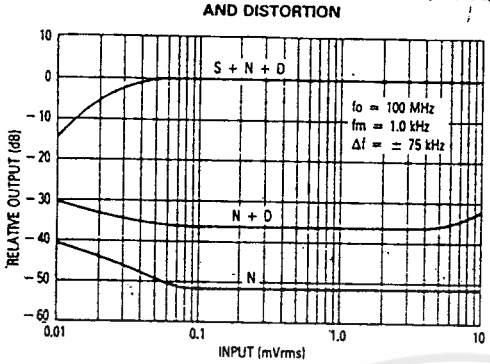
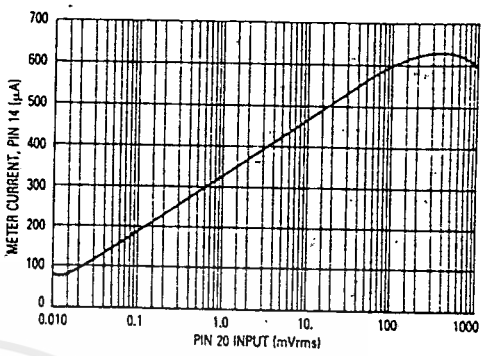


FIGURE 5 — METER CURRENT versus SIGNAL INPUT



GENERAL DESCRIPTION

This device is intended for single and double conversion VHF receiver systems, primarily for FSK data transmission up to 500 K baud (250 kHz). It contains an oscillator, mixer, limiting IF, quadrature detector, signal strength meter drive, and data shaping amplifier.

The oscillator is a common base Colpitts type which can be crystal controlled, as shown in Figure 1, or L-C controlled as shown in the other figures. At higher V_{CC}, it has been operated as high as 200 MHz. A mixer/oscillator voltage gain of 2 up to approximately 150 MHz, is readily achievable.

The mixer functions well from an input signal of 10 μVrms, below which the squelch is unpredictable, up to about 10 mVrms, before any evidence of overload. Operation up to 1.0 Vrms input is permitted, but nonlinearity of the meter output is incurred, and some oscillator pulling is suspected. The AM rejection above 10 mVrms is degraded.

The limiting IF is a high frequency type, capable of being operated up to 50 MHz. It is expected to be used at 10.7 MHz in most cases, due to the availability of standard ceramic resonators. The quadrature detector is internally coupled to the IF, and a 5.0 pF quadrature capacitor is internally provided. The −3dB limiting sensitivity of the IF itself is approximately 50 μV (at Pin 7), and the IF can accept signals up to 1.0 Vrms without distortion or change of detector quiescent dc level.

The IF is unusual in that each of the last 5 stages of the 6 state limiter contains a signal strength sensitive, current sinking device. These are parallel connected and buffered to produce a signal strength meter drive which is fairly linear for IF input signals of 10 μV to 100 mVrms. (See Figure 5.)

A simple squelch arrangement is provided whereby the meter current flowing through the meter load resistance flips a comparator at about 0.8 Vdc above ground. The signal strength at which this occurs can be adjusted by changing the meter load resistor. The comparator(+) input and output are available to permit control of hysteresis. Good positive action can be obtained for IF input signals of above 30 μVrms. The 130 kΩ resistor shown in the test circuit provides a small amount of hysteresis. Its connection between the 3.3 k resistor to ground and the 3.0 k pot, permits adjustment of squelch level without changing the amount of hysteresis.

The squelch is internally connected to both the quadrature detector and the data shaper. The quadrature detector output, when squelched, goes to a dc level approximately equal to the zero signal level, unsquelched. The squelch causes the data shaper to produce a high (V_{CC}) output.

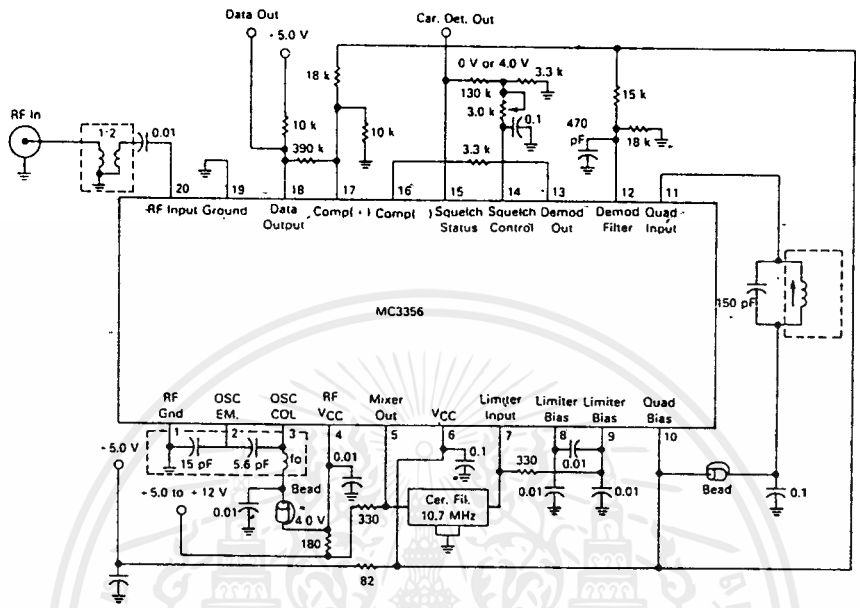
The data shaper is a complete "floating" comparator, with back to back diodes across its inputs. The output of the quadrature detector can be fed directly to either input of this amplifier to produce an output that is either at V_{CC} or V_{EE}, depending upon the received frequency. The impedance of the biasing can be varied to produce an amplifier which "follows" frequency detuning to some degree, to prevent data pulse width changes.

When the data shaper is driven directly from the demodulator output, Pin 13, there may be distortion at Pin 13 due to the diodes, but this is not important in the data application. A useful note in relating high/low input frequency to logic state: low IF frequency corresponds to low demodulator output. If the oscillator is above the incoming RF frequency, then high RF frequency will produce a logic low. (Input to (+)input of Data Shaper as shown in figures 1 and 3.)

APPLICATION NOTES

The MC3356 is a high frequency/high gain receiver that requires following certain layout techniques in designing a stable circuit configuration. The objective is to minimize or eliminate, if possible, any unwanted feedback.

FIGURE 6 — APPLICATION WITH FIXED BIAS ON DATA SHAPER



APPLICATION NOTES (continued)

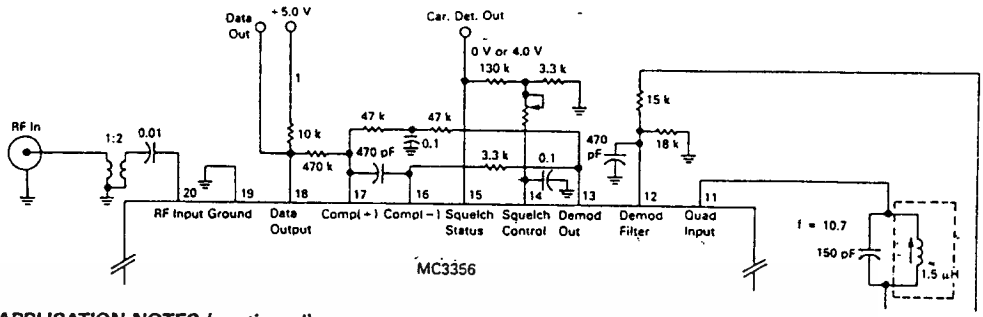
Shielding, which includes the placement of input and output components, is important in minimizing electrostatic or electromagnetic coupling. The MC3356 has its pin connections such that the circuit designer can place the critical input and output circuits on opposite ends of the chip. Shielding is normally required for inductors in tuned circuits.

The MC3356 has a separate V_{CC} and ground for the RF and IF sections which allows good external circuit isolation by minimizing common ground paths.

Note that the circuits of Figures 1 and 3 have RF, Oscillator, and IF circuits predominantly referenced to the plus supply rails. Figure 6, on the other hand, shows a suitable means of ground referencing. The two methods produce identical results when carefully executed. It is important to treat Pin 19 as a ground node for either approach. The RF input should be "grounded" to Pin 1 and then the input and the mixer/oscillator grounds (or RF V_{CC} bypasses) should be connected by a low inductance path to Pin 19. IF and detector sections should also have their bypasses returned by a separate path to Pin 19. V_{CC} and RF V_{CC} can be decoupled to minimize feedback, although the configuration of Figure 3 shows a successful implementation on a common 5.0 V supply. Once again, the message is: define a supply node and a ground node and return each section to those nodes by separate, low impedance paths.

The test circuit of Figure 3 has a 3 db limiting level of 30 μV which can be lowered 6 db by a 1:2 untuned transformer at the input as shown in figures 6 and 7. For applications that require additional sensitivity, an RF amplifier can be added, but with no greater than 20 db gain. This will give a 2.0 to 2.5 μV sensitivity and any additional gain will reduce receiver dynamic range without improving its sensitivity. Although the test circuit operates at +5.0 V, the mixer/oscillator optimum performance is at +8.0 V to 12 V. A minimum of +8.0 V is recommended in high frequency applications (above 150 MHz), or in PLL applications where the oscillator drives a prescaler.

FIGURE 7 — APPLICATION WITH SELF-ADJUSTING BIAS ON DATA SHAPER



APPLICATION NOTES (continued)

Depending on the external circuit, inverted or non-inverted data is available at Pin 18. Inverted data makes the higher frequency in the FSK signal a 'one' when the local oscillator is above the incoming RF. Figure 6 schematic shows the comparator with hysteresis. In this circuit the dc reference voltage at Pin 17 is about the same as the demodulated output voltage (Pin 13) when no signal is present. This type circuit is preferred for systems where the data rates can drop to zero. Some systems have a low frequency limit on the data rate, such as systems using the MC3850 ACIA that has a start or stop bit. This defines the low frequency limit that can appear in the data stream. Figure 6 circuit can then be changed to a circuit configuration as shown in Figure 7. In Figure 7 the reference voltage for the comparator is derived from the demodulator output through a low pass circuit where τ is much lower than the lowest frequency data rate. This and similar circuits will compensate for small tuning changes (or drift) in the quadrature detector.

Squelch status (Pin 15) goes high (squelch off) when the input signal becomes greater than some preset level set by the resistance between Pin 14 and ground. Hysteresis is added to the circuit externally by the resistance from Pin 14 to Pin 15.

8

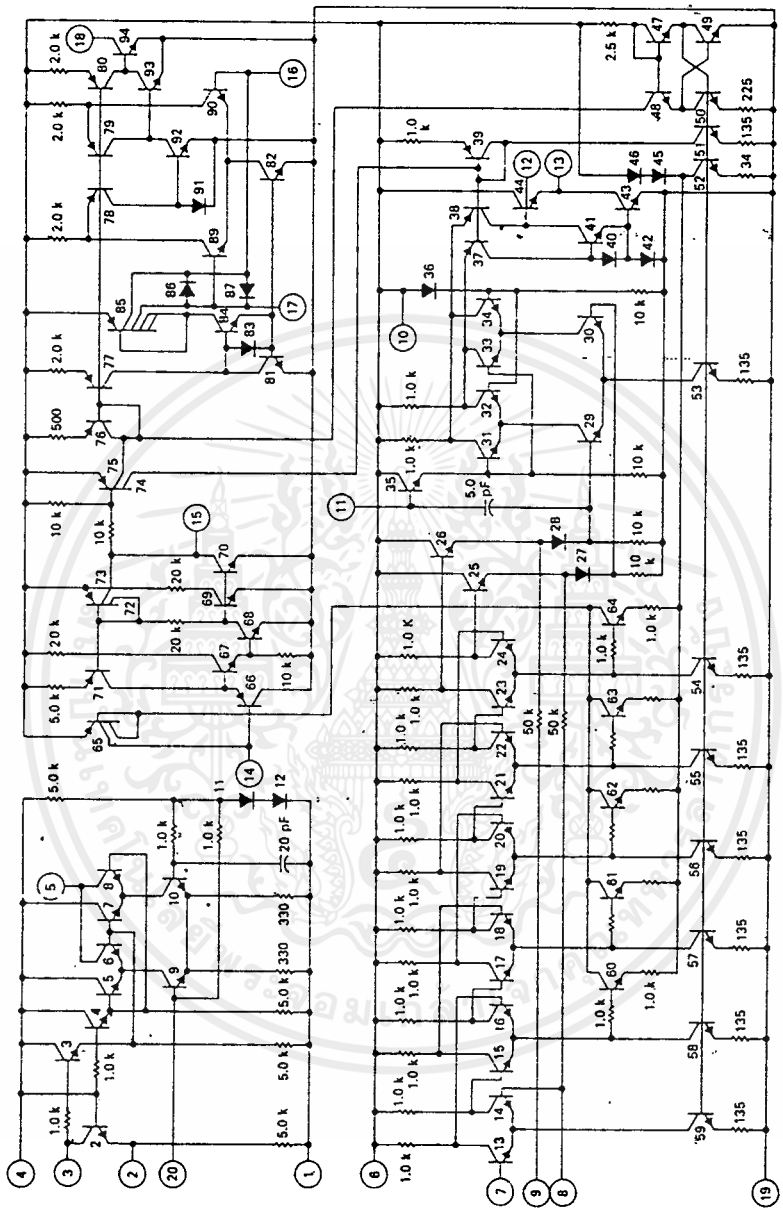


FIGURE 8 — INTERNAL SCHEMATIC

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ที่ได้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทำวิจัย จึงใคร่ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พลผดุง ผดุงกุล ไว้เป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของคณะผู้จัดทำ ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดี

บทความและหนังสืออ้างอิง

(1) Kenneth J.Ayala , "The 8051 Microcontroller Architecture, Programming,and Appilcations", 1991.

(2) SILA RESEARCH CO.,LTD. , "V-31 SMALL SIZE MICROCONTROLLER",1991

(3) ธีน ภู่วรวรรณ,"เทคโนโลยี่ ฮาร์ดแวร์ IBM PC",บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

(4) ศิลารีเสิร์ช,"MICROCONTROLLER Journal ",ฉบับเดือนกันยายน 2534

(5) IBM,"IBM/XT TECHNICAL REFERENCE"

(6) IBM,"IBM/AT TECHNICAL REFERENCE"

(7) สมชิต-ศิริผลหลาย , บทความพิเศษ เจาะลึกคีย์บอร์ด , "คอมพิวเตอร์รีวิว" , ธันวาคม 2533

(8) Charles.L.Hutchinson , "The ARRL Handbook for the Radio Amteur",ARRL,1985

(9) ชูชัย ธนากรตั้งเจริญ,ทินกรดุ๊ก,"การสื่อสารข้อมูล",สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

(10) สุชาติ กังวกรจิตต์ " หลักการทำงานเครื่องรับส่งวิทยุและระบบวิทยุสื่อสาร"