



วัน เดือน ปี..... 17 ม.ค. 2539.....
เลขทะเบียน..... 03493A.....
เลขเรียกหนังสือ..... T 37034 9.6.....

ปริญญา นพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมฯ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง เครื่องอ่านกำลังไฟฟ้าแบบรีมท

ผู้จัดทำ

1. นาย จุมพล บั้นศรีนวล
2. นาย พรชัย แซ่ตั้ง
3. นาย มนตรี แก้วม่วง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอ่านกำลังไฟฟ้าแบบรีโมท

จุมพล บัณฑิตศรีนวล

พรชัย แซ่ตั้ง

มนตรี แก้วม่วง

ผศ. เกษตร ศิริสันติสัมฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการสื่อสารข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ นับว่าเป็นสิ่งที่มีประโยชน์อย่างมาก เพราะนอกจากจะช่วยให้ทั้งความสะดวกรวดเร็วแล้ว ยังสามารถที่จะประหยัดทรัพยากรได้อีกด้วย ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการรับส่งนี้จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะบอกได้ว่า การสื่อสารผ่านคลื่นวิทยุ นั้นมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงไร

ในโครงการนี้ได้จัดทำเครื่องอ่านกำลังไฟฟ้าแบบรีโมท ซึ่งมีหลักการทำงาน คือ เมื่อผู้ปฏิบัติงานต้องการที่จะตรวจสอบค่ากำลังไฟฟ้า ก็สามารถทำได้โดยป้อนชุดคำสั่งให้กับเครื่องควบคุมระยะผ่านคลื่นวิทยุย่าน VHF ที่ความถี่ 146.07 MHz ซึ่งเป็นความถี่ที่ใช้งานในข่ายเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า เมื่อชุดควบคุมของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าได้รับชุดคำสั่งนี้แล้วก็จะทำการประมวลผลแล้วส่งข้อมูลซึ่งก็คือค่ากำลังไฟฟ้า ระยะผ่านคลื่นวิทยุที่ความถี่เดียวกันกลับมา นอกจากนี้แล้วผู้ปฏิบัติงาน ยังสามารถที่จะควบคุมการตัดจ่ายกระแสไฟฟ้าของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าได้อีกด้วย ระยะใช้การควบคุมผ่านคลื่นความถี่ในลักษณะเช่นเดียวกัน เครื่องอ่านกำลังไฟฟ้าแบบรีโมทนี้ มีรัศมีทำการที่จะให้ความถูกต้องของข้อมูลอยู่ที่ระยะทางประมาณ 200 เมตร แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและกำลังในการรับส่งข้อมูลของเครื่องรับ-ส่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REMOTED KILOWATT-HOUR METER

Jumphon Phansrinuan

Pornchai Sae Tang

Montree Kaewmuang

Assistant Professor Kaset Sirisantamrit Advisor

1994

Abstract

In present, the radio wave communication gives more profit. Because it give more convenience and faster, and it can be safe also. Consequently the taken data will be the main point, which tell the efficiency of this communication.

The "Remoted Kilowatt-Hour Meter" was produced for this project. Whenever the operators want to check the status of the meter, or to take the value of electrical energy. They can order to the control panel and data will be sent in the form of "Very High Frequency" (VHF) radio wave at 146.07 MHz to the meter. When the controller of the meter received the data, it will send the status of the meter or the value of electrical energy back to the control panel in the same form. In addition, the operators can turn on or turn off the meter also. This Remoted Kilowatt-Hour Meter can send and received data in distance about 200 metres correctly, but it up to the characteristic and the performance of the transmitter and the receiver.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า	
บทที่ 1	บทนำ	
1.1	แนวคิดในการจัดทำปริญญา นิพนธ์	1
1.2	โครงสร้างการทำงานของเครื่อง	1
1.3	องค์ประกอบของปริญญา นิพนธ์	3
บทที่ 2	การสื่อสารข้อมูล	
2.1	การสื่อสารข้อมูล	4
2.2	การมอดูเลตทางความถี่	9
2.3	การรอนถ่ายข้อมูล	11
2.4	รูปแบบของการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม	13
2.5	การส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัส	14
2.6	การส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	18
2.7	บิตตรวจสอบ	21
2.8	โครงสร้างสถาปัตยกรรม MCS-51	23
2.9	การจัดการทางสถาปัตยกรรม	26
2.10	หน่วยศูนย์กลางประมวลผลหรือซีพียู	27
2.11	การต่อเชื่อมแบบอนุกรม	31
2.12	รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255	33
2.13	การใช้ 8255 ในโหมด 0	34
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้าง	
3.1	การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการ เข้ารหัส (Encoder) และ ถอดรหัส (Decoder)	37

	หน้า
3.2 การจัดสภาวะการทำงานของไอซี UM3758-108A/B	37
3.3 ทฤษฎีเบื้องต้นของ OTA	40
3.4 การทำงานของ CA3080	43
3.5 การใช้งานวงจร OTA เบื้องต้น	47
3.6 เครื่องวัดกำลังงานไฟฟ้า	51
3.7 ความหมายของกำลังงานไฟฟ้า	51
3.8 การทำงานของไดนาโรมิเตอร์	52
3.9 ใช้งานจอร์อิเล็กทรอนิกส์ทำงานเป็นไดนาโรมิเตอร์	52
3.10 หลักการทำงานของวงจร FSK	54
บทที่ 4 การทำงานของวงจร	
4.1 วงจรส่วนเครื่องควบคุม	62
4.2 วงจรส่วนเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า	65
บทที่ 5 ขั้นตอนการพัฒนาโครงงานและบทสรุปวิธีการแก้ปัญหา	
5.1 ภาคเครื่องส่งและเครื่องรับ	73
5.2 ภาคแปลงสัญญาณ	80
บทที่ 6 วิธีการใช้และการปรับแต่ง	
6.1 รูปร่างลักษณะเครื่อง REMOTED KILOWATT-HOUR METER	86
6.2 วิธีการใช้เครื่อง REMOTED KILOWATT-HOUR METER	88
6.3 ลักษณะการวางอุปกรณ์และการปรับแต่ง	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

กิติกรรมประกาศ

หนังสืออ้างอิง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

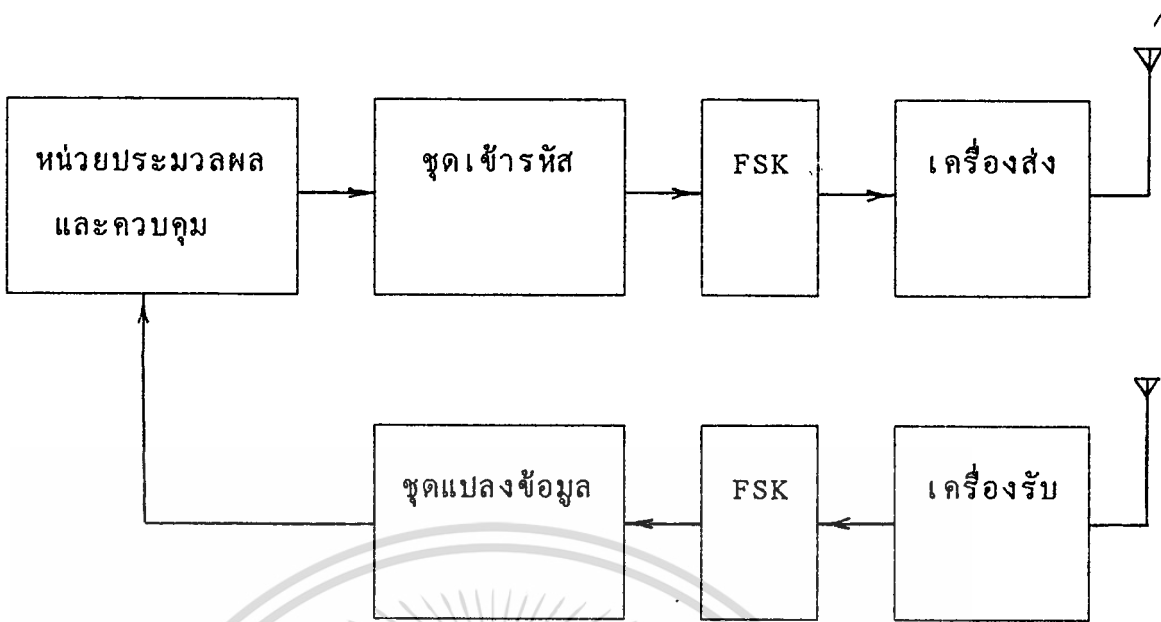
1.1 แนวคิดในการจัดทำปริญญาโท

ในปัจจุบันจะพบว่า ถ้าการไฟฟ้านครหลวงต้องการที่จะตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าจากมิเตอร์ไฟนั้น ทางการไฟฟ้าจะต้องจ้างพนักงานออกตรวจสอบ ซึ่งจะพบว่า การตรวจสอบในลักษณะนี้อาจจะมีข้อผิดพลาดและล่าช้า วิศวกรงานชิ้นนี้จึงจัดทำขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกต่อพนักงานที่ทำการตรวจสอบมิเตอร์ไฟ และยังให้ข้อมูลที่ถูกต้องกว่าแบบเก่าที่การไฟฟ้านครหลวงใช้ช้อยู่ในปัจจุบัน

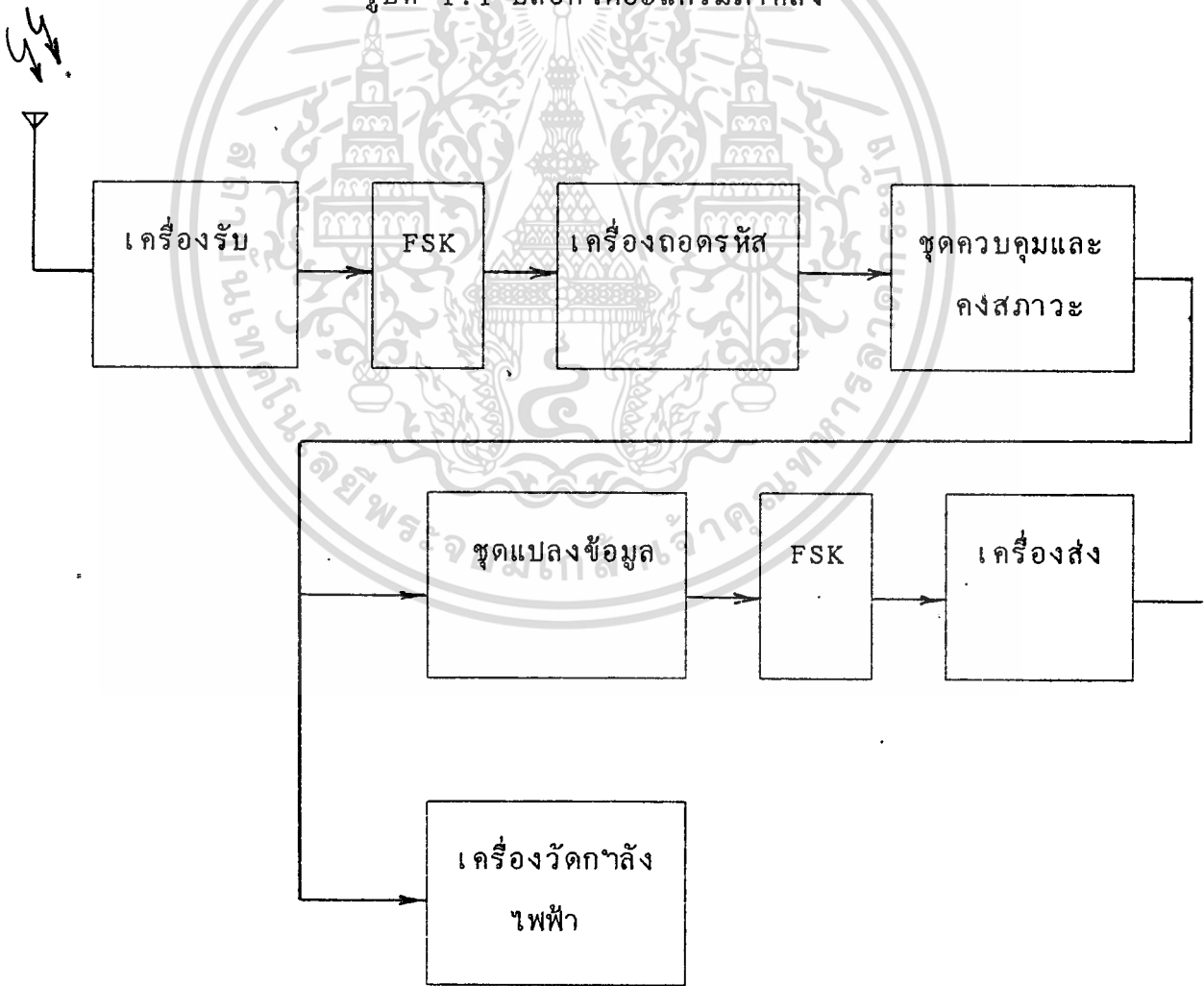
เนื่องจากการทำงานของเครื่องส่งเป็นการใช้คลื่นวิทยุเป็นหลัก ในการทำงาน ซึ่งทำให้การควบคุมไม่มีทิศทาง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการแทรกซ้อนทางงานปลาตได้ถ้ามีผู้ใช้ความถี่อื่นอยู่ในบริเวณเดียวกัน ในกรณีที่การทำงานเป็นแบบอนาล็อก (Analog) ดังนั้นเราจึงออกแบบให้เครื่องส่งและเครื่องรับของเราทำงานในระบบการส่งและรับข้อมูล ในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งก็จะเป็นการแก้ปัญหาได้คือ เครื่องรับจะทำงานเฉพาะ เมื่อเครื่องส่งส่งรหัสที่ตรงกับที่ตั้งไว้ทางเครื่องรับไว้เท่านั้น

1.2 โครงสร้างการทำงานของเครื่อง

จากการทำงานของภาคส่ง และภาครับสามารถอธิบายการทำงานได้โดยอาศัย บล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 1.1 และ 1.2



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมภาคส่ง



รูปที่ 1.2 บล็อกไดอะแกรมภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 องค์ประกอบของปริญญาโท

สำหรับในส่วนของปริญญาโทฉบับนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการนำ การสื่อสารข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุมาใช้งานในระบบควบคุม ซึ่งปริญญาโทนี้ได้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ ดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงบทนำ โครงสร้างลักษณะการทำงานของเครื่อง REMOTED KILOWATT-HOUR METER และความเป็นมาในการจัดทำโครงการงาน

บทที่ 2 กล่าวถึง ทฤษฎีการสื่อสารข้อมูล การโอนถ่ายข้อมูล ลักษณะของการส่งข้อมูลแบบต่างๆ โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ 8051 การต่อเชื่อมแบบอนุกรม การใช้งาน 8255

บทที่ 3 กล่าวถึง การคำนวณและการสร้าง ตัว DECODE และ ENCODE วิทยุใช้ไอซีเบอร์ UM3758-108A เครื่องวัดกำลังงานไฟฟ้า วงจร OTA และหลักการของ FSK

บทที่ 4 กล่าวถึงการทำงานของวงจรทั้งหมดที่ใช้ในปริญญาโทฉบับนี้ uly แยกอธิบายการทำงานของวงจรออกเป็นภาค ๆ ประกอบกับรูปที่ได้จากการทดลองเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ

บทที่ 5 กล่าวถึง ขั้นตอนการพัฒนาโครงการ พร้อมบทสรุปปัญหาและวิธีการแก้ไขตั้งแต่เริ่มการจัดทาจจนถึงที่สุดการจัดทำโครงการงาน

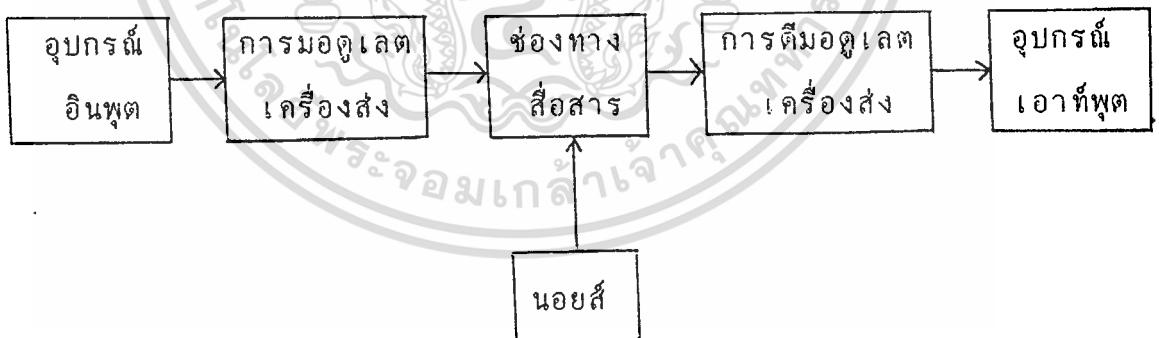
บทที่ 6 เป็นการกล่าวถึงวิธีการใช้เครื่อง REMOTED KILOWATT-HOUR METER และวิธีการปรับแต่งในส่วนต่างๆ

บทที่ 2

2.1 การสื่อสารข้อมูล (Data Communications)

การสื่อสารข้อมูล เป็นสาขาหนึ่งของเทคโนโลยีการสื่อสารที่กล่าวถึง การส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ดิจิทัล อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งอยู่ห่างกันพอสมควร ปัจจุบัน การสื่อสารข้อมูลนั้นนับวันนั้นจะยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น ธุรกิจหลายอย่างหันมาใช้ประโยชน์จากการสื่อสารข้อมูลกันอย่างแพร่หลาย เช่น ระบบโทรสาร โทรศัพท์มือถือ การควบคุมปิด-เปิดเครื่องจักรแบบรีโมท เป็นต้น

ในระบบการสื่อสารไม่ว่าระบบใดก็ตาม แผนผังพื้นฐานมักเหมือนกับรูปที่ 2.1 ระบบการสื่อสารโดยพื้นฐานประกอบด้วย อุปกรณ์อินพุต (input device) เครื่องส่ง ช่องทางสื่อสาร (communication channel) หรือแชนแนล ซึ่งมักจะมีย่อยสามารถรับ และอุปกรณ์เอาต์พุต (output device)



รูปที่ 2.1 ระบบสื่อสารพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต ความจริงอุปกรณ์อินพุตก็คือ อุปกรณ์ที่แปลงข่าวสารเป็น สัญญาณไฟฟ้า ส่วนอุปกรณ์เอาต์พุตก็คืออุปกรณ์ที่แปลงสัญญาณไฟฟ้ากลับมา เป็นข่าวสารนั่นเองมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปแล้วแต่การใช้งาน เช่น ในระบบวิทยุกระจายเสียง อุปกรณ์อินพุตอาจเป็นไมโครโฟน และอุปกรณ์เอาต์พุตจะเป็น ลำโพง สำหรับไมโครโฟนทำหน้าที่แปลงคลื่นเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และส่วน ลำโพงทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้ากลับเป็นคลื่นเสียง

ในทำนองเดียวกัน ในระบบแพร่ภาพทางโทรทัศน์ อุปกรณ์อินพุตก็คือ กล้องถ่ายภาพที่เปลี่ยนพลังงานแสง (จากภาพ) ไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า และ อุปกรณ์เอาต์พุตก็คือหลอดภาพโทรทัศน์ ซึ่งเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้ากลับคืนเป็นพลังงาน แสง

อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตของระบบสื่อสารยังมีอีกมากมาย เช่น คัน เคาะโทรเลข เครื่องโทรพิมพ์ เครื่องโทรสาร เครื่องโทรมาตร (telemetry) ฯลฯ อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตจะต่อเข้ากับเครื่องส่งและเครื่องรับเสมอ

ข่าวสารที่รับหรือส่งระหว่างกัน แบ่งออกไปเป็น 3 พวกใหญ่ ๆ คือ

1. เสียงหรือออডিโอ (audio) ได้แก่ เสียงพูดในระบบโทรศัพท์ เสียงพูด เสียงเพลง หรือเสียงดนตรี ซึ่งต้องการคุณภาพเสียงดีในระบบวิทยุกระจายเสียง

2. ภาพ (picture) ได้แก่ ภาพนิ่งในระบบโทรสาร (facsimile) และระบบส่งภาพระยะไกล (telephoto) ภาพยนต์ในระบบโทรทัศน์

3. ข้อมูล (data) ส่วนใหญ่ส่งมาเป็นรหัสให้แก่เครื่องยนต์ เครื่องจักร เครื่องคอมพิวเตอร์ ฯลฯ ได้แก่ ข้อมูลและคำสั่งในระบบโทรมาตร ตัวอักษรในระบบโทรพิมพ์ หรือโทรเลข ข้อมูลคอมพิวเตอร์ในระบบสื่อสารคอมพิวเตอร์

เครื่องส่ง เครื่องส่งทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์อินพุตแล้วทำการมอดูเลตลงบนคลื่นพาหะความถี่สูง เครื่องส่งประกอบด้วยแหล่งกำเนิดสัญญาณความถี่สูง (เรียกว่า ออสซิลเลเตอร์) กับมอดูเลต เครื่องส่งส่วนใหญ่มักมีภาคขยายอีกเพื่อ ให้สัญญาณที่ส่งออกอากาศมีกำลังแรงเท่าที่สื่อสารกันได้ไกลขึ้น

ช่องทางสื่อสาร ช่องทางสื่อสารในที่นี้ ได้แก่ บรรยากาศ อวกาศว่าง (free-space) หรือสาย ฯลฯ แต่ในที่นี้เราจะกล่าวถึงเฉพาะระบบวิทยุเท่านั้น ช่องทางสื่อสารของระบบวิทยุอาศัยการแผ่คลื่นวิทยุออกไป โดยผ่านบรรยากาศซึ่งเป็นตัวกลาง (medium) ซึ่งคลื่นเดินทางจากเครื่องส่งผ่านไปยังเครื่องรับ

ความถี่และความยาวคลื่น เรานิยมแบ่งคลื่นวิทยุออกเป็นย่านความถี่ต่าง ๆ โดยมีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hertz) งานประวัติศาสตร์การวิทยุ เราแบ่งคลื่นวิทยุตามความยาวคลื่น (Wavelength) ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความยาวคลื่นเป็นไปตามสูตรดังนี้

$$\lambda = v/f$$

ในที่นี้ λ คือความยาวคลื่นมีหน่วยเป็นเมตร

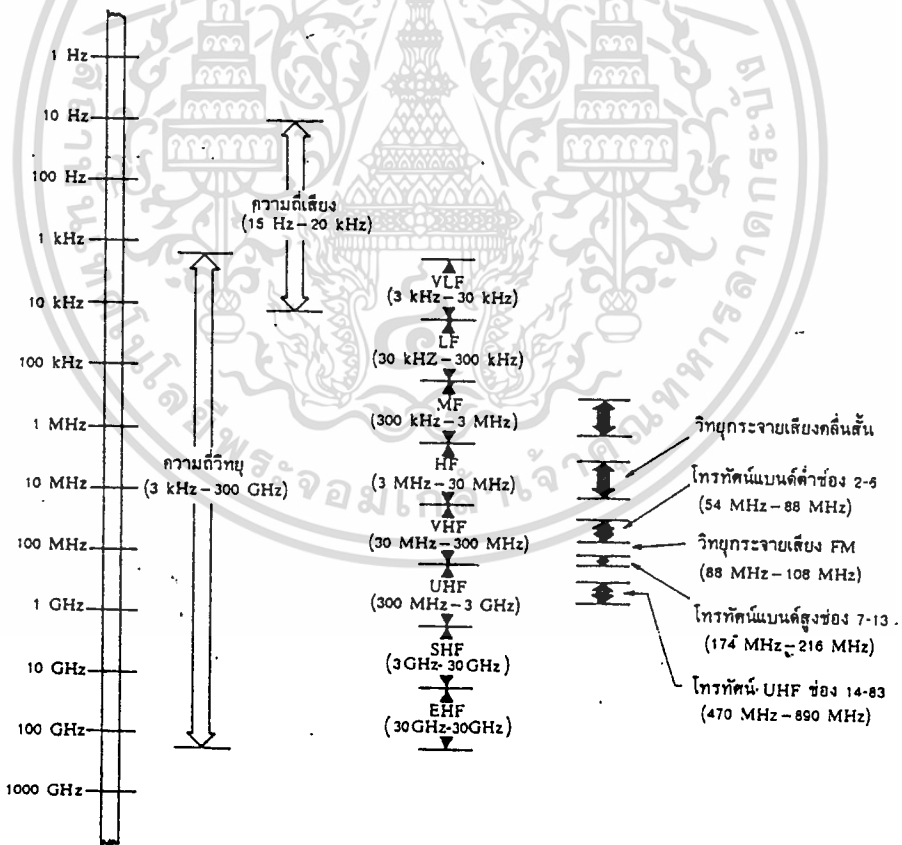
v คือความเร็วของคลื่นวิทยุในอากาศ เท่ากับความเร็วของ

แสง = 3×10^8 เมตรต่อวินาที

f คือ ความถี่มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz)

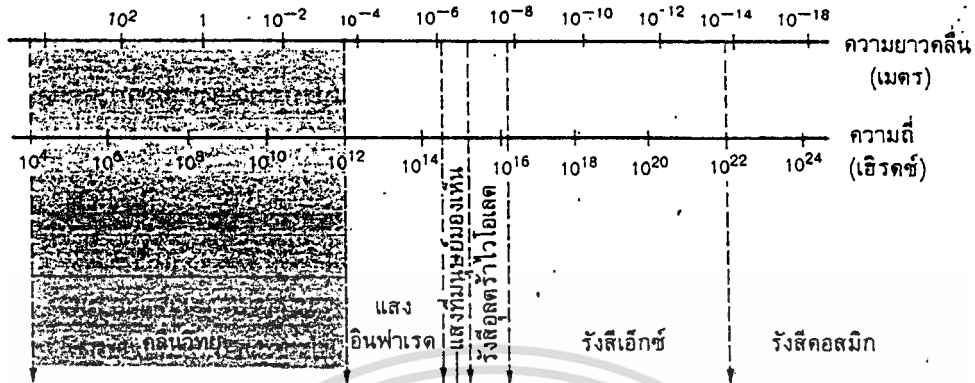
ตารางที่ 2.1 แสดงย่านความถี่ ความถี่ และความยาวคลื่น

ย่านความถี่	ความถี่	ความยาวคลื่น
very low frequency (VLF)	ต่ำกว่า 30 kHz	ยาวกว่า 10 km
low frequency (LF)	30 - 300 kHz	10 - 1 km
medium frequency (MF)	300 - 3000 kHz	1000 - 100 m
high frequency (HF)	3 - 30 MHz	100 - 10 m
very high frequency (VHF)	30 - 300 MHz	10 - 1 m
ultra high frequency (UHF)	300 - 3000 MHz	100 - 10 cm
super high frequency (SHF)	3 - 30 GHz	10 - 1 cm
extremely high frequency (EHF)	30 - 300 GHz	10 - 1 mm



รูปที่ 2.2 การแบ่งสเปกตรัมความถี่ของคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การแบ่งสเปกตรัมความถี่ของคลื่นวิทยุ

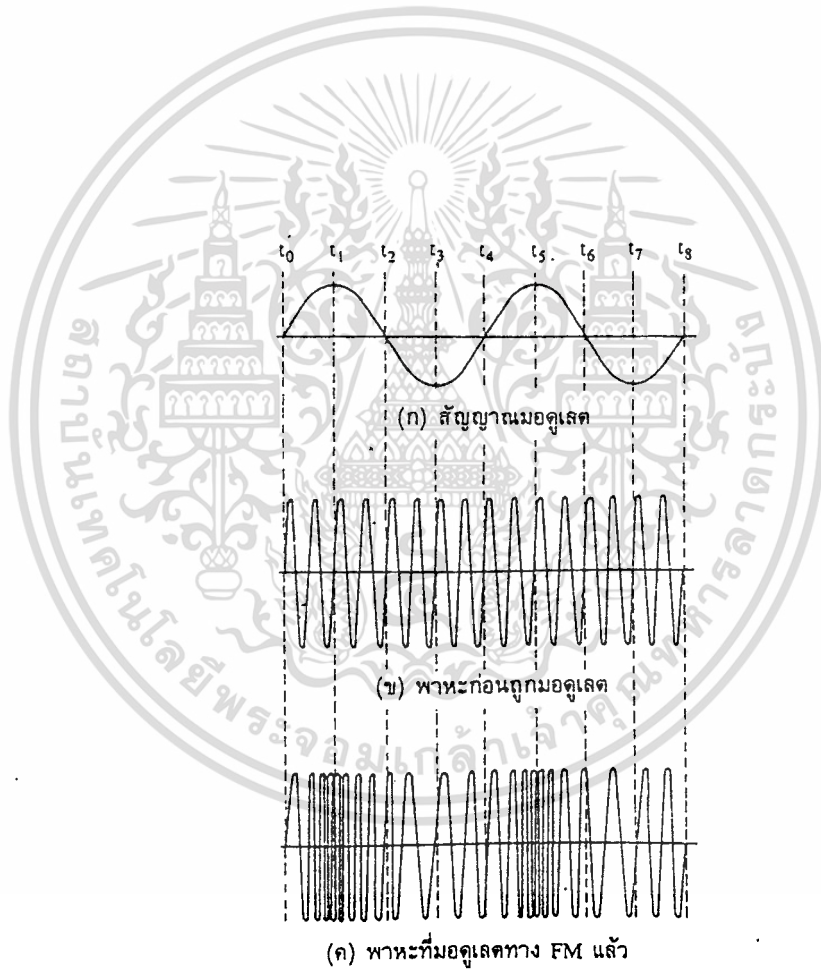
ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการใช้งานความถี่ในกิจการสื่อสารต่างๆ

ย่านความถี่	ตัวอย่างการใช้งานในกิจการสื่อสาร
VLF	โทรเลข โซนาร์
LF	วิทยุนำร่อง โทรพิมพ์ โทรเลข
MF	วิทยุกระจายเสียง การสื่อสารระยะปานกลาง
HF	การสื่อสารระยะไกล วิทยุกระจายเสียง
VHF	วิทยุกระจายเสียง การแพร่ภาพโทรทัศน์ การสื่อสารระยะไกล
UHF	การสื่อสารการบิน การสื่อสารระยะไกล
SHF	เรดาร์ การสื่อสารไมโครเวฟ ดาวเทียม
EHF	การสื่อสารทางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การมอดูเลททางความถี่

รูปคลื่นสัญญาณ FM เกิดจากสัญญาณมอดูเลท ดังรูปที่ 2.4(ก) เช่น สัญญาณเสียงซึ่งเป็นข่าวสารเข้าไปมอดูเลทลงบนสัญญาณพาหะ ดังรูปที่ 2.4(ข) สัญญาณพาหะหลังจากมอดูเลทแล้วในรูปที่ 2.4(ค) เป็นสัญญาณ FM อยู่ที่ความถี่กลาง เมื่อสัญญาณที่เข้ามามอดูเลทมีค่าทางบวกสูงสุด ความถี่ของพาหะจะเพิ่มขึ้นสูงสุด นั่นคือสัญญาณมอดูเลทถึงจุดสุดยอด (สัญญาณมอดูเลทมีขนาดสูงสุดนั่นเอง) ที่เวลา t_1



รูปที่ 2.4 การมอดูเลททางความถี่

ที่เวลา t_2 สัญญาณมอดูเลทลดลงเป็นศูนย์ ความถี่พาหะก็จะลดลงมา ที่ความถี่กลางดั้งเดิมหลังจากเวลาสัญญาณมอดูเลทมีค่าตกลงต่ำกว่าศูนย์กลายเป็นลบ พาหะจะมีความถี่ลดลงต่ำกว่าความถี่กลางและเมื่อเวลาสัญญาณมอดูเลทกลับเป็นศูนย์อีกครั้งหนึ่ง ความถี่ของพาหะก็จะกลับมายังความถี่กลางดั้งเดิมเช่นกัน ในช่วงเวลา t_4 ถึง t_8 ก็จะซ้ำแบบเดิมเรื่อยๆ ไปสรุปแล้วความถี่ของพาหะจะเปลี่ยนแปลงไปตามแอมพลิจูดของสัญญาณมอดูเลท และพาหะยังคงอยู่ที่ความถี่กลางเมื่อสัญญาณมอดูเลทเป็นศูนย์

ช่วงความถี่ที่พาหะ เบี่ยงเบนไปจากความถี่กลางเรียกว่า ความถี่เบี่ยงเบน (Frequency Deviation) หรือ ดีวีเอชเอ็น ตัวอย่างเช่น พาหะมีความถี่ 100 เมกะเฮิรตซ์ ลดลงต่ำสุดเป็น 99.9 เมกะเฮิรตซ์ และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 100.1 เมกะเฮิรตซ์ สลับไปมาเช่นนี้ หมายความว่าช่วงความถี่เบี่ยงเบนเท่ากับ บวกลบ 0.1 เมกะเฮิรตซ์หรือ บวกลบ 100 กิโลเฮิรตซ์

อัตราการเบี่ยงเบนความถี่ของสัญญาณ FM ขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณที่เข้ามอดูเลท นั่นคือ ความถี่ของสัญญาณที่เข้ามอดูเลทเป็นตัวกำหนดอัตราการเบี่ยงเบนความถี่ ส่วนแอมพลิจูดของสัญญาณมอดูเลทจะเป็นตัวกำหนดช่วงความถี่เบี่ยงเบน

กล่าวโดยสรุป สัญญาณ FM มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

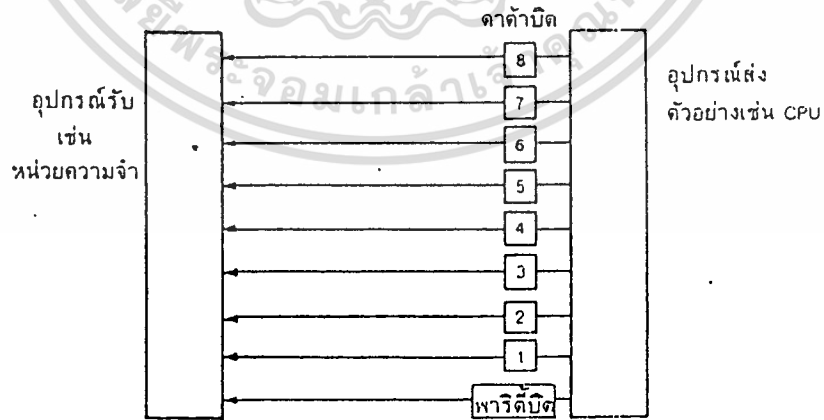
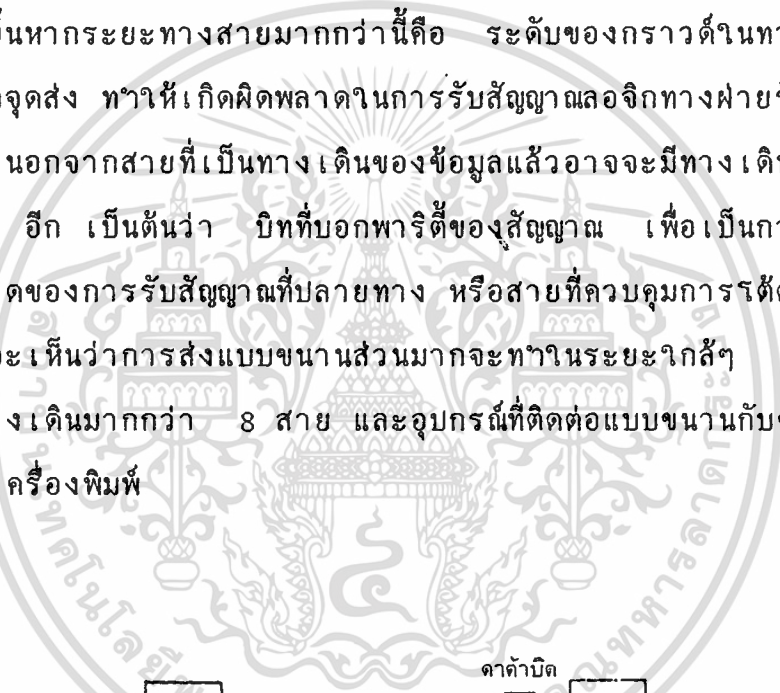
1. มีแอมพลิจูดคงที่ตลอด แต่ความถี่เปลี่ยนแปลงตามสัญญาณที่เข้ามามอดูเลท
2. อัตราการเบี่ยงเบนความถี่ของสัญญาณพาหะ มีค่าเท่ากับ ความถี่ของสัญญาณที่เข้ามามอดูเลท
3. ช่วงความถี่เบี่ยงเบน (หรือดีวีเอชเอ็น) เป็นสัดส่วนกับ แอมพลิจูดของสัญญาณที่เข้ามามอดูเลท

2.3 การโอนถ่ายข้อมูล

2.3.1 การโอนถ่ายข้อมูลแบบขนาน

ลักษณะของการส่งข้อมูลแบบขนาน ทำให้ได้โดยการส่งข้อมูลที่ละ 1 ไบต์คือ 8 บิต จากอุปกรณ์ส่งไปยังอุปกรณ์รับ ตัวกลางระหว่าง 2 เครื่องจะต้องมีช่องทางให้ข้อมูลเดินทางอย่างน้อย 8 ช่องทาง uly มากจะเป็นสายขนานให้กระแสไฟฟ้าวิ่งมากกว่าจะเป็นตัวกลางชนิดอื่น เนื่องจากมีสัญญาณสูญหายไปกับความต้านทานของสาย ระยะทางระหว่าง 2 เครื่องไม่ควรจะเกิน 100 ฟุต ปัญหาที่เกิดขึ้นหากระยะทางสายมากกว่านี้คือ ระดับของกราวด์ในทางไฟฟ้าที่จุดรับผิดไปจากจุดส่ง ทำให้เกิดผิดพลาดในการรับสัญญาณลอจิกทางฝ่ายรับ

นอกจากสายที่เป็นทางเดินของข้อมูลแล้วอาจจะมีทางเดินของสัญญาณควบคุมอื่นๆ อีก เป็นต้นว่า บิตที่บอกพาริตีของสัญญาณ เพื่อเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดของการรับสัญญาณที่ปลายทาง หรือสายที่ควบคุมการได้ตอบ (Hand-Shake) จะเห็นว่าการส่งแบบขนานส่วนมากจะทำงานในระยะใกล้ๆ เนื่องจากจะต้องมีช่องทางเดินมากกว่า 8 สาย และอุปกรณ์ที่ติดต่อแบบขนานกับคอมพิวเตอร์ก็เห็นได้แก่เครื่องพิมพ์

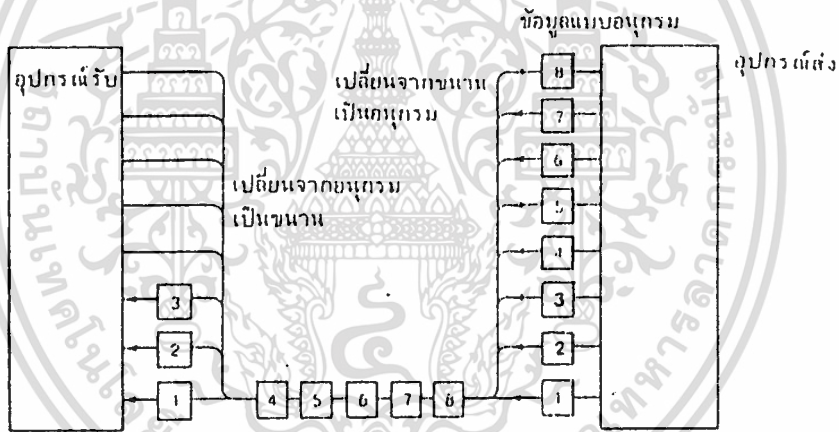


รูปที่ 2.5 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การรอนถ่ายข้อมูลแบบอนุกรม

ในการรอนถ่ายข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลที่ถูกส่งออกมาที่ละบิตระหว่างจุดส่งและจุดรับ จะเห็นว่าการส่งข้อมูลแบบนี้จะช้ากว่าแบบขนานที่ทีกล่าวมาแล้วแน่นอนแล้วทำไมต้องส่งแบบนี้ คำตอบก็คือ ตัวกลางการสื่อสารต้องการเพียงช่องเดียวหรือสายเพียงคู่เดียว ค่าใช้จ่ายในสื่อกลางจะต้องถูกกว่าแบบขนานอย่างแน่นอนสำหรับการส่งระยะไกลๆ โดยเฉพาะเมื่อเรามีระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์ไว้ใช้งานอยู่แล้วย่อมจะเป็นการประหยัดกว่าที่จะทำการติดต่อสื่อสารทีละ 8 ช่องเพื่อการถ่ายรอนข้อมูลแบบขนานอย่างแน่นอน



รูปที่ 2.6 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

รูปที่ 2.6 แสดงให้เห็นการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจากจุดส่งจะถูกเปลี่ยนให้เป็นอนุกรมเสียก่อน แล้วค่อยทยอยส่งออกทีละบิตไปยังจุดรับ ณ ที่จุดรับจะต้องมีกลไกในการเปลี่ยนข้อมูลที่ส่งมาทีละบิต ให้เป็นสัญญาณแบบขนานซึ่งลงตัวพอดี นั่นคือ บิต 1 ลงที่บัสข้อมูลเส้นที่ 1 พอดี การที่จะทำให้เกิดการแปลงสัญญาณจากอนุกรมทีละบิต ให้หลังพอดีนั้นจำเป็นต้องมีกลไกที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการรับ กลไกที่วางนี้แบ่งเป็น 2 แบบคือ

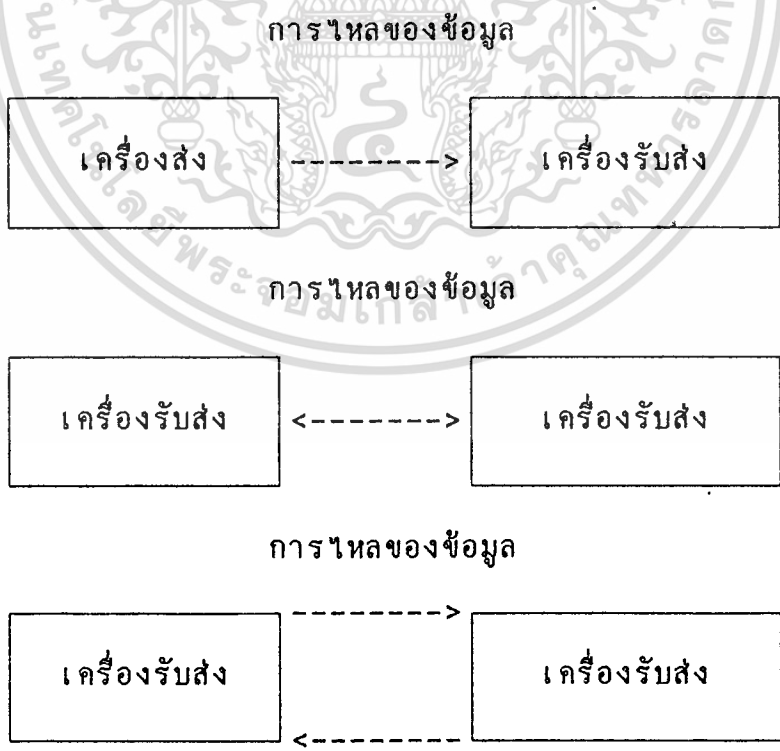
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสื่อสารแบบซิงโครนัส
2. การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

2.4 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม

การติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมอาจจะแบ่งตามรูปลักษณะได้ 3 แบบตามรูปที่ 2.7

1. แบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) ข้อมูลส่งได้ในทางเดียวเท่านั้นบางครั้งก็เรียกว่าการส่งทิศทางเดียว (Unidirectional data bus)
2. แบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half duplex) ข้อมูลสามารถส่งได้ทั้งสองสถานี แต่จะต้องผลัดกันส่งผลัดกันรับ จะส่งและรับพร้อมกันไม่ได้
3. แบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full duplex) ทั้งสองสถานีสามารถรับและส่งได้ในเวลาเดียวกัน



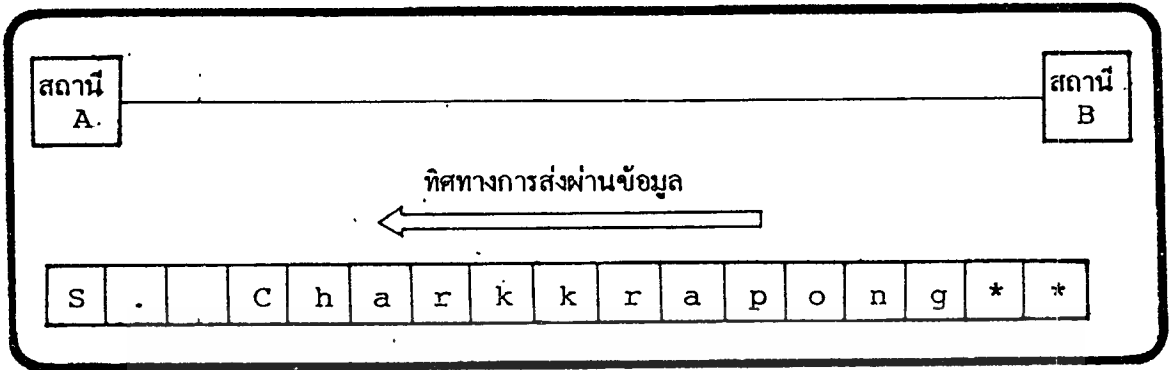
รูปที่ 2.7 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับนางสาวสุภาวดี อธิสุข วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission)

การส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัส จะทำการจัดกลุ่มของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ และทำการส่งข้อมูลทั้งกลุ่มไปพร้อมกันทีเดียว เราเรียกกลุ่มของข้อมูลนี้ว่า "block of Data" และในการส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัสนี้ช่วงระยะเวลาของแต่ละบิตที่ทำการส่งจะใช้เวลาเดียวกัน และในการส่งผ่านทั้งตัวอักษร ตัวอักษรตัวแรกและตัวถัดไปจะไม่มีอะไรมาคั่น (ภายในบล็อกเดียวกัน) ดังนั้น ช่วงเวลาระหว่างบิตสุดท้ายของตัวอักษรกับบิตแรกของตัวอักษรถัดไป เวลานี้จะเป็นศูนย์นั่นเอง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งการคิดเวลาของการส่งผ่านจะต้องคิดในรูปแบบของเวลารวมทั้งหมดของการส่งผ่านตัวอักษรที่สมบูรณ์เป็นตัวๆ ไป ถ้าพิจารณากันแล้ว เราจะเห็นแนวโน้มว่ารูปแบบของระบบส่งผ่านข้อมูลนี้มีแนวโน้มที่จะยึดหลักการส่งผ่านข้อมูลอยู่ในรูปของรหัส 1,0 หรือเลขฐาน 2 นั่นเอง โดยที่ข้อความที่ต้องการส่งนั้นจะอยู่ในรูปของบิตจำนวนหนึ่งตามที่เข้ารหัสกันไว้โดยไม่มียึดหลักที่ว่า จะแบ่งความยาวของตัวอักษรลงด้วยขนาดความยาวที่แน่นอน

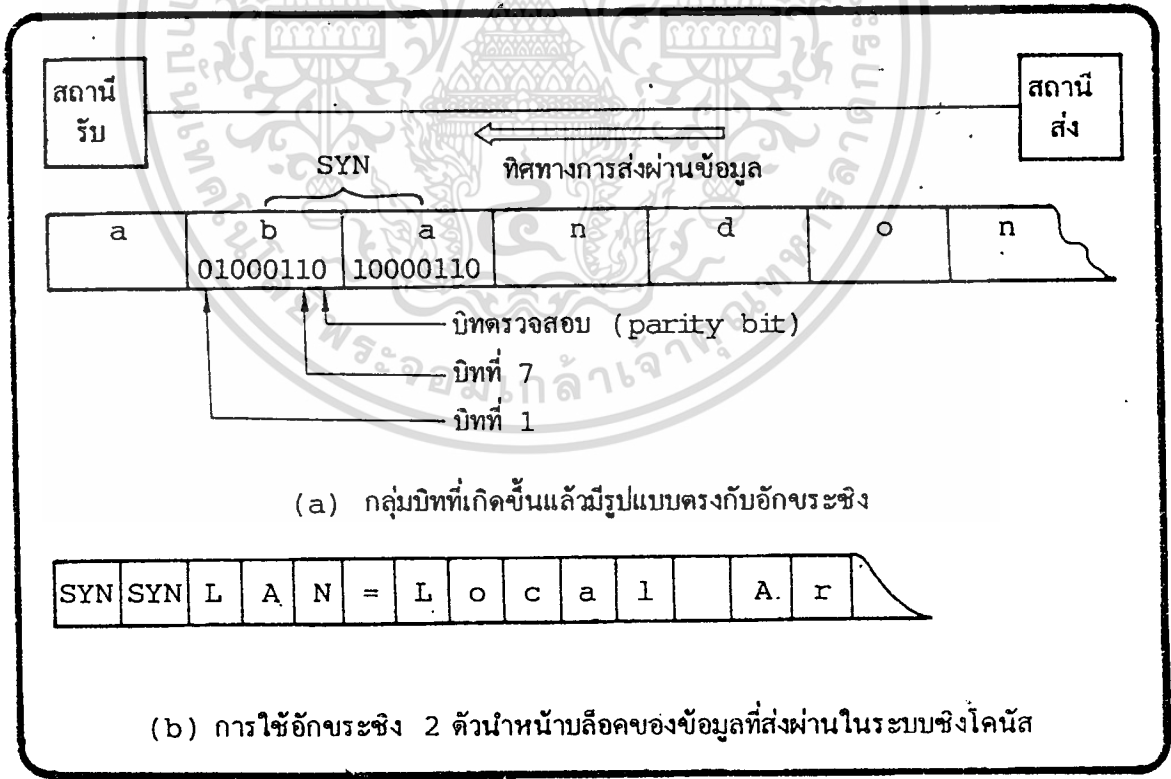
จากรูป 2.8 แสดงให้เห็นการเอากลุ่มตัวอักษร (ข้อความที่ต้องการส่งผ่าน) มาเรียงต่อกันเพื่อเตรียมส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัส เราจะเห็นได้ว่าตัวอักษรที่นำมาต่อกันเรียงติดกันโดยไม่มีที่ว่างระหว่างตัวอักษรเลย หรือตามที่กล่าวมาแล้วว่าช่วงเวลา ระหว่างบิตสุดท้ายของตัวอักษรตัวแรกกับบิตแรกของตัวอักษรถัดไปเท่ากับศูนย์นั่นเอง ในเมื่อรูปแบบการส่งผ่านข้อมูล เป็นเช่นนี้อุปกรณ์รับข้อมูลจะต้องทราบอะไรบ้าง จึงจะระบุลงไปว่าส่วนนั้นๆ เป็นกลุ่มบิตของตัวอักษรที่ถูกเข้ารหัสกันมาสิ่งที่อุปกรณ์รับข้อมูลจะต้องทราบก็คือ บิตใดเป็นบิตแรกของตัวอักษรตัวแรก ขนาดของตัวอักษร (จำนวนบิตที่ใช้แทนหนึ่งตัวอักษร) และอีกประการหนึ่งก็คือ ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล อุปกรณ์รับข้อมูลจึงจะจัดกลุ่มของบิตออกเป็นกลุ่มๆ เพื่อแทนค่ากลับเป็นตัวอักษรต่างๆ ที่รับเข้ามา อย่างเช่นกรณีข้อมูลที่ส่งผ่านมาอยู่ในรูปของรหัสแอสกี (ASCII) ตัวอักษรแต่ละตัวจะถูกเข้ารหัสเป็นรูป 8 บิตแทนหนึ่งตัวอักษร โดยมีบิตแรกเป็นบิตตรวจสอบ ดังนั้นอุปกรณ์รับข้อมูลจะตัดบิตออกเป็นกลุ่มละ 8 บิตเพื่อนำมาตีความเป็นตัวอักษรแต่ละตัวนั่นเอง



รูปที่ 2.8 แสดงการต่อเนื่องของข้อความที่ถูกส่งผ่านแบบซิงโครนัส

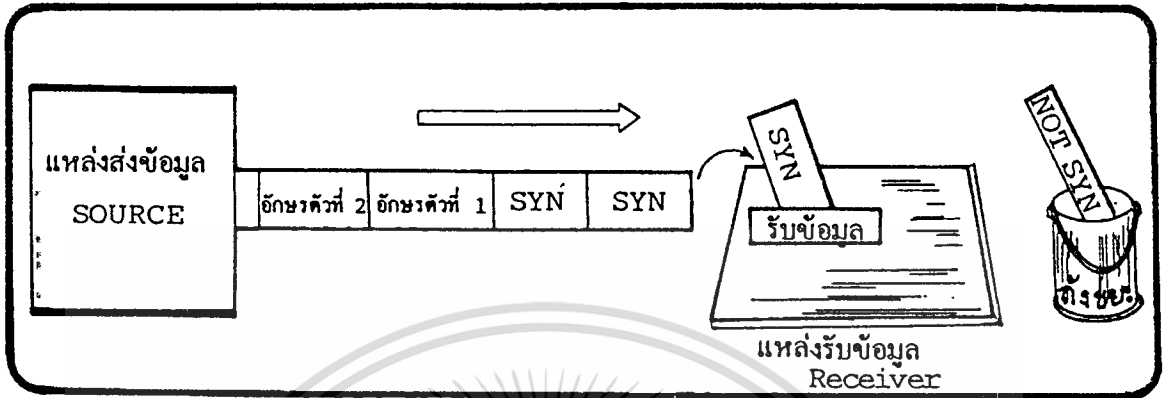
สำหรับวิธีการที่จะระบุลงไปได้ว่า บิตใดเป็นบิตแรกของตัวอักษรตัวแรกนั้นมีวิธีการดังนี้ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ข้อมูลที่ถูกส่งผ่านโดยวิธีการซิงโครนัสจะถูกจับมารวมกันเป็นกลุ่มของข้อมูล (Block of data) และที่ส่วนต้นของบล็อกเราใส่ตัวอักษร SYN ซึ่งเป็นอักขระพิเศษที่ใช้ในการควบคุมการส่งผ่านข้อมูล โดยที่อักขระซิง (SYN Character) มีรูปแบบของบิตคือ 00010110 (มีบิตตรวจสอบแบบเลขคี่ Odd parity) และอุปกรณ์รับข้อมูลจะคอยตรวจสอบว่าบิตที่วิ่งมาว่าส่วนใดตรงกับอักขระซิงบ้าง เมื่อพบอักขระซิงแล้วอุปกรณ์รับข้อมูลจะทราบได้ทันทีว่าถึงจุดเริ่มต้นที่ตัดกลุ่มของบิตกลุ่มละ 8 บิต เพื่อแทนตัวอักษรได้ และตัวอักษรหลาย ๆ ตัวที่ดีความได้ก็คือ ข้อความที่ถูกส่งมาในแต่ละบล็อกแต่การใส่ตัวอักขระซิงเพียงตัวเดียว ใส่ไว้ที่ส่วนต้นของบล็อกยังเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง เพราะในบางกรณีขบวนของบิตที่แทนตัวอักษร มีบางช่วงที่ไปตรงกับรูปแบบของบิตของอักขระซิงได้ ถ้าพิจารณาจากรูป 2.9 จะเห็นว่าถ้าส่งข้อความที่มีตัวอักษร b และ a ติดกัน 4 บิตท้ายของตัวอักษร b ต่อกัน 4 บิตแรกของตัวอักษร a ตรงกับอักขระซิงพอดีจะทำให้อุปกรณ์รับข้อมูลตีความผิดได้ ดังนั้น วิธีการแก้ไขข้อ

ผิดพลาดที่จะเกิดได้จากกรณีเช่นว่านี้โดยการใช้อักขระซิง (SYN Character) 2 ตัวใส่ไว้ที่ส่วนต้นของบล็อกดังแสดงในรูป 2.9 (b) และอุปกรณ์รับข้อมูลก็ต้องทราบข้อตกลงนี้เป็นอย่างดี โดยที่ทันทีที่ตรวจพบอักขระซิง จะดูอีก 8 บิตถัดไปว่าเป็นอักขระซิงด้วยหรือไม่ ถ้าใช่จะเริ่มต้นรับว่าทุกๆ บิตที่ตามมาคือ ตัวอักษรแต่ละตัว กรณีไม่ใช่ก็จะเริ่มตรวจหาอักขระซิงต่อไป หรือกล่าวได้ว่าเครื่องรับ จะปรับตัวเข้าสู่ภาคการค้นหาอักขระซิง (Look for Sync mode) และเมื่อพบอักขระซิงอย่างน้อย 2 ตัวก็จะเริ่มเข้าสู่ขบวนการจัดกลุ่มบิตกลุ่มละ 8 บิตแทนตัวอักษรหรือข้อมูลที่ได้รับ ดังรูป 2.9 และรูป 2.10 คือขบวนการรับข้อมูลที่ส่งผ่านมาจากระบบเชิงโคเน็ส ในบางระบบการใช้อักขระซิง นำหน้ากลุ่มข้อมูลอาจใช้อักขระซิงถึง 3-4 ตัวก็ได้ เพื่อความแน่นอนในการส่งผ่านข้อมูลแบบเชิงโคเน็สที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

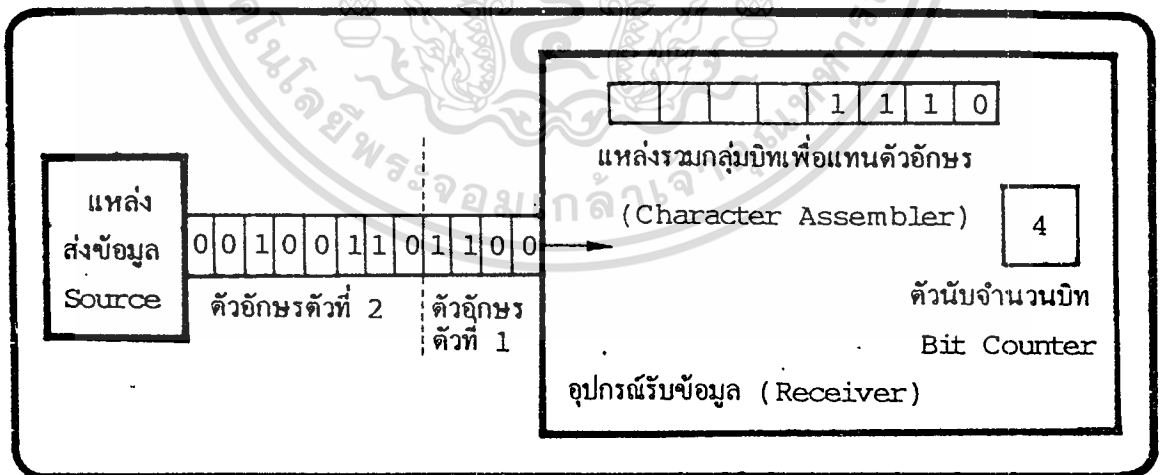


2.9 แสดงรูปแบบการใช้อักขระซิงนำหน้ากลุ่มตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงเปรียบเทียบอุปกรณ์รับข้อมูลตรวจหาอักขระซิงในระบบซิงโครนัส



รูปที่ 2.11 แสดงการตัดแฉของบิตออกกลุ่มละ 8 บิตเพื่อแทนตัวอักษรของอุปกรณ์รับข้อมูลในระบบการส่งผ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous (Start/Stop Transmission))

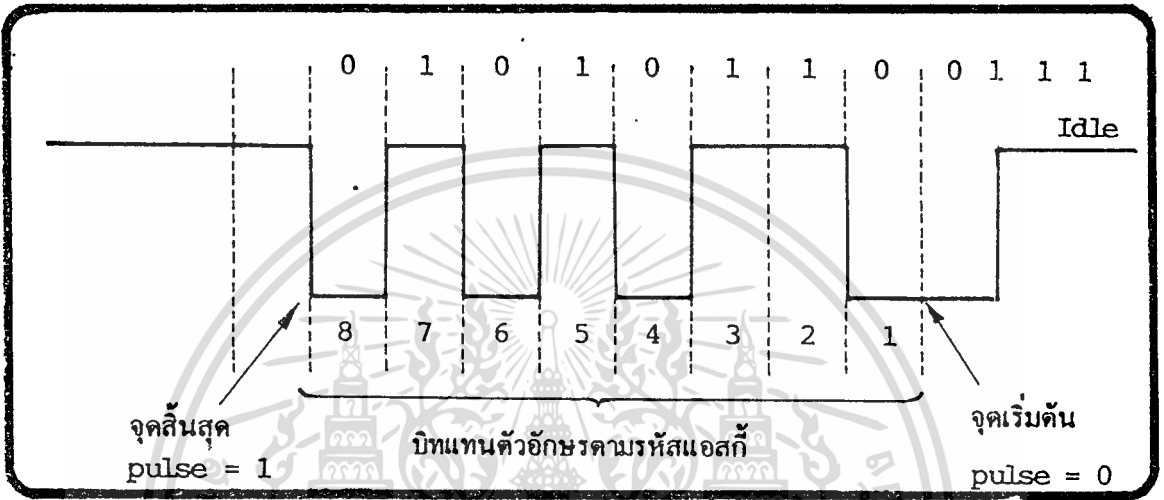
การส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนี้ เป็นระบบในการจัดส่งตัวอักษรตัวใดตัวหนึ่งไปบนทันทีทันใดซึ่งจะเป็นเวลาใดๆ ก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องกำหนดความสัมพันธ์กับตัวอักษรตัวอื่นๆ เราอาจจะส่งตัวอักษรเรียงติดกันไปเลยโดยไม่มีที่ว่างระหว่างตัวอักษรคล้ายกับกรณีของการส่งสัญญาณแบบซิงโครนัสก็ได้ หรืออาจนานๆ ส่งไปสักหนึ่งตัวอักษรก็ได้ ในกรณีเช่นนี้เครื่องรับปลายทางจะต้องสร้างลักษณะของซิงโครนัสขึ้นมาใหม่สำหรับตัวอักษรแต่ละตัว เครื่องรับปลายทางจะต้องรู้จักว่าสิ่งที่ส่งมานั้น มีบิตแรกของตัวอักษรอยู่ที่ใด ดังนั้นหน้าตัวอักษรแต่ละตัวเรา จะใส่บิตลักษณะพิเศษเพื่อถือเป็นจุดเริ่มต้น (Start pulse) ซึ่งเมื่อเครื่องรับพบบิตแบบนี้จะทราบได้ทันทีว่านี่คือจุดเริ่มต้นของตัวอักษร

เครื่องรับสัญญาณปลายทางจะตรวจพบบิตแสดงจุดเริ่มต้น (Start-pulse) ได้โดยตรวจสอบสถานะทางไฟฟ้าของสายส่งนั่นเอง คล้ายกับตัวเราเป็นผู้รับสัญญาณแล้วดูที่สายส่งว่าขณะนั้นๆ มีสถานะเป็น 1 หรือ 0 (คือมีไฟหรือไม่มีไฟนั่นเอง) ในขณะที่สายส่งรักษาระดับไฟคงที่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง นั้นแสดงว่าไม่มีการส่งข้อมูลมาเลยลักษณะของสายส่งในลักษณะนี้จะเรียกว่า Idle Line และเพื่อความสะดวกจะให้สถานะของ Idle Line มีระดับทางไฟฟ้าเป็น 1 (ในบางระบบจะเรียกสถานะ Idle Line นี้ว่า mark condition) สำหรับสถานะทางไฟฟ้าที่ตรงข้ามกับสถานะ Idle Line คือสถานะทางไฟฟ้าที่เป็น 0 และในบางระบบจะเรียกสถานะนี้ว่า space condition หรือสถานะว่างเปล่า หรืออาจเรียกอีกอย่างว่าสถานะสายเปิด (Open line) จะสังเกตได้ว่าสถานะ Idle Line นี้เป็นสถานะที่ตัวส่งสัญญาณส่งค่าบิตเป็น 1 มาติดกันโดยตลอด

เมื่อมีความต้องการที่จะส่งตัวอักษร เครื่องส่งสัญญาณ (Transmitter) จะใส่บิต 0 มาหน้ากลุ่มของบิตที่แทนตัวอักษรนั้น ซึ่งบิตที่นำหน้านี้จะทำหน้าที่เป็นบิตนำหน้า เพื่อบ่งบอกว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการส่งตัวอักษร ถ้าพิจารณาในแง่ของลักษณะสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งแสดงไว้ในรูป 2.12 เครื่องส่งสัญญาณจะสร้างบิตเริ่มต้น (Start Bit หรืออาจเรียกว่า Start Pulse ก็ได้) โดยการสับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนสถานะของสายส่งจากการรักษาระดับไฟคงที่ (Idle Line) ซึ่งถือเป็น 1 เข้าสู่สถานะ 0 โดยใช้เวลาเพียงบิตเดียว พร้อมกันนี้ข้อความที่ต้องการส่งก็จะตามบิตเริ่มต้นเข้าสู่เครื่องรับต่อไป



รูป 2.12 แสดงการส่งตัวอักษร 1 ตัวแบบอะซิงโครนัส

เมื่อเครื่องรับสัญญาณตรวจพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงจากสถานะ 1 ไปสู่สถานะ 0 ก็จะมีการเทียบกับสัญญาณนาฬิกาทันที ภายหลังจากผ่านพ้นไปได้ครึ่งบิต สัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวบอกเครื่องรับให้ตรวจสอบสถานะของสายส่ง ถ้ายังคงอยู่ในสถานะ 0 ถ้าตรวจสอบสถานะของสายส่งแล้วได้บิต 0 อยู่ เครื่องก็จะเริ่มตรวจรับรหัสของตัวอักษรนั้น แต่ถ้าในจุดเริ่มต้นนี้ เครื่องรับพบว่าบิตที่เข้ามาที่แรกมีสถานะเป็น 1 เครื่องรับจะวิเคราะห์ว่า ที่จุดเริ่มต้นที่มีการเปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 นี้เป็นสัญญาณรบกวน (Noise) ช่วงสั้นๆ และการจะหยุดตรวจสถานะสายส่ง เพราะไม่ต้องการรวมบิตเป็นตัวอักษรอีกต่อไป (ถ้าเครื่องรับสัญญาณรับรหัส 1,0 ที่มีการส่งผ่านมาจริงๆ โดยไม่มีการตรวจทาน โดยวิธีที่กล่าวมาแล้ว สัญญาณรบกวนอาจเป็นสาเหตุให้มีการนับบิตรวมเป็นตัวอักษรขึ้นมาได้ ซึ่งถือว่าตัวอักษรที่เกิดขึ้นในกรณีเช่นนี้เป็นขยะของการส่งผ่านข้อมูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับสัญญาณพิกาทที่เครื่องรับจะทำให้เกิดการชิงโรคนัส ที่ตอนต้นของตัวอักษรที่กำลังรับเข้ามา วดยเราอาจมองาให้เกิดการแตกต่างกันไปได้เล็กน้อยระหว่างความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลกับสัญญาณพิกาทที่เครื่องรับใช้ ณ ที่จุดสิ้นสุดของแต่ละตัวอักษรที่ส่งมา Stop pulse จะถูกส่งมายังเครื่องรับเพื่อทำให้เกิดสภาวะคงที่ก่อนที่ตัวอักษรอื่นจะตามมา ดังแสดงไว้ในรูป 2.12 เราจะเห็นว่า กลุ่มบิทที่แทนค่าของตัวอักษรถูกปิดหัวปิดท้ายไว้ด้วย start bit และ Stop bit ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ในบางครั้งจึงมีการเรียกรการส่งผ่านข้อมูลแบบอะชิงโรคนัสนี้ว่า การส่งผ่านข้อมูลแบบเริ่มต้น/หยุด (Start/Stop transmission)

สัญญาณหยุด (Stop pulse) จะถือเอาสภาวะของสายเป็น 1 ระดับที่ถือว่า เป็นหนึ่งนี้ถ้าจะถือ เป็นโวลต์หรือมีกระแสไฟก็แล้วแต่และจะมีค่า เป็นที่โวลต์นั้นยอมแปร เปลี่ยนไปไม่แน่นอนขึ้นอยู่กัแต่ละระบบว่าออกแบบมาเช่นไร สำหรับการส่งผ่านข้อมูลที่มีรูปแบบ เป็นรหัสแอสกีอาจใช้สัญญาณหยุด (Stop pulse) ด้วยความยาวของ 1 บิทหรือ 2 บิทก็ได้ และสำหรับระบบของบอด (Baudot-System) สัญญาณหยุด มักจะมีความยาวเท่ากับ 1.5 บิท แต่อย่างไรก็ตาม อาจมีบางกรณีใช้สัญญาณหยุดที่มีความยาว 1.42 บิท จุดประสงค์ดั้ง เดิมของสัญญาณหยุดที่ใช้ในยุค เริ่มแรกใช้ เพื่อบอกจุดสิ้นสุดแก่อุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประเภทเครื่องพิมพ์ (ไม่ใช่ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนดังปัจจุบัน) วดยใช้กับตัวอักษรหนึ่งๆ ที่มีการส่งมายังอุปกรณ์นี้ ดังนั้น อุปกรณ์เครื่องรับปลายทางจะรับข้อมูลที่ส่งผ่านเข้ามา เป็นบิทและระหว่างช่วงเวลาที่เกิดสัญญาณหยุด เครื่องจะต้องตีความหมายด้วยว่าจะต้องทำอะไรกับข้อมูลที่ได้รับมานี้ (ดัง เช่นต้องเจาะรูบน เทปกระดาษ หรือว่าจะต้องพิมพ์ข้อมูลที่ได้รับเข้ามานั้น)

ด้วยเหตุนี้ความยาวสัญญาณหยุด (Stop pulse) จึงมีผลถึงการให้ เวลาเครื่องรับปลายทางด้วยว่าจะทำอะไรกับตัวอักษรที่รับเข้ามา จึงจะสามารถรับตัวอักษรตัวต่อไปได้ ในยุคแรกๆ อุปกรณ์รับข้อมูลปลายทางที่ใช้รูปแบบ แทนตัวอักษรด้วยรหัสแอสกี ต้องใช้สัญญาณหยุด ที่มีความยาวถึง 2 บิท จึงจะทำให้การทำงานของเครื่อง เสร็จและพร้อมจะรับตัวอักษรอื่นต่อไป แต่ในยุคปัจจุบันนี้ ความ เจริญทาง เทคโนโลยีช่วยให้ อุปกรณ์ของ เครื่อง เหล่านี้ มีน้ำหนักเบาและมี

ความเร็วในการทำงานสูงขึ้นมา ก็จะทำให้เครื่องรับสัญญาณปลายทางตีความหมายของตัวอักษร พร้อมทั้งทำงานอื่นที่ต้องการต่อตัวอักษรนั้นเสร็จภายในระยะเวลาเพียง 1 บิต ดังนั้นในยุคปัจจุบันนี้ การส่งผ่านข้อมูลในรูปแบบของรหัสแอสกีใช้สัญญาณหยุดเพียง 1 บิต เท่านั้น

2.7 บิตตรวจสอบ (The parity bit)

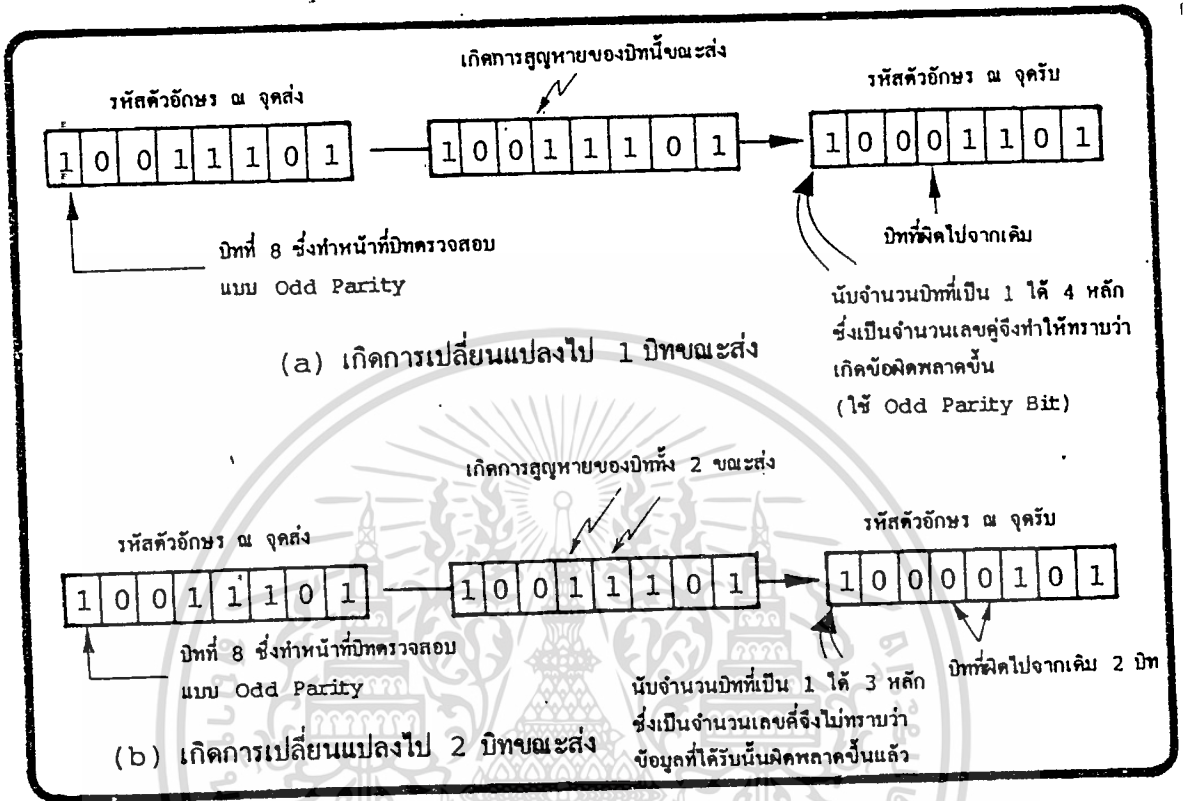
ตามรูปแบบของรหัสแอสกี ซึ่งประกอบด้วยบิตที่ 1 ถึง 7 นั้น เมื่อมีการส่งผ่านข้อมูลไปตามระบบสื่อสารจะเพิ่มบิตที่ 8 เข้าไปอีก 1 บิต เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่งผ่านมาตามสายส่งสัญญาณ ซึ่งมีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ การตรวจจำนวนคี่ (Odd Parity) และการตรวจจำนวนคู่ (Even Parity)

สำหรับการตรวจจำนวนคี่ หมายถึง การส่งข้อมูลไป 1 ตัวอักษรที่ถูกเข้ารหัสเป็นรหัสแอสกี 7 บิตเพิ่มด้วยบิตที่ 8 ซึ่งเป็นบิตตรวจสอบจะต้องนับบิตที่มีค่าของ "1" อยู่เป็นจำนวนคี่ เช่น ถ้านับบิตที่เป็น 1 ของรหัสแอสกีเป็นจำนวนคู่แล้วบิตตรวจสอบที่เพิ่มเข้าไปเป็นบิตที่ 8 จะต้องมีค่าเป็น 1 เพื่อให้นับรวมได้จำนวนคี่ แต่ถ้าข้อมูลตัวที่ส่งไปนั้นมีรหัสแอสกีนับบิตที่เป็น 1 ได้เป็นจำนวนคี่อยู่แล้ว บิตตรวจสอบที่เพิ่มเข้าไปเป็นบิตที่ 8 จะต้องมีค่าเป็น 0

สำหรับการตรวจจำนวนคู่ จะมีหลักการเดียวกัน เพียงแต่นับจำนวนบิตที่มีค่าเป็น 1 รวมทั้ง 8 บิต (คือ รวมทั้ง Parity Bit ด้วย) จะต้องเป็นจำนวนคู่ จะเห็นว่าใช้หลักเกณฑ์เดียวกันซึ่งมีวิธีการตรงกันข้ามนั่นเอง ตัวอย่างเช่น ตัวอักษรตามตารางแอสกี ตรงตำแหน่งที่ 3/07 มีรหัสแอสกีคือ 0110111 ถ้าเพิ่มบิตที่ 8 เข้าไปด้วยแบบการตรวจจำนวนคี่ค่าของบิตที่ 8 จะมีค่าเป็น 0 ดังนั้น ข้อมูลทั้ง 8 บิตที่ส่งไปคือ 00110111 แต่ในทางกลับกันถ้าใช้การตรวจจำนวนคู่ค่าของบิตที่ 8 จะต้องมีค่าเป็น 1 ซึ่งทำให้รูปแบบข้อมูลทั้ง 8 บิตที่ส่งไปคือ 10110111 (ขอให้สังเกตว่าบิตที่ 8 คือบิตที่อยู่ทางซ้ายสุดส่วนบิตที่ 1 คือบิตทางขวาสุด)

กรณีที่ใช้การตรวจสอบจำนวนบิต (Parity Bit) นี้เป็นการตรวจสอบแบบง่าย ๆ และตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ไม่มากนัก โดยที่ก่อนจะมีการส่งสัญญาณของข้อมูลไปตามสายส่งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งจะทำการเพิ่มบิตตรวจสอบนี้ให้เองเป็นบิตที่ 8 ซึ่งขึ้นกับระบบที่ใช้ว่า การตรวจสอบจะใช้แบบจำนวนคี่หรือจำนวนคู่ จากนั้นจะส่งข้อมูลผ่านไปตามสายส่งสัญญาณ โดยบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (least significant bit) หรือบิตที่ 1. ส่งไปก่อนและบิตอื่นๆจะตามไปในรูปแบบของขบวนว่าถูกต้องหรือไม่ตามระบบที่ใช้อยู่ (คี่หรือคู่) ถ้าถูกต้องก็ถือว่า ข้อมูลที่ได้รับเชื่อถือได้

จากรูป 2.13(a) เป็นการส่งผ่านข้อมูลในระบบการตรวจสอบจำนวนคี่ (Odd Parity) และขณะที่สัญญาณผ่านไปตามสายส่งข้อมูลบิตที่มีค่าเป็น 1 หายไป 1 บิต เมื่ออุปกรณ์รับข้อมูลได้แล้วจะทราบได้ว่า ข้อมูลที่ได้รับมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นขณะทำการส่งผ่านมาตามสายส่ง ส่วนรูป 2.13(b) ข้อมูลที่มีบิตมีค่าเป็น 1 สูญหายไปจำนวน 2 บิต อุปกรณ์รับข้อมูลจะไม่ทราบเลยว่าข้อมูลที่ได้รับมีการผิดพลาดเกิดขึ้นขณะส่ง จึงพอสรุปได้ว่า การตรวจสอบโดยวิธี Parity Bit ยังไม่เพียงพอที่จะตรวจสอบความถูกต้องอย่างแท้จริงในการส่งผ่านข้อมูล จึงต้องมีวิธีการที่ดีกว่านี้ที่สามารถตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ข้อมูลได้ ไม่ว่าจะเกิดการสูญหายของบิตไปกี่บิตก็ตาม



รูปที่ 2.13 แสดงการส่งผ่านข้อมูลของรหัสแอสกีโดยใช้การตรวจสอบแบบ Odd-Parity

2.8 โครงสร้างสถาปัตยกรรม MCS-51

ลักษณะหลักทั่ว ๆ ไปของ MCS-51 จะประกอบด้วย

1. ใช้ HMOS และ CHMOS เทคโนโลยีในการสร้างและทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟขนาด 5 V. เพียงแหล่งเดียว
2. ซีพียูมีขนาดคำ 8 บิต
3. มีวงจรรอสซิลเลเตอร์ และวงจรมอดูเลชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ชุดแบ่งคี่ (BANK) เรจิสเตอร์มี 4 ชุด แต่ละชุดมีเรจิสเตอร์ 8 ตัว
5. มีตัวจับเวลา/ตัวนับ ขนาด 16 บิต 2 ชุด
6. มีพอร์ตไอโอแบบขนานสองทิศทางจำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต รวมทั้งหมดเป็น 32 เส้นแต่จะเหลือเพียง 16 เส้นสำหรับ เบอร์ 8031 อีก 16 เส้นจะใช้ในการเข้าถึงทางแอดเดรสและ ข้อมูล
7. พอร์ตแบบอนุกรมสามารถที่จะโปรแกรมการรับส่งแบบ Full-Duplex ที่ความเร็วสูง
8. หนึ่งวัฏจักรคำสั่งจะกินเวลา 1 ไมโครวินาที ด้วยการใช้ คริสตัล 12 เมกกะเฮิร์ตซ์
9. แอดเดรสข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
10. แอดเดรสโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
11. สามารถกำหนดเลขที่อยู่ข้อมูลขนาดไบต์หรือบิตได้โดยตรง
12. มีซอฟต์แวร์บิตแฟลคสำหรับผู้ใช้ที่จะกำหนดเองได้ถึง 128 ตำแหน่งบิต
13. โครงสร้างอินเตอร์รัพต์จะติดตั้งได้ถึง 5 แหล่ง และ 6 แหล่ง
14. ตัวพรเซสเซอร์สามารถใช้งานแบบบูลีน (Boolean) ได้ สำหรับการเข้ากับกระบวนการงานควบคุม
15. มีคำสั่งคูณและหารทางฮาร์ดแวร์ที่ทำได้ภายใน 4 ไมโครวินาที
16. ตัวเลขทางคณิตศาสตร์ ใช้ได้ทั้งระบบไบนารี และ เดซิมีล
17. การใช้งานที่สแตกสำหรับโปรแกรมย่อยต่างๆ ทำได้กว้างกว่า MCS-48
18. ชุดคำสั่งของ MCS-51 จะมีความสามารถสูงกว่าคำสั่งของ MCS-48

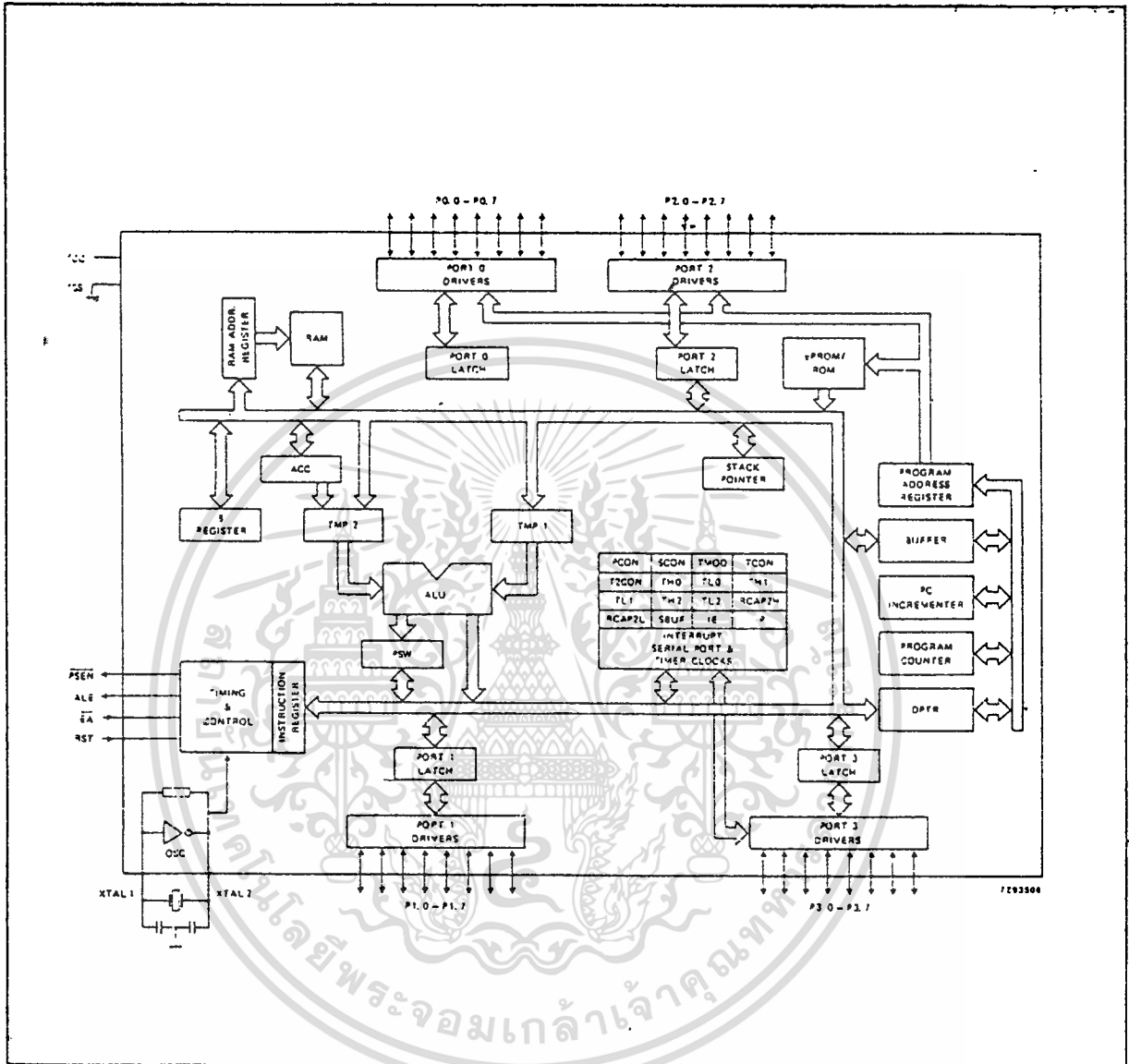
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตระกูล MCS-51 จะมีทั้งแบบมี ROM ในตัว หรือไม่มี ROM หรือมี EPROM บนชิปเดียวกันและจะมีตำแหน่งขาที่เหมือนกัน ตารางที่ 2.3 แสดงถึง ตารางรายละเอียดของ เบอร์ต่างๆ ในตระกูล MCS-51 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

เบอร์	หน่วยความจำภายใน		ตัวจับเวลา/ ตัวนับจำนวน	อินเทอร์รัพท์
	โปรแกรม	ข้อมูล		
8052 AH	8K x 8 ROM	256 x 8 RAM	3 x 16 BIT	6
8051 AH	4K x 8 ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 BIT	5
8051	4K x 8 ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 BIT	5
8032 AH	NO ROM	256 x 8 RAM	3 x 16 BIT	6
8031 AH	NO ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 BIT	5
8031	NO ROM	128 x 8 RAM	2 x 16 BIT	5
8751 H	4Kx8 EPROM	128 x 8 RAM	2 x 16 BIT	5
8752 H	8Kx8 EPROM	256 x 8 RAM	3 x 16 BIT	6

ตารางที่ 2.3 ตารางรายละเอียดของตระกูล MCS-51

2.9 การจัดการทางสถาปัตยกรรม



รูปที่ 2.14 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51

รูปที่ 2.14 เป็นบล็อกไดอะแกรมที่แบ่งตามลักษณะงานทางสถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51 โดยซึ่งเกิดขึ้นแต่ละตัวของตระกูลนี้จะประกอบด้วยหน่วยศูนย์กลางประมวลผล หน่วยความจำสองชนิด คือ RAM กับ ROM หรือ EPROM พอร์ตเอาต์พุต อินพุต ไรต์เรจิสเตอร์สถานะและข้อมูล ส่วนวงจรตรรกในการ RANDOM ที่จำเป็นสำหรับตัวแปรของฟังก์ชันการต่อพ่วงส่วนต่างๆ ที่กล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้จะติดต่อกันด้วยบิตข้อมูลขนาด 8 บิต และจะมีบัพเพอร์สำหรับการติดต่อข้อมูลกับภายนอกผ่านพอร์ตไอโอ เมื่อต้องการขยายหน่วยความจำหรือพอร์ตไอโอ

2.10 หน่วยศูนย์กลางประมวลผลหรือซีพียู

ซีพียูเป็นมันสมองของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ การอ่านโปรแกรมและทำงานตามคำสั่งโปรแกรมจะกระทำที่ส่วนนี้ โดยการใช้ส่วนคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ทำงานร่วมกับเรจิสเตอร์ A,B,PSW(Program Status Word), SP (Stack Pointer) ตัวนับโปรแกรม (PC:Program Counter) ขนาด 16 บิต และตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล (DPTR.DataPointer) ส่วนคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ (ALU:Arithmetic Logic Unit) ALU นี้ทำงานในฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ด้วยตัวแปรต่างๆ ขนาด 8 บิต ที่มีลักษณะการทำงานทางคณิตศาสตร์เป็นบวก ลบ คูณ หาร รวมทั้งทางตรรกศาสตร์ เช่น AND OR XOR รวมทั้งการเลื่อนและวนรอบบิต การเคลียร์ค่าและกลับค่า (Complement) เป็นต้น ALU ยังสามารถที่จะตัดสินใจในการให้กระโดดไปทำคำสั่งของโปรแกรมในส่วนอื่นๆ ตามเงื่อนไขที่ตั้งขึ้นและยังแบ่งเรจิสเตอร์ชั่วคราวไว้สำหรับเป็นทางผ่านชั่วคราวของข้อมูลในการถ่ายเทภายในระบบ คำสั่งอื่นที่มีการใช้ ALU ALU ยังมีความสามารถที่จะเพิ่มค่าในเรจิสเตอร์ในลักษณะการบวกด้วยหนึ่ง (Increment) หรือ คำนวณเลขที่อยู่ของข้อมูลที่จะนำไปเก็บ หรือการลดค่าลงครั้งละหนึ่ง ในลักษณะการลบด้วยค่าหนึ่ง (Decrement) โดยอัตโนมัติ หรือใช้ในการเปรียบเทียบค่าของตัวแปรทั้งสอง

สิ่งสำคัญในการทำงานทางสถาปัตยกรรมของ MCS-51 คือ ความสามารถในการทำงานสำหรับข้อมูลขนาด 8 บิต และ 1 บิต การใช้งานในระดับในการเซต เคลียร์ หรือกลับค่า การเคลื่อนย้าย การทดสอบ และใช้ในการคำนวณทางตรรกขนาด 1 บิต ความสามารถเช่นนี้เหมาะสมสำหรับใช้งานควบคุมของสัญญาณเข้าและออกที่มีการคิดและออกแบบทางตรรกด้วยพีชคณิต Boolean ซึ่งโดยปกติทำได้ลำบากสำหรับไมโครพรเซสเซอร์ต่างๆ ใช้งานในลักษณะเช่นนี้จึงได้ชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า ตัวประมวลผลบูลีน (Boolean Processor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.1 แอวกุมิวเลเตอร์ (Accumulator: ACC)

MCS-51 ก็เช่นเดียวกับ MCS-48 ที่ใช้ ACC ที่มีขนาด 8 บิต เป็น แอวกุมิวเลเตอร์คำสั่งส่วนใหญ่อ้างอิงถึงตัวเรจิสเตอร์นี้ โดยถือค่าภายในเป็นค่าตัวตั้ง และรับค่าผลลัพธ์ที่ได้จากคำสั่งทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร เข้ามาเก็บไว้ ตัว ACC ยังสามารถใช้เป็นตัวแหล่งกระทำหรือถูกกระทำในการทำงานทางตรรก และใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทข้อมูลในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกไอโอ และหน่วยความจำภายนอก รวมถึงการตรวจสอบตารางข้อมูล

2.10.2 เรจิสเตอร์ B

เป็นเรจิสเตอร์พิเศษที่ใช้ทำงานสำหรับคำสั่งของการคูณและหาร โดยใช้เป็นที่เก็บตัวคูณหรือตัวหารและเป็นที่เก็บผลลัพธ์ตัวที่สองหลังการหาร

2.10.3 เรจิสเตอร์คำสั่งแสดงสถานะโปรแกรม (Program Status Word : PSW)

เรจิสเตอร์ PSW เป็นเรจิสเตอร์ที่แสดงผลที่ได้หลังจากการใช้คำสั่งต่าง ๆ และใช้เป็นตัวเลือกกลุ่มการทำงานของเรจิสเตอร์กลุ่มต่าง ๆ

2.10.4 ตัวชี้สแตก (Stack Pointer : SP)

MCS-51 จะใช้ RAM ภายในเป็นบริเวณสแตกทางฮาร์ดแวร์สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมหลัก สแตกการผ่านพารามิเตอร์ระหว่างงานในแต่ละส่วนโปรแกรม และสแตกเก็บตัวแปรข้อมูลชั่วคราว หรือสแตกการเก็บสถานะระหว่างการบริการงานอินเตอร์รัพต์ไว้ภายในชิป โดยที่ SP จะมีขนาด 8 บิต จะเพิ่มค่าขึ้นโดยอัตโนมัติก่อนที่ข้อมูลจะนำมาเก็บในหน่วยความจำระหว่างการใส่คำสั่ง PUSH และ CALL และจะลดค่าของ SP ลงหลังจากที่ได้ถ่ายเทข้อมูลออกไปแล้วในคำสั่ง POP หรือ RETURN โดยทฤษฎีทางสถาปัตยกรรม MCS-51 สามารถใช้สแตกให้มีเนื้อที่ถึง 128 ไบต์ แต่ในทางปฏิบัติสำหรับโปรแกรมทั่วไปจะใช้น้อยกว่านี้ SP จะเริ่มที่ตำแหน่ง 07H ดังนั้น สแตกจะเริ่มบรรจุข้อมูลที่ตำแหน่ง 08H MCS-51 สามารถเปลี่ยนแปลงค่าใน SP ได้ ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนตำแหน่งสแตกไปยังที่ใด ๆ ของ RAM ภายในชิป

2.10.5 ตัวชี้ข้อมูล (Data Pointer : DPTR)

DPTR เรจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ที่ประกอบด้วยไบต์สูง (DPH) และไบต์ต่ำ (DPL) ที่สามารถเลือกแบ่งออกเป็น เรจิสเตอร์ 8 บิตสองตัวที่ใช้ได้อย่างอิสระหรือจะใช้รวมกันทั้ง 16 บิตก็ได้ ในการ Increment หรือ Decrement เพื่อประโยชน์ในการใช้เป็นฐานของเลขที่อยู่ในเรจิสเตอร์ในการกระโดดด้วยทางอ้อมในการใช้คำสั่งเกี่ยวกับตารางข้อมูลและชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำภายนอก

2.10.6 พอร์ต 0 ถึง 3

เรจิสเตอร์ P0, P1, P2 และ P3 ของกลุ่มเรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register: SFR) จะเป็นตัวเรจิสเตอร์ที่แลตช์ค่าของพอร์ต 0, 1, 2, และ 3 ตามลำดับ ในขณะที่ใช้งาน

2.10.7 บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม (Serial Data Buffer : SBUF)

บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรมแบ่งออกเป็นเรจิสเตอร์สองตัว ตัวหนึ่งเป็นบัฟเฟอร์การส่งและอีกตัวเป็นบัฟเฟอร์การรับ เมื่อข้อมูลถ่ายเทเข้าบัฟเฟอร์ส่งซึ่งเป็นตัวจัดการส่งข้อมูลอนุกรม วิธีการเคลื่อนย้ายเข้า SBUF ขึ้นอยู่กับการติดตั้งโปรแกรม (Initial) การส่งเมื่อข้อมูลย้ายออกจาก SBUF จะเป็นการรับข้อมูลจากบัฟเฟอร์ตัวรับ

2.10.8 เรจิสเตอร์ CAPTURE

ไอซีเบอร์ 8032/8052 จะมีคู่เรจิสเตอร์ (RCAP2H, RCAP2L) เพิ่มเติมเป็นเรจิสเตอร์เก็บเจอร์สำหรับตัวจับเวลา 2 ในโหมดการใช้งานของเรจิสเตอร์ตัวนี้จะรับการเปลี่ยนแปลงที่เข้ามาที่ขา T2EX ตัว TH2 และ TL2 จะลอกข้อมูลเข้าไปในเรจิสเตอร์คู่ RCAP2H และ RCAP2L ด้วยการใช้นิ้วจับเวลาจะมีโหมดการบรรจุอัตโนมัติขนาด 16 บิต สำหรับการใช้นิ้วจับเวลา/ตัวนับ 2 ซึ่งจะมีรายละเอียดตามหัวข้อต่อไป MCS-51 จะจัดแบ่งตำแหน่งสำหรับ SFR ให้ทำงานเป็นเรจิสเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้

SPECIAL FUNCTION REGISTERS

ตำแหน่ง

* ACC Accumulator	0E0H
* B เรจิสเตอร์	0F0H
* PSW Program Status Word	0D0H
SP Stack Pointer	081H
DPTR ตัวชี้ข้อมูล	
ประกอบด้วย DPH	083H
และ DPL	082H
* P0 พอร์ต 0	080H
* P1 พอร์ต 1	090H
* P2 พอร์ต 2	0A0H
* P3 พอร์ต 3	0B0H
* IP ตัวควบคุมการอินเตอร์รัพต์ตามลำดับ	0B8H
* IE ตัวควบคุมการอินเตอร์รัพต์อื่นา เบิ้ล	0A8H
TMOD ตัวควบคุมการเลือกโหมดตัวตั้ง เวลา/ตัวนับ	089H
+T2CON ตัวควบคุมตัวตั้ง เวลา/ตัวนับ 2	088H
TCON ตัวควบคุมตัวจับเวลา/ตัวนับ	0C8H
TH0 เรจิสเตอร์ตัวจับเวลา/ตัวนับ 0 (ไบต์สูง)	08CH
TL0 เรจิสเตอร์ตัวจับเวลา/ตัวนับ 0 (ไบต์ต่ำ)	08AH
TH1 เรจิสเตอร์ตัวจับเวลา/ตัวนับ 1 (ไบต์สูง)	08DH
TL1 เรจิสเตอร์ตัวจับเวลา/ตัวนับ 1 (ไบต์ต่ำ)	08BH
+ TH2 เรจิสเตอร์ตัวจับเวลา/ตัวนับ 2 (ไบต์สูง)	0CDH
+ TL2 เรจิสเตอร์ตัวจับเวลา/ตัวนับ 2 (ไบต์ต่ำ)	0CCH

SPECIAL FUNCTION REGISTERS

ตำแหน่ง

+ RLDH เรจิสเตอร์ตัวจับเวลา/ตัวนับ 2	
ประจําหน่วยตํานันต์ (ไบต์สูง)	0CBH
+ RLDL เรจิสเตอร์ตัวจับเวลา/ตัวนับ 2	
ประจําหน่วยตํานันต์ (ไบต์ต่ำ)	0CAH
* SCON ควบคุมการส่งข้อมูลอนุกรม	098H
SBUF บัฟเฟอร์ข้อมูลการส่งอนุกรม	099H
PCON ควบคุมการใช้พลังงาน (Power)	097H

เครื่องหมาย* หน้าตัวเรจิสเตอร์แสดงว่า เรจิสเตอร์นั้นสามารถที่จะแอดเดรสข้อมูลได้ทั้งข้อมูลขนาดไบต์และบิต

เครื่องหมาย+ นั้นแสดงว่าจะมีเฉพาะในเบอร์ 0832/0852 เท่านั้น

2.10.9 เรจิสเตอร์ควบคุม (Control Register)

กลุ่ม SFR ที่เป็น IP, IE, TMOD, TCON, T2CON, SCON และ PCON จะประกอบด้วยบิตที่ใช้ในการควบคุม และแสดงสถานะของการใช้งานในระบบอินเตอรัพต์ ตัวจับเวลา/ตัวนับและพอร์ตอนุกรม

2.11 การต่อเชื่อมแบบอนุกรม

พอร์ตอนุกรมเป็นแบบ Full Duplex สามารถที่จะส่งและรับพร้อมกันได้ โดยทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์การรับ หมายถึง พอร์ตสามารถที่จะรับไบต์ที่สองก่อนที่ตัวแรกจะถูกรับไปจากเรจิสเตอร์ตัวรับ อย่างไรก็ตาม ไบต์ตัวแรกจะต้องถูกอ่านไปก่อนที่ช่วงเวลากการรับไบต์ตัวที่สองจะสิ้นสุด มิฉะนั้นไบต์ตัวแรก จะถูกซ่อนและสูญหายได้ ในพอร์ตอนุกรมเรจิสเตอร์ตัวรับและส่ง จะเข้าถึงติดต่อกันด้วยเรจิสเตอร์ SBUF ใน SFR แม้ว่าทางโครงสร้างเรจิสเตอร์ทั้งสองจะแยก

กัณ้อยู่ก็ตามพอร์ตอนุกรมสามารถที่จะเลือกทำงานในโหมดต่าง ๆ ได้สี่โหมด

โหมด 0 : ข้อมูลจะเข้าและออกผ่าน RXD TXD ด้วยการเลื่อนสัญญาณพิกษาเอาต์พุต ข้อมูลจะเป็นลักษณะแบริบิท ในการรับและส่งแต่ละครั้ง โดยที่ส่งค่า LSB ก่อนอัตราบ็อดจะคงที่ที่ $1/12$ ของความถี่ออสซิลเลเตอร์

โหมด 1 : จะเป็นการส่งข้อมูลขนาด 10 บิท ผ่านออก TXD หรือรับเข้ามาผ่าน RXD โดยรูปแบบบิทจะประกอบด้วย หนึ่งบิท Start เป็น "0" แบริบิทข้อมูลโดย LSB เป็นตัวแรกที่รับและส่ง ข้อมูลนี้ และอีกหนึ่งบิท Stop มีค่า "1" การรับบิท Stop จะนำไปเก็บที่บิท RB8 ของ SFR เรจิสเตอร์ SCON อัตราบ็อดแปรผันได้ตามการตั้งตัวจับเวลา

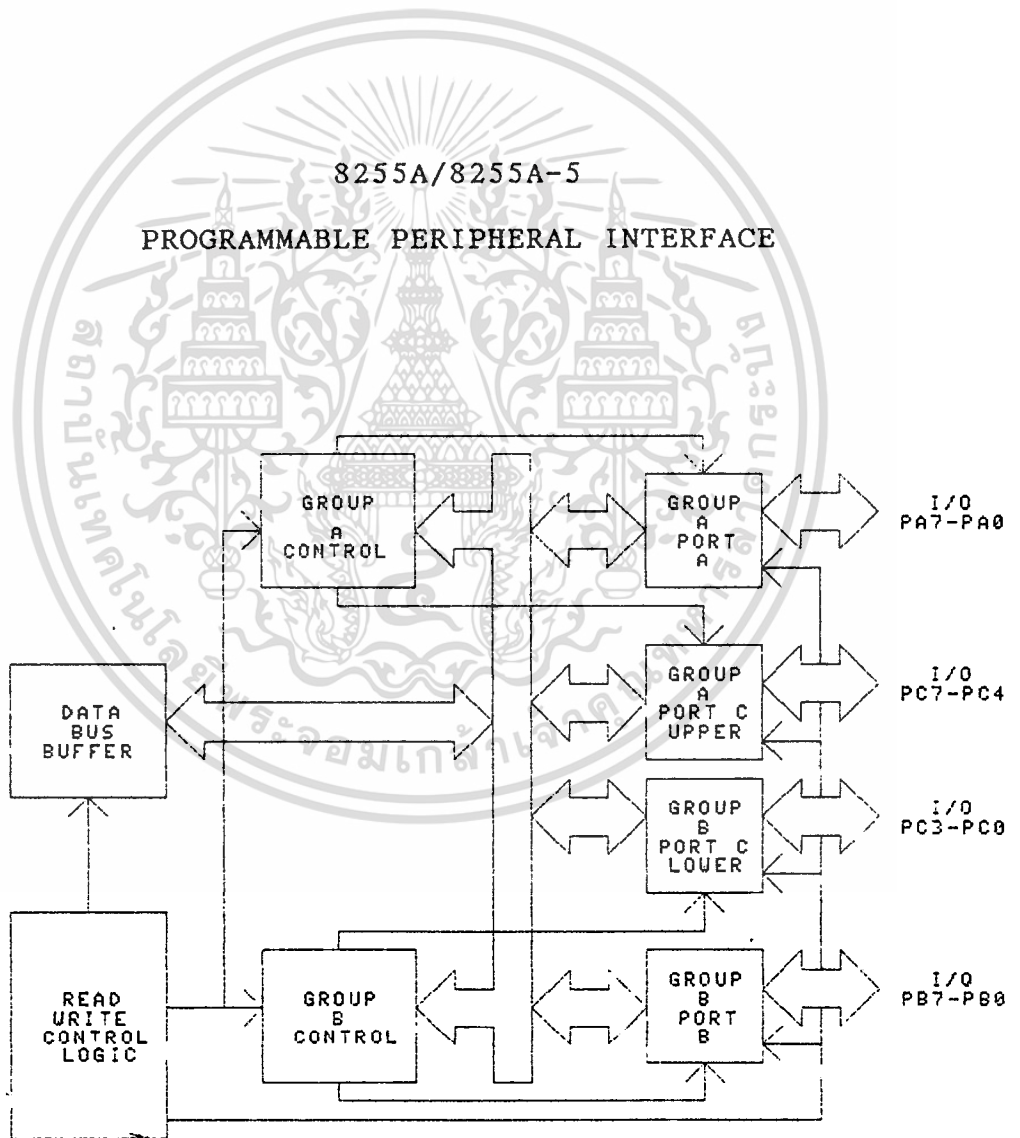
โหมด 2 : เป็นการส่งข้อมูลขนาด 11 บิท ผ่านออก TXD หรือรับเข้ามาผ่าน RXD ประกอบด้วยหนึ่งบิท Start มีค่า "0" แบริบิทข้อมูลโดย LSB เป็นตัวแรกที่รับและส่งข้อมูล บิทที่เก้าของข้อมูลสามารถที่จะโปรแกรมเลือกได้ และบิท Stop ค่า "1" อีกหนึ่งบิท ในการส่งบิทที่เก้าที่อยู่ในบิท TB8 ของเรจิสเตอร์ SCON สามารถที่จะกำหนดเลือกเป็น "1" หรือ "0" ได้ตัวอย่างเช่น การใช้งานเป็นบิทพาริตี โดยการเลื่อนเอาบิท P ของ PSW มาไว้ใน TB8 เพื่อเป็นการส่งข้อมูลแบบมีการตรวจพาริตีของข้อมูลที่ส่ง ในการรับข้อมูลบิทที่เก้าจะเข้าไปเก็บที่ RB8 ใน SFR เรจิสเตอร์ SCON ขณะที่บิท Stop จะไปรับเข้ามาเก็บ อัตราบ็อดสามารถเลือกเป็น $1/32$ หรือ $1/64$ ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ SCON เป็น SFR ที่ใช้ในการติดตั้งโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม เช่น การกำหนดค่า RB8 จะเป็นการจับตัวรับบิทที่เก้าด้วยหรือไม่

โหมด 3: เป็นการส่งข้อมูลขนาด 11 บิท ผ่านออก TXD หรือรับเข้ามาผ่าน RXD ประกอบด้วยบิท Start มีค่าเป็น 0 ข้อมูลแบริบิทโดย LSB เป็นบิทแรกที่รับ และส่งข้อมูลบิทที่เก้าของข้อมูลสามารถที่จะโปรแกรมเลือกได้ และบิท Stop ค่า 1 อีกหนึ่งบิท ในความเป็นจริง โหมด 3 จะคล้ายกับโหมด 2 ทุกประการ ยกเว้นอัตราบ็อด โดยอัตราบ็อดในโหมด 3 จะแปรผันได้ไปตามการโปรแกรมการเลือกตัวจับเวลาทั้งสี่โหมดนี้ การส่งข้อมูลจะเริ่มติดตั้ง Initialled ด้วยคำสั่งใดๆ ที่ใช้ตัวเรจิสเตอร์ SBUF เป็นเรจิสเตอร์ตัวรับข้อ

มูลจากซีพียู และในโหมด 0 การรับข้อมูลเริ่มติดตั้งด้วยการใช้สถานะ $RI=0$ และ $REN = 1$ ส่วนโหมดอื่นการรับข้อมูลจะเริ่มติดตั้งด้วยการรับบิต Start เข้ามาตรวจสอบถ้า $REN = 1$

2.12 รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255

8255 เป็นอุปกรณ์ LSI (LARGE SCALE INTEGRATED CIRCUIT) บรรจุอยู่ใน PACKAGE 40 ขาแบบ DIP (DUAL-IN-LINE PACKAGE)



รูปที่ 2.15 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

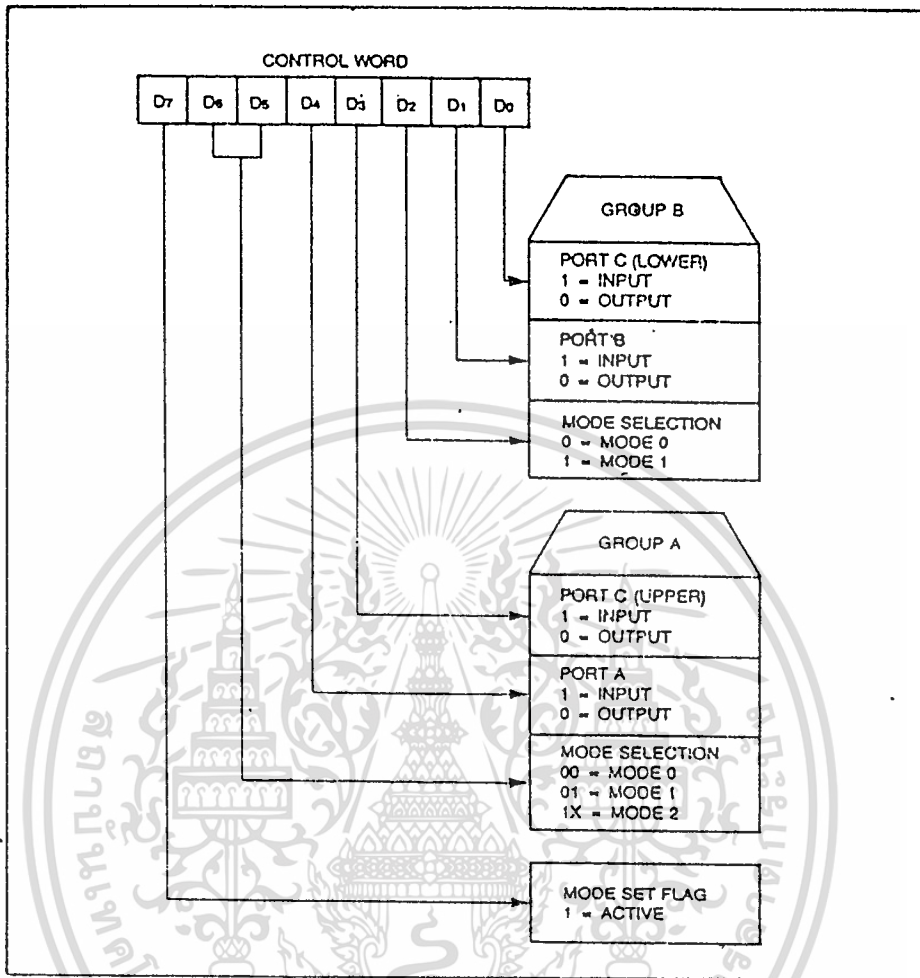
บล็อกกลุ่มแรกที่เราจะพูดถึงนี้ ได้แก่ บล็อกจำนวน 4 บล็อก ที่อยู่ทางด้านขวาของรูป ซึ่งจะเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ โดยมีสาย PA0-PA7, PB0-PB7 และ PC0-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 สายสัญญาณเหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็น 3 I/O พอร์ต ได้แก่ พอร์ต A (PA) , พอร์ต B (PB) และ พอร์ต C (PC) พอร์ตเหล่านี้แต่ละพอร์ตสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต และแต่ละบล็อกจะมีสายสัญญาณเชื่อมเข้ากับบัสข้อมูลภายในของ 8255

บล็อกกลุ่มถัดมา ได้แก่ GROUP A CONTROL และ GROUP B CONTROL ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของทั้ง 3 I/O พอร์ต (8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 โหมด สามารถกำหนดได้โดยการโปรแกรมส่ง CONTROL WORD ให้กับ 8255) จากรูป 2.13 จะเห็นว่า พอร์ต C นี้จะประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิต 2 พอร์ต กลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดย GROUP A CONTROL และอีกกลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดย GROUP B CONTROL

บล็อกกลุ่มสุดท้ายที่จะกล่าวถึงได้แก่ DATA BUS BUFFER และ READ/WRITE CONTROL LOGIC ซึ่งบล็อกเหล่านี้จะเป็นส่วนที่ติดต่อกับ CPU ส่วน READ/WRITE CONTROL LOGIC จะเป็นส่วนที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าหรือออกจากเรจิสเตอร์ภายใน ตัวที่ถูกต้อง และในเวลาที่เหมาะสม

2.13 การใช้ 8255 ในโหมด 0 : BASIC REGISTER I/O.

ในการใช้ 8255 ในโหมด 0 นั้นเราจะต้องส่งคำสั่งควบคุม (CONTROL WORD) ให้แก่ เรจิสเตอร์ควบคุมก่อน คำสั่งควบคุมนี้จะกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่แต่ละพอร์ตของ 8255 ตัวอย่างหนึ่งของคำสั่งควบคุมที่จะส่งให้ 8255 ทำงานอยู่ในโหมด 0 นี้ได้แก่



รูปที่ 2.16 แสดงรายละเอียดแต่ละบิตของเรจิสเตอร์ควบคุมของ 8255

ตัวอย่างการทำงาน 8255 ในโหมด 0

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

จากรูปที่ 2.15 เราจะเห็นว่า

บิต D7 เป็นตัวกำหนดว่าเป็นคำสั่งควบคุม (CONTROL WORD)

บิต D6 และ D5 กำหนดโหมดการทำงานของ พอร์ต A D6, D5 มี
ค่าเป็น "0" แสดงว่าอยู่ในโหมด 0

บิต D4 = "0" กำหนดให้ พอร์ต A เป็นพอร์ตเอาต์พุต

บิต D3 = "0" เช็ทพอร์ต C4 บิตบนเป็นพอร์ตเอาต์พุต

บิต D2 = "0" เช็ทโหมดของพอร์ต B ให้พอร์ต B อยู่ในโหมด 0

บิต D1 = "0" เช็ทพอร์ต B เป็นพอร์ตเอาต์พุต

บิต D0 = "0" เช็ทพอร์ต C ให้ 4 บิตล่างเป็นพอร์ตเอาต์พุต

คำสั่งควบคุมนี้จะกำหนดให้พอร์ตทั้ง 3 ของ 8255 ทำงานอยู่ใน
โหมด 0 และเป็นพอร์ตเอาต์พุตซึ่งจะได้สายสัญญาณซึ่งสามารถติดต่อกับอุปกรณ์
ภายนอกได้ถึง 24 สาย

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

3.1 การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูล

ในปริณญา นินพนธ์ฉบับนี้ใช้ไอซีเบอร์ UM3758-108A/B ซึ่งมีคุณสมบัติที่ใช้ในการเข้ารหัส (Encoder) และการถอดรหัส (Decoder) ในตัวเดียวกันซึ่งขึ้นอยู่กับการจัดโหมดการทำงานให้กับตัวไอซี คุณสมบัติของไอซีตัวนี้คือ ให้นำเอาที่พุดออกมา 8 บิต และมี Address อีก 10 บิตที่ใช้ในการเข้ารหัส การเข้ารหัสของไอซีเบอร์ UM3758-108A/B สามารถทำได้ 3 สถานะในการเข้ารหัส คือ 0, 1, และ Open ดังนั้นจำนวน Address สูงสุดที่ทำได้คือ $3^{18} = 387,420,489$



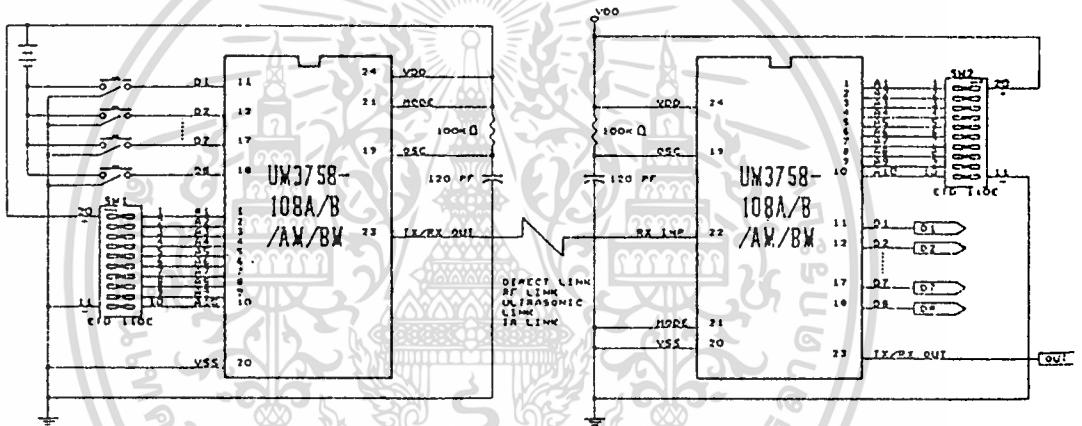
รูปที่ 3.1 ลักษณะการจัดขาของ UM3758-108A/B

3.2 การจัดสภาวะการทำงานของ UM3758-108A/B

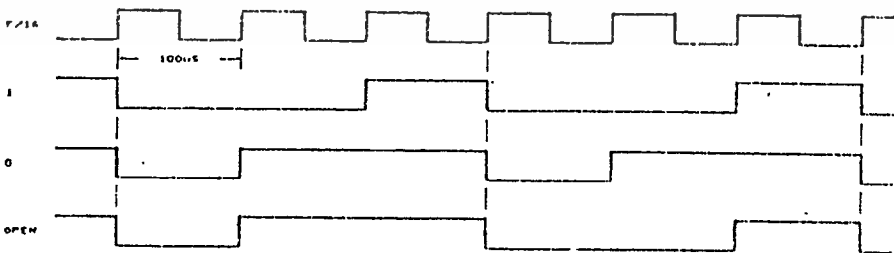
อันดับแรกต้องจ่ายไฟให้ที่ขา VDD และ VSS โดยสามารถป้องกันได้ตั้งแต่ 3V-12V ในโครงงานนี้เลือกใช้ VDD ที่ 5 V ขา A1-A10 คือ Address ที่เราต้องการใส่ข้อมูลเข้าไปที่ขาที่เราสามารถป้อน "0" , "1" หรือ Open ก็ได้แล้วแต่รหัสข้อมูล ส่วนขา D1-D8 เป็นขา Data ที่เราจะใส่ข้อมูลและในการทำงานของไอซีเบอร์ UM3758-108A/B นี้จำเป็นต้องกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการทำงานว่าจะให้เป็นตัวเข้ารหัส หรือถอดรหัสโดยกำหนดโหมดการทำงานที่ขา Mode นั้นคือถ้าเราให้ลอจิก "1" ก็จะกลายเป็นตัวเข้ารหัส แต่ถ้าให้ลอจิก "0" ก็จะกลายเป็นตัวถอดรหัส ส่วนขาที่ 19 เป็นการกำหนดความถี่ออสซิลเลเตอร์โดยใช้ R และ C ใอชิ UM3758-108A/B มีคุณสมบัติเด่นที่กำหนด R,C ออสซิลเลเตอร์ได้ง่าย โดยกำหนด R,C ของตัวเข้ารหัสและถอดรหัสให้มีค่าตรงกันก็ใช้ได้ ขา TX/RX OUT เป็นขาที่ใช้ในการส่งรหัสข้อมูลที่เป็นพัลซ์ไปยังตัวถอดรหัสที่ขา RX INP ถ้ามีการเข้ารหัสที่ตรงกันขา TX/RX OUT ของตัวถอดรหัสจะมีลอจิก เป็น "0" แต่ถ้ายังเข้ารหัสไม่ตรงกันก็จะกลายเป็น "1"



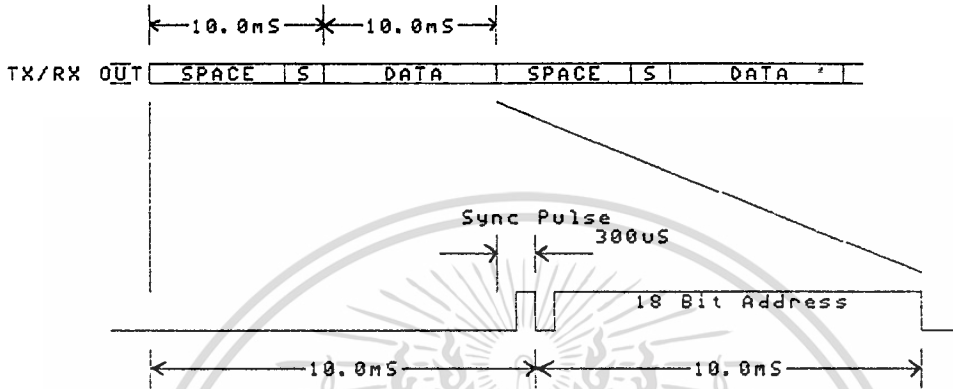
รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการใช้งาน UM3758-108A/B



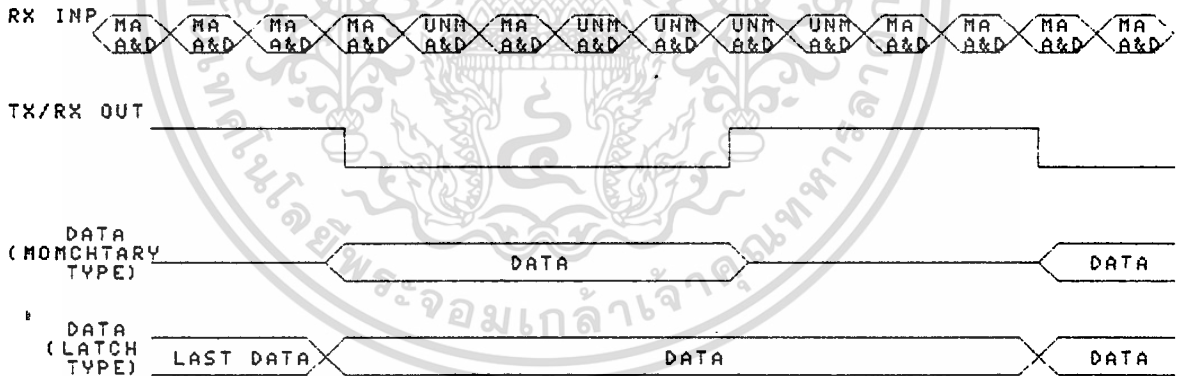
รูปที่ 3.3 Timing Waveform ของ Tri-State Encode Pulses

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Encoder Mode



Decoder Mode (with data):



NOTE :

MA A&D — MATCHED ADDRESS , WITH DATA , UNM A&D — UNMATCHED ADDRESS , WITH DATA

รูปที่ 3.4 Timing Waveforms ของ Encoder mode และ Decoder mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ทฤษฎีเบื้องต้นของ OPERATIONAL TRANSCONDUCTANCE AMPLIFIER

ความแตกต่างระหว่าง OTA กับ ออปแอมป์

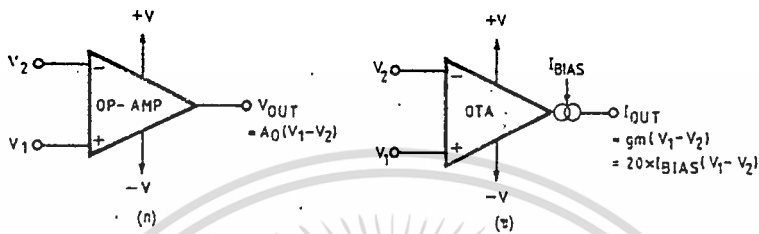
ออปแอมป์ธรรมดาจะเป็นอุปกรณ์ขยายแรงดัน ดังในรูปที่ 3.5 ก. แสดงออปแอมป์ที่กันอยู่ทั่ว ๆ ไปมีอินพุตที่เป็นวงจรถ่ายความแตกต่างแรงดันทางเอาต์พุตหาได้จากอัตราขยายคูณด้วยผลต่างของแรงดันอินพุต $A_0 \times (V_1 - V_2)$ เมื่อ A_0 เป็นอัตราขยายลูบเปิด (มีค่าประมาณ 100,000) V_1 เป็นสัญญาณที่ขาอินพุตแบบไม่กลับ (non-inverting) และ V_2 เป็นสัญญาณที่ขาอินพุตแบบกลับ (inverting) ดังนั้น ออปแอมป์โดยทั่วไปจะมีอัตราขยายลูบเปิดคงที่มีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงและเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ต่ำ

ส่วน OTA ก็จะมีอินพุตเป็นวงจรถ่ายความแตกต่างเช่นกัน แต่จะมีลักษณะพิเศษ คือ เป็นวงจรถ่ายที่เปลี่ยนแรงดันให้เป็นกระแสดังที่ เขียนเป็นสัญลักษณ์ของแหล่งจ่ายกระแสคงที่ไว้ทางด้านเอาต์พุต (ดูรูปที่ 3.5 ข) แรงดันอินพุตจะทำให้เกิดสัญญาณเป็นกระแสที่เอาต์พุตซึ่งมีความต้านทานสูง

ค่ากระแสที่ได้จากเอาต์พุตนี้ หาได้จากสูตร $g_m \times (V_1 - V_2)$ เมื่อ g_m คือค่าความนำร่วมของตัว OTA มีหน่วยเป็นซีเมนส์ (s) (หรือโอมท์ ในหน่วยเก่า) หรืออีกความหมายหนึ่งก็คืออัตราขยายจากแรงดันเป็นกระแสของตัว OTA ค่าความนำร่วม จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสไบแอสจากภายนอกที่ป้อนเข้ามายังตัวไอซี (I_{BIAS})

OTA ยังสามารถปรับกระแสได้ตั้งแต่ 0.1 ไมโครแอมป์ถึง 1 มิลลิแอมป์ ทำให้ได้ย่านการควบคุมอัตราขยายถึง 10,000:1

ถ้าจะนำ OTA ไปใช้งานเหมือนกับออปแอมป์ทั่วไปต้องนำตัวต้านทานที่มีค่าเหมาะสมมาต่อที่เอาต์พุต กระแสที่เอาต์พุตก็จะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดัน



รูปที่ 3.5 ออปแอมป์โดยทั่วไป

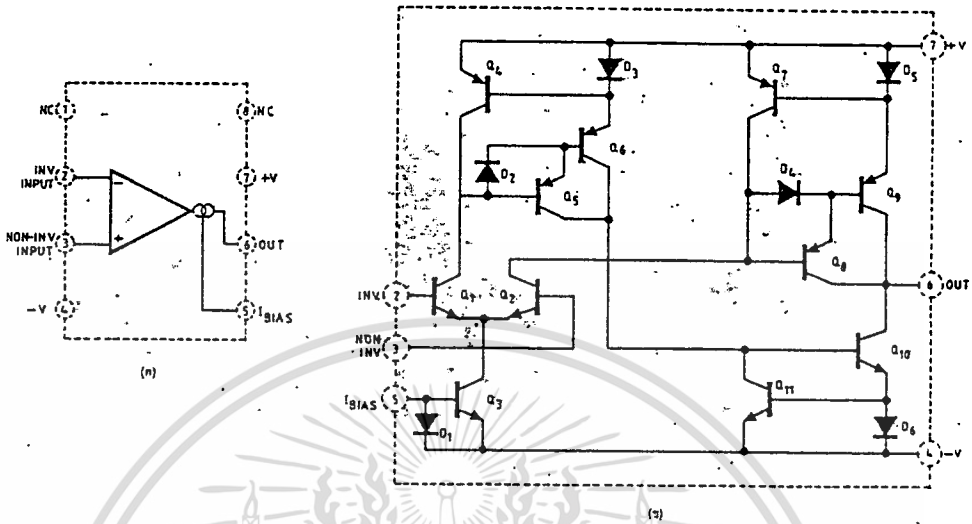
- (ก) ออปแอมป์ธรรมดาที่เป็นอุปกรณ์ขยายแรงดันแบบอัตราขยายคงที่
- (ข) OTA ซึ่งเป็นตัวขยายที่เปลี่ยนแรงดันให้เป็นกระแสสามารถปรับอัตราขยายได้

กระแสที่ OTA ใช้งานทั้งหมด จะมีค่าเป็นสองเท่าของกระแสไบแอส บางครั้งมีค่าเพียง 0.1 ไมโครแอมป์เท่านั้น จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ชนิดนี้สามารถนำไปใช้งานต่าง ๆ ที่มีการจ่ายกำลังงานให้แก่ตัวไอซีต่ำมาก ๆ ได้

ค่าของกระแสไบแอสสามารถควบคุมได้อย่างง่ายดาย โดยป้อนแรงดันจากภายนอกผ่านตัวต้านทานอนุกรมเข้ามา OTA อาจนำไปใช้เป็นวงจรควบคุมอัตราขยายด้วยแรงดัน (VCA) หรือวงจรควบคุมการกำเนิดความถี่ด้วยแรงดัน (VCO) หรือวงจรควบคุมการกรองความถี่ด้วยแรงดัน (VCF)

OTA ที่นำมาใช้งานกันแพร่หลายตัวหนึ่งคือ เบอร์ CA3080 จากรูป 3.6 ก. แสดงการจัดตำแหน่งขาต่างๆ และรูป 3.6 ข. แสดงวงจรภายใน ในตารางที่ 3.1 แสดงข้อจำกัดทั่ว ๆ ไปของอุปกรณ์ชนิดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 (ก) แสดงการจัดขาต่าง ๆ
(ข) แสดงวงจรภายใน

คุณสมบัติ	ข้อจำกัด
ย่านแหล่งจ่ายแรงดันที่ใช้งาน	+ 4 โวลต์ ถึง +30 โวลต์ หรือ ± 2 โวลต์ ถึง ± 15 โวลต์
แรงดันที่อินพุตของวงจรขยายความแตกต่าง	สูงสุด ± 15 โวลต์
กำลังงานสูญเสีย	สูงสุด 125 มิลลิวัตต์
กระแสของสัญญาณอินพุต	สูงสุด 1 มิลลิแอมป์
กระแสไบแอสของวงจร	สูงสุด 2 มิลลิแอมป์
ช่วงเวลาที่เอาต์พุตลัดวงจรโดยไม่เสียหาย	ไม่จำกัด
ค่าความนำรวม (gm)	9600 ไมโครซีเมนส์
ความกว้างของแถบความถี่เมื่อหูลูปเปิด	2 เมกะเฮิรตซ์
สโลว์เรดเมื่ออัตราขยายเท่ากับหนึ่ง	50 โวลต์/ไมโครวินาที
อัตราลดทอนสัญญาณโหมดร่วม (CMRR)	110 เดซิเบล

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของ CA3080

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

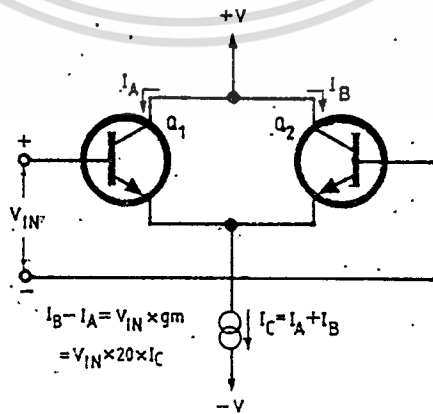
3.4 การทำงานของ CA3080

CA3080 ประกอบด้วยวงจรขยายความแตกต่างชุดหนึ่ง และวงจรช่วยควบคุมกระแสอีก 4 ชุด วงจรช่วยควบคุมกระแสจะมีจุดต่อ 3 จุด กระแสที่ไหลได้ทางเอาต์พุตจะมีเฟสตรงกันกับกระแสภายนอกที่ป้อนเข้ามา

วงจรและสูตรคำนวณโดยทั่ว ๆ ไปของวงจรขยายความแตกต่างในตัว CA3080 แสดงไว้ในรูปที่ 3.7 กระแสรวม (I_C) ของวงจรขยายจะเท่ากับผลบวกของกระแสคอลเลกเตอร์ของทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัว (I_A และ I_B) เมื่อแรงดันอินพุต (V_{in}) เป็นศูนย์ I_A และ I_B จะมีค่าเท่ากับ $I_C/2$ เมื่อแรงดันอินพุตมีค่ามากกว่าศูนย์ (สูงสุดบวกลบ 25 มิลลิโวลต์) I_A และ I_B จะมีค่าต่างกัน จะได้

$$I_B - I_A = V_{in} \times g_m$$

ค่าความนำรวมจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสรวม เมื่ออุณหภูมิรอบข้างของตัว OTA เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส g_m จะมีค่าประมาณ $20 \times I_C$ ล่าพังเพียงวงจรในรูปที่ 3.7 ยังใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้มากนัก ในตัว CA3080 จึงต้องเพิ่มตัวช่วยควบคุมกระแสไปควบคุม I_C ตัวช่วยควบคุมกระแสที่วอนี้มักจะมี 3 ตัวหรือมากกว่า ทำให้ความแตกต่างของกระแส I_A และ I_B มีค่าชัดเจน นำไปใช้งานได้สะดวกและยังทำให้สามารถควบคุมค่าความนำรวมของวงจรขยายได้อีกด้วย

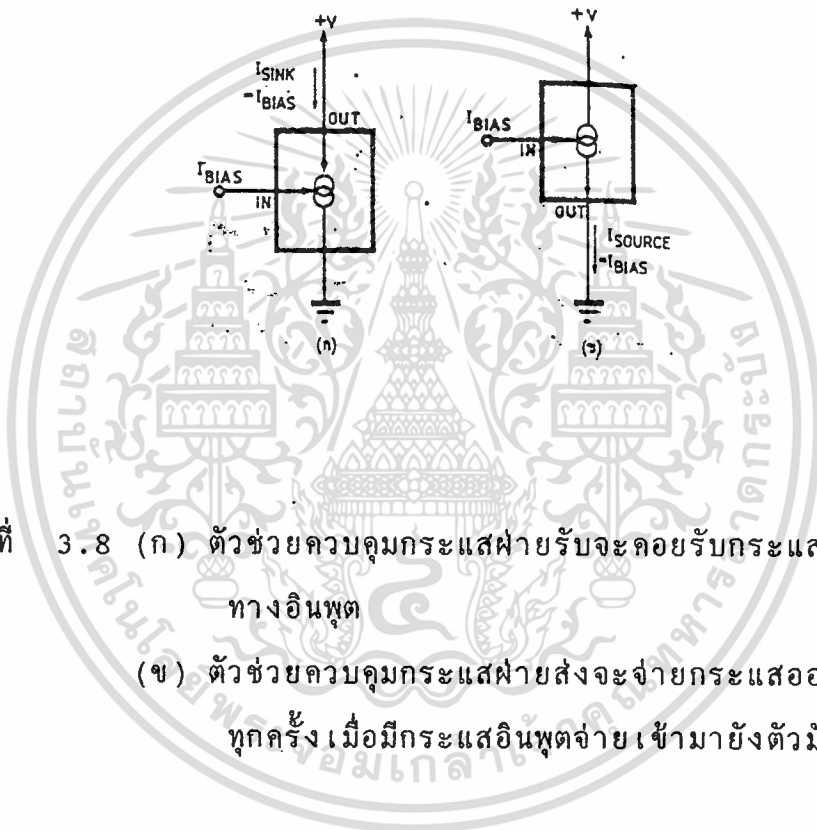


รูปที่ 3.7 วงจรขยายความแตกต่างซึ่งเป็นหัวใจของ CA3080

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

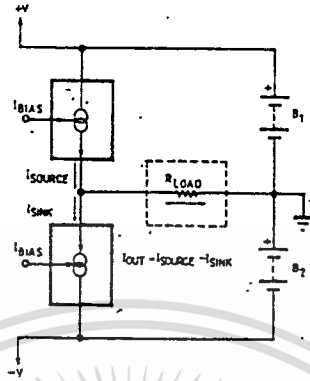
ตัวช่วยควบคุมกระแสมี 2 ชนิด คือ ฝ่ายรับกระแส (I_{sink}) และ ฝ่ายส่งกระแส (I_{source}) (ดูรูปที่ 3.8) เมื่อได้รับกำลังงานจากแหล่งจ่ายตัวช่วยควบคุมกระแสฝ่ายส่งและฝ่ายรับที่ต่อกันดังรูปที่ 3.9 จะทำให้เกิดค่าความแตกต่างของกระแสไหลผ่านโหลด (I_{out}) เท่ากับ

$$I_{out} = I_{source} - I_{sink}$$

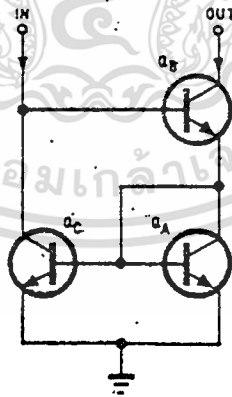


รูปที่ 3.8 (ก) ตัวช่วยควบคุมกระแสฝ่ายรับจะคอยรับกระแสที่ส่งมาให้ทางอินพุต
(ข) ตัวช่วยควบคุมกระแสฝ่ายส่งจะจ่ายกระแสออกทางเอาต์พุตทุกครั้ง เมื่อมีกระแสอินพุตจ่ายเข้ามายังตัวมัน

วงจรจริงของตัวช่วยควบคุมกระแสฝ่ายรับแสดงไว้ในรูปที่ 3.10 โดยทรานซิสเตอร์ Q_A จะทำหน้าที่เหมือนไดโอดต่อขนานอยู่กับขาเบส - อิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q_C ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์ที่ต้องมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับ Q_A มากที่สุด ความเที่ยงตรงในการทำงานของวงจรจะไม่ขึ้นอยู่กับอัตราขยายของทรานซิสเตอร์และจะมีอิมพีแดนซ์ทางเอาต์พุตสูงกว่าวงจรทั่ว ๆ ไป



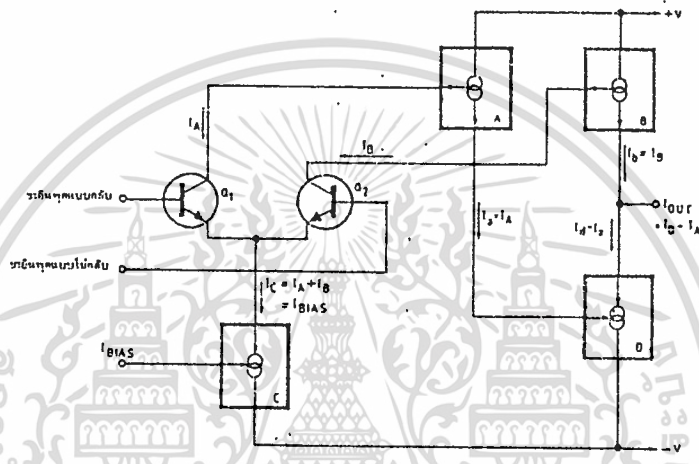
รูปที่ 3.9 เมื่อตัวช่วยควบคุมกระแสต่อกันดังรูป จะทำให้เกิดค่าความแตกต่างของกระแสไหล



รูปที่ 3.10 วงจรของตัวช่วยควบคุมกระแสฝ่ายรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 แสดงการต่อวงจรขยายความแตกต่างและตัวช่วยควบคุมกระแสทั้ง 4 ใน CA3080 เพื่อทำเป็น OTA ที่สามารถใช้งานได้จริง กระแสไบแอสจะควบคุมกระแสอีมิเตอร์และควบคุมค่าความนำร่วมของวงจรถ่ายความแตกต่าง (Q_1 กับ Q_2) โดยผ่านตัวช่วยควบคุมกระแส C



รูปที่ 3.11 CA3080 จะประกอบด้วยวงจรถ่ายความแตกต่าง 1 ชุด และตัวช่วยควบคุมกระแสอีก 4 ชุด

กระแสคอลเลคเตอร์ของ Q_1 ควบคุมโดยตัวช่วยควบคุมกระแส A ที่แล้วป้อนเข้าสู่ตัวช่วยควบคุมกระแส D ส่วนกระแสคอลเลคเตอร์ของ Q_2 ควบคุมโดยตัวช่วยควบคุมกระแส B และป้อนเข้าสู่ตัวช่วยควบคุมกระแส D เช่นกัน ดังนั้น จะได้กระแสเอาต์พุตเท่ากับ $I_B - I_A$

ถ้าเราย้อนไปดูรูป 3.6 ข. จะสังเกตเห็นว่า Q_1 และ Q_2 ต่อกันเป็นวงจรถ่ายความแตกต่าง D_1 และ Q_3 ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยควบคุมกระแส C สำหรับ D_6, Q_{10} และ Q_{11} เป็นตัวช่วยควบคุมกระแส D ส่วน Q_4-Q_6, D_2 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

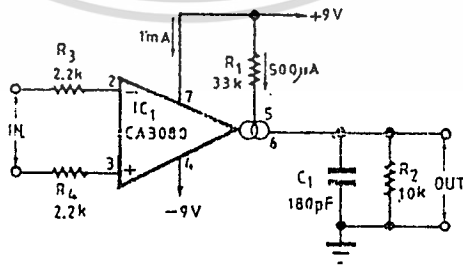
D₃ เป็นตัวช่วยควบคุมกระแส A

ตัวช่วยควบคุมกระแส B ที่ประกอบด้วย Q7-Q9, D4 และ D5 ก่อนข้างจะยุ่งกว่าตัวอื่น เพราะต้องใช้ไบโอดความถี่สูง ทรานซิสเตอร์ถูกต่อแบบดาร์ลิ่งตันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

3.5 การใช้งานวงจร OTA เบื้องต้น

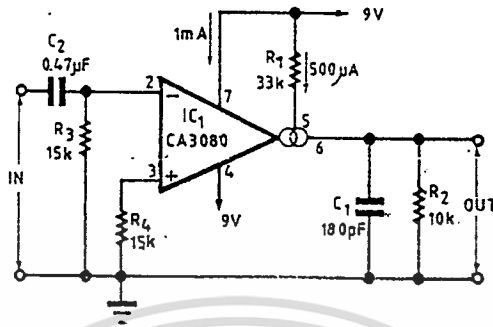
การใช้งาน CA3080 นั้น ขาป้อนกระแสไบแอส (ขา 5) ภายในตัวไอซีจะต่อกับขาของแหล่งจ่ายขั้วลบ (ขา 4) ดังนั้นแรงดันที่ปรากฏบนขา 4 จึงมีประมาณ 600 มิลลิโวลต์ในบางครั้งเราอาจต่อตัวต้านทานอนุกรมระหว่างขา 5 กับไบโอด (หรือกราวด์) เพื่อจำกัดกระแสไบแอสให้มีค่าที่เหมาะสม

รูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13 แสดงวงจรตัวอย่างในการนำ IC CA3080 ไปใช้งานต่อเป็นวงจรขยายแบบเชิงเส้น มีอัตราขยายประมาณ 40 dB ในรูปที่ 3.12 เป็นวงจรขยายความแตกต่างชนิดต่อโดยตรง ส่วนรูปที่ 3.13 เป็นวงจรขยายกระแสสลับแบบกลับ ทั้งสองวงจรมีใช้ไฟเลี้ยง 9 โวลต์ ดังนั้นที่ตัว R₁ ของทั้งสองวงจรมีแรงดันตกคร่อมประมาณ 17.4 โวลต์ ซึ่งจ่ายกระแส 500 ไมโครแอมป์ไบโอดขา 5 ทำให้ไอซีแต่ละตัวได้รับกระแสทั้งหมด 1 มิลลิแอมป์ (กระแสที่ไอซีใช้สูงสุดมีค่าเป็น 2 เท่าของกระแสไบโอด)



รูปที่ 3.12 วงจรขยายความแตกต่างซึ่งมีอัตราขยายแรงดัน 40 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 วงจรขยายกระแสกลับแบบกลับมีอัตราขยาย 40 dB

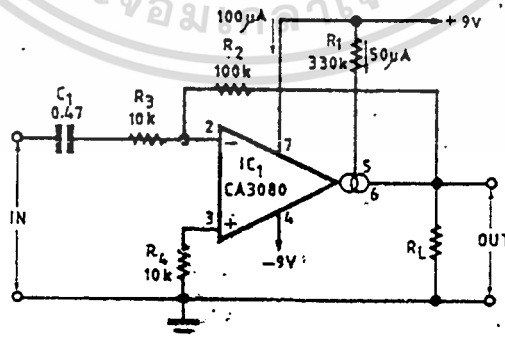
เมื่อจ่ายกระแสไบแอส 500 ไมโครแอมป์ ค่าความนำรวมของตัวโอซีจะมีค่าประมาณ 10 มิลลิซีเมนส์ จากวงจรในรูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13 ที่เอาท์พุทถูกต่อด้วย R₂ เป็นโหลด อัตราขยายแรงดันจึงเท่ากับค่าความนำรวมคูณค่าความต้านทานโหลดได้ 100 เท่าหรือ 40 dB กระแสสูงสุดที่สามารถไหลผ่านโหลด R₂ ได้คือ 500 ไมโครแอมป์ (เท่ากับกระแสไบแอส) ดังนั้นจะได้แรงดันเอาท์พุทสูงสุด 5 โวลต์

โดยทั่วไปแล้ว เรามักจะต่อตัวเก็บประจุ C₁ ไว้ที่เอาท์พุทด้วยเพื่อจำกัดค่าสlew เรต

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร สลิว เรต} &= I_{\text{BIAS}} / C_L \\ \text{จะได้} &= 500 \text{ uA} / 180 \text{ pF} \\ &= 2.8 \text{ V} / \text{uS} \end{aligned}$$

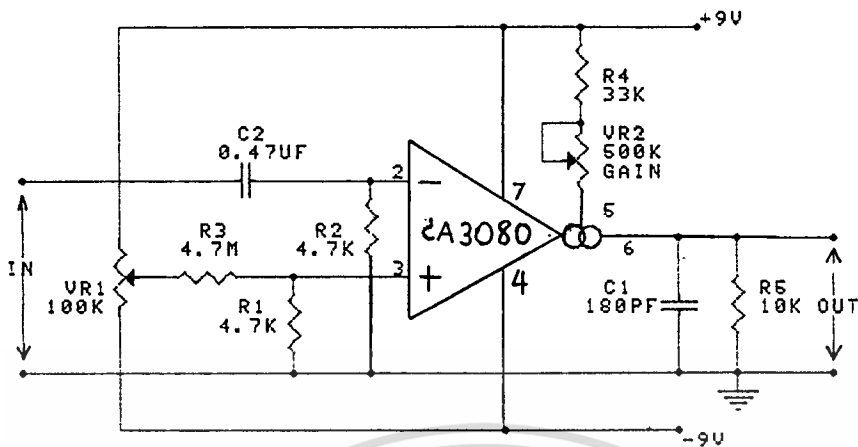
เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ของทั้งสองวงจรนี้จะเท่ากับ R₂ คือ 10 กิโลโห์ม สังเกตว่าวงจรทั้งสองนี้เป็นแบบลูปเปิด ถ้าเราไม่ใช้ C₁ มาจำกัด สลิว เรตโอซีก็จะทำงานที่แถบความถี่กว้างที่สุด แต่จะเกิดผลเสียคือทำให้ตัวโอซีมีสัญญาณรบกวนสูงมาก

ในวงจรรูปที่ 3.12 อินพุตของวงจรขยายความแตกต่างต่อ R_3 และ R_4 อนุกรมไว้เพื่อปรับแต่งค่าอิมพีแดนซ์ของแหล่งกำเนิดสัญญาณที่ป้อนให้ CA3080 นอกจากนี้ยังช่วยรักษาระดับแหล่งจ่ายไฟของตัวไอซีให้สมดุลย์ วงจรรูปที่ 3.13 ต่ออินพุตทั้งสองผ่าน R_3 และ R_4 ลงกราวด์ สัญญาณป้อนเข้าขา 2 จุดเดียว อัตราขยายแรงดันของ 2 วงจรขึ้นอยู่กับค่าของกระแสไบแอส ซึ่งกระแสไบแอสก็ขึ้นอยู่กับแหล่งจ่ายแรงดันอีกทีหนึ่ง อัตราขยายแรงดันของ CA3080 ส่วนใหญ่แล้ว จะขึ้นอยู่กับค่ากระแสไบแอสและแรงดันของแหล่งจ่ายใช้เทคนิคการต่อวงจรออป-แอมป์อีกชนิดหนึ่งก็จะได้วงจรดังในรูปที่ 3.14 ซึ่งเป็นวงจรขยายกระแสสลับแบบกลับมีอัตราขยาย 20 dB ใดๆใช้แหล่งจ่ายแรงดัน 9 โวลต์และกระแสไบแอสมีค่า 150 ไมโครแอมป์ วงจรนี้มีลักษณะการต่อเหมือนกับวงจรขยายแบบกลับโดยทั่วไป อัตราขยายกำหนดได้โดยอัตราส่วนของ R_2/R_3 (เท่ากับ 10 หรือ 20 dB) อัตราขยายของวงจรจะเปลี่ยนไปเมื่อ R_L มีค่าเป็นอนันต์เท่านั้น สาเหตุก็เพราะว่าอิมพีแดนซ์ทางเอาต์พุตหาได้จากสูตร R_2/A_V (เท่ากับ 10 กิโลโอห์ม) การนำความต้านทานโหลดมาต่อจะลดแรงดันเอาต์พุตให้ต่ำลง แต่ถ้าโหลดมีค่าอนันต์จะไม่มีผลใดๆ หน้าที่หลักของกระแสไบแอสในวงจรนี้คือ กำหนดกระแสในการทำงานทั้งหมดของวงจรและกำหนดการเปลี่ยนแปลงสูงสุดของเอาต์พุต



รูปที่ 3.14 วงจรขยายแบบกลับที่ใช้กำลังต่ำมากมีอัตราขยาย 20 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 วงจรขยายสัญญาณกระแสกลับที่ปรับอัตราขยายได้
ย่านของการปรับอยู่ระหว่าง 5 ถึง 10 เท่า

ตามค่าต่าง ๆ ดังแสดงไว้จะได้กระแสไบแอส 50 ไมโครแอมป์ ซึ่ง
ทำให้วงจรมีกระแสรวมทั้งหมดเท่ากับ 150 ไมโครแอมป์ (กระแสของไอซี 100
ไมโครแอมป์+กระแสไบแอส 50 ไมโครแอมป์) เมื่อใดที่ R_L มีค่านันต์ เอาต์พุต
จะมีเพียง R_2 เป็นโหลดจะได้เอาต์พุตสูงสุด คือ 5 โวลต์ ถ้า R_L มีค่า 10
กิโลโห์ม แรงดันเอาต์พุตจะถูกจำกัดไว้ที่ 0.5 โวลต์ ดังนั้น เราจึงสามารถ
กำหนดเอาต์พุตตามต้องการได้

เมื่อทำงานในภาวะลูปเปิดก็ไม่จำเป็นต้องมีการจำกัดค่าสlew rate ภาย
นอกอีกต่อไป ถ้า CA3080 ถูกใช้เป็นวงจรขยายกระแสตรงที่มีอัตราขยายสูงหรือ
วงจรขยายที่ปรับอัตราขยายได้ย่านกว้าง ระดับแรงดันอินพุตจะต้องเท่ากัน เพื่อ
ให้มั่นใจว่าเอาต์พุตจะออกมาถูกต้อง รูปที่ 3.15 แสดงการไบแอสวงจขยาย
กระแสกลับแบบกลับที่อัตราขยายเปลี่ยนแปลงอยู่ย่าน 5 ถึง 100 เท่า โดย
การปรับ VR_2 ส่วน VR_1 จะเป็นการปรับออฟเซตให้สมดุล การตั้งจุดทำงาน
ของวงจรอันดับแรกต้องปรับ VR_2 ไว้ที่ค่าต่ำสุด (จะได้อัตราขยายสูงสุด) และ
ปรับ VR_1 จนกว่าจะได้เอาต์พุตไฟตรงเป็นศูนย์ (เมื่อยังไม่มีสัญญาณกระแสกลับ
เข้ามาทางอินพุต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 เครื่องวัดกำลังงานไฟฟ้า

โครงการนี้เป็นเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าที่จะสามารถวัดและแสดงปริมาณกำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในช่วงเวลาใด ๆ เป็นวัตต์และสามารถแสดงค่ากิโลวัตต์-ชั่วโมง (kwh) โดยมีคุณสมบัติเด่นดังนี้

การวัดกำลังไฟฟ้าไม่ยุ่งยากเหมือนมิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าธรรมดาที่ใช้ติดตามบ้านเนื่องจากมิเตอร์ที่ใช้ตามบ้านไม่สามารถรีเซตได้ ทำให้เวลาดูปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน จะต้องเอาค่าที่ปรากฏอยู่นั้นไปลบด้วยค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในเดือนก่อน ทั้งยุ่งยากและอาจผิดพลาดได้ แต่เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าตัวนี้สามารถรีเซตได้ ทำให้สามารถดูปริมาณการใช้กำลังงานไฟฟ้าได้ทันที

สามารถแสดงผลการใช้กำลังงานไฟฟ้าในขณะใด ๆ ได้รวดเร็ว

แสดงผลเป็นตัวเลขที่สามารถอ่านได้ง่าย

สามารถวัดกำลังงานไฟฟ้าในขณะใด ๆ ได้ 9999.9 kwh

3.7 ความหมายของกำลังงานไฟฟ้า

กำลังงานไฟฟ้าก็คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าคูณด้วยค่าของกระแสไฟฟ้า เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาด 2,200 วัตต์ใช้กับไฟบ้าน 220 โวลต์คิดเป็นกระแสเท่ากับ 10 แอมแปร์ เป็นต้น แต่หลักการนี้ใช้ได้กับเตารีด หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นความต้านทานเท่านั้น ในกรณีของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ เช่น มอเตอร์ หรืออุปกรณ์ที่มีส่วนประกอบของหม้อแปลงมาเกี่ยวข้องหรือตัวหม้อแปลงเองจำเป็นต้องใช้วิธีการหาค่ากำลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกันออกไป

เหตุผลหลักคือ กระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์หรือหม้อแปลงมิได้มีมุมเฟสเดียวกับแรงดัน โดยรูปคลื่นของกระแสจะตามหลัง (lag) รูปคลื่นแรงดัน จึงจำเป็นต้องทราบค่าของเพาเวอร์แฟกเตอร์ (power factor) คือ ค่าโคซายน์ของมุมเฟส ($\cos \theta$) ระหว่างแรงดันกับกระแส ดังนั้นสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ถูกต้อง คือ กำลังไฟฟ้า = $EI \cos \theta$ ซึ่งสามารถใช้กำลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ได้ทุกชนิด

ค่าของแรงดันหรือกระแสจะวัดเป็นค่าอาร์เอ็มเอส ซึ่งไม่อาจวัดค่าได้ถูกต้องหากใช้มิเตอร์แบบขดลวดเคลื่อนที่ (moving-coil) เพราะมิเตอร์ชนิดนี้ตอบสนองต่อค่าเฉลี่ยของกระแสที่ไหลผ่านตัวมัน ซึ่งเมื่อนำไปวัดรูปขายน เช่น ไซน์สลับ 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ก็ต้องปรับแต่งให้เป็นสเกลอาร์เอ็มเอส อย่างไรก็ตาม ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมักจะเป็นเพราะรูปคลื่นส่วนใหญ่ไม่เป็นสัญญาณขายนับริสุทธิ์

3.8 การทำงานของไดนาโมมิเตอร์

ไดนาโมมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดกำลังงานไฟฟ้าแบบหนึ่ง สามารถที่วัดได้ละเอียดไม่ว่าจะเป็นโหลดชนิดใด หรือระบบไฟฟ้าใด ๆ ก็ตาม ไดนาโมมิเตอร์มีกลไกการทำงานคล้ายมิเตอร์แบบขดลวดเคลื่อนที่ โดยการจัดสายต่อขดลวดภายในไดนาโมมิเตอร์ ทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นไปจุดเข็มที่หน้าปัดซึ่งแรงจุดดึงนี้จะแปรผันโดยตรงกับผลคูณของกระแสในขณะใด ๆ ที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสอง ดังนั้นไดนาโมมิเตอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้หลักการคูณค่าต่าง ๆ จากสองตัวแปรในรูปของกระแส

ในการใช้ไดนาโมมิเตอร์ทำงานเป็นวัตต์มิเตอร์ เพื่อวัดกำลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า ต้องต่อไดนาโมมิเตอร์ในลักษณะที่ให้ขดลวดที่มีความต้านทานต่ำ ซึ่งมีขนาดใหญ่คอยตรวจวัดค่ากระแสที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า และให้อีกขดหนึ่งซึ่งมีความต้านทานสูงคอยตรวจวัดแรงดันที่ตกคร่อมเครื่องใช้ไฟฟ้า จุดหนึ่งที่น่าสนใจของไดนาโมมิเตอร์ก็คือ การเคลื่อนที่ของเข็มมิเตอร์จะถูกหน่วงไว้ให้มีความหนืดในการเคลื่อนที่ ทำให้ไม่อาจตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของค่าผลคูณของกระแสในขดลวดทั้งสอง แต่จะให้ผลตอบสนองต่อค่าเฉลี่ยของกระแสในขดลวดทั้งสองแทน

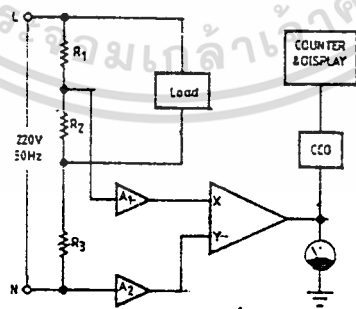
3.9 ใช้วงจรรีเล็คทรอนิกส์ทำงานเป็นไดนาโมมิเตอร์

วงจรรีเล็คทรอนิกส์ที่จำลองการทำงานของไดนาโมมิเตอร์ก็คือวงจรมูลคูณสัญญาณ (multiplier) วงจรมูลคูณสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์มีวิธีการสร้างและ

ออกแบบได้หลายวิธี แต่วิธีที่ง่ายที่สุดคือการใช้ออปแอมป์แบบ OTA

OTA มีชื่อเต็มว่า Output Transconductance Amplifier ซึ่งแตกต่างจากออปแอมป์ธรรมดาอย่างไร ออปแอมป์ทั่วไปจะทำงานกับสัญญาณอินพุตที่เป็นแรงดันเพราะอิมพีแดนซ์สูง สัญญาณที่เอาต์พุตคือ ปริมาณแรงดันที่เป็นผลคูณระหว่างอัตราขยายกับแรงดันอินพุตส่วน OTA มีอินพุตแบบเดียวกับออปแอมป์ธรรมดา แต่ให้เอาต์พุตในรูปของกระแส ดังนั้นอัตราขยายแรงดัน แต่เรียกชื่อใหม่ว่าความนำร่วม (forward transconductance- g_m) ซึ่งมีหน่วยเป็น mA/v

กระแสทางเอาต์พุตสามารถที่จะแปลงกลับเป็นแรงดันได้ โดยการต่อตัวต้านทานเป็นโหลดที่ภาคเอาต์พุต ค่าความนำร่วม (g_m) สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการปรับกระแสไบแอสจากภายนอกที่ป้อนเข้ามายังตัว OTA กระแสไบแอสนี้อาจได้จากการต่อแรงดันไฟสลับผ่านตัวต้านทาน ทำให้ออปแอมป์แบบ OTA - ทำงานเป็นวงจรคูณค่าแรงดันทางอินพุตทั้งสองได้ การนำ OTA มาใช้งานในวัดกำลังงานไฟฟ้ามีหลักการตามรูป



รูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูจากรูปที่ 3.16 โหลดจะถูกต่ออยู่ระหว่างสายไลน์ (L) กับสายนิวตรอน (N) ผ่านตัวต้านทาน R_3 ส่วนแรงดันโพลาร์ที่ตกคร่อมโหลดถูกตรวจวัดโดยออปแอมป์ A_1 โดยได้จากวงจรแบ่งแรงดัน ซึ่งประกอบด้วยตัวต้านทาน R_1 และ R_2 โดย A_1 นี้จะทำงานเป็นแบบบัฟเฟอร์สัญญาณเอาต์พุตถูกส่งผ่านจาก A_1 เข้ายังอินพุต X ของวงจรคูณสัญญาณ OTA ในขณะเดียวกัน แรงดันที่แปรไปตามกระแสที่ไหลผ่านโหลดจะเกิดขึ้นตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 แล้วป้อนผ่านวงจรบัฟเฟอร์ A_2 มายังอินพุต Y ของวงจรคูณสัญญาณ

เนื่องจาก OTA ต่อเป็นวงจรคูณสัญญาณ เอาต์พุตจึงเป็นค่าของกระแสไฟฟ้าที่แปรผันตามผลคูณของแรงดันทางอินพุต X และ Y (นั่นก็คือ กำลังงานไฟฟ้าที่โหลดใช้ไป) กระแสส่วนหนึ่งถูกป้อนผ่านมิเตอร์โดยตรง เพื่อแสดงกำลังงานไฟฟ้าที่โหลดใช้ในขณะใด ๆ กระแสเอาต์พุตอีกส่วนถูกป้อนให้แก่วงจร CCO (Current Control Oscillator) โดยทำหน้าที่ผลิตความถี่ที่เปลี่ยนแปลงตามค่ากระแสอินพุตจากวงจรคูณ ซึ่งวงจร CCO นี้ก็ใช้ OTA เช่นกัน ความถี่ที่ได้จากวงจรจะส่งเข้าวงจรนับแสดงผลการใช้กำลังงานไฟฟ้าต่อไป

3.10 หลักการทำงานของวงจร FSK

3.10.1 ตัวกำหนดสัญญาณ FSK (FSK Generator)

ตัวกำหนดสัญญาณ FSK ก็คือ ตัวส่งสัญญาณ FSK (FSK TRANSMITTER) ซึ่งมีหลักการที่ว่า เมื่อข้อมูลที่เป็นสัญญาณดิจิทัลที่มีลักษณะเป็นข้อมูลไบนารี จะทำให้ความถี่เลื่อนหรือ เบี่ยงเบนไปตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลไบนารีที่เข้ามา ดังนั้นสัญญาณทางเอาต์พุตของตัวกำเนิด FSK จะอยู่ในรูปของความถี่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง (Frequency Continuous) เมื่อข้อมูลไบนารีด้านอินพุตเปลี่ยนแปลงจากสถานะลอจิก "1" เป็นลอจิก "0" หรือ Space Frequency (fs)

การเปลี่ยนแปลง (หรือการเลื่อน) ของความถี่แต่ละครั้งจะเกิดขึ้น เมื่อสถานะของลอจิกด้านสัญญาณเข้าเปลี่ยนแปลง นั่นคือ อัตราการเปลี่ยนแปลงสัญญาณออกจะ เท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเข้า ซึ่งในดิจิทัล

มอดูเลชันนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณด้านอินพุตของ FSK Generator จะเรียกว่า "อัตราบิต" หรือ Bit Rate มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bps) ส่วนอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณด้านเอาต์พุตของ FSK Generator เรียกว่า "อัตราบ๊อด" หรือ Baud Rate ดังนั้นการส่งข้อมูลด้วยเทคนิค FSK อัตราบิตจะเท่ากับอัตราบ๊อดเสมอ

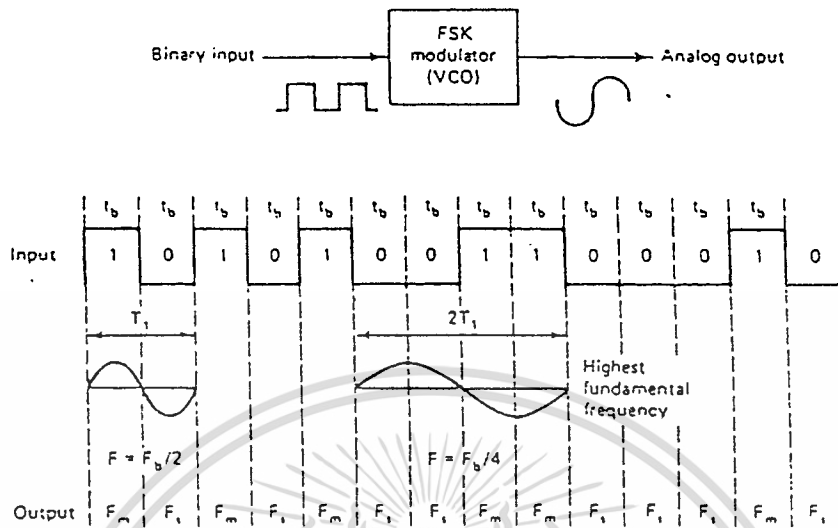
3.10.2 FSK Bandwidth

จากรูป 3.17 แสดงถึงตัว FSK มอดูเลเตอร์ ซึ่งในหลักการเดียวกันกับเอพเอ็มมอดูเลเตอร์ คือ วงจรหลักการทำงานของ VCO (Voltage Control Oscillator) จะเห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เร็วที่สุดของสัญญาณอินพุตจะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลไบนารีมีลักษณะเป็น "1" และ "0" สลับกันซึ่งก็คือสัญญาณสี่เหลี่ยมนั่นเอง (Square Wave) ตามตัวอย่างในรูปที่ 3.17 เป็นสัญญาณในช่วง T_1 ความถี่หลักของคลื่นสี่เหลี่ยมจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของ Bit Rate ดังนั้นถ้าพิจารณาเฉพาะความถี่หลักเพียงอย่างเดียวแล้ว ความถี่สูงสุดของสัญญาณดิจิทัลที่ต้องการนำมามอดูเลตแบบ FSK จะเท่ากับครึ่งหนึ่งของ Bit Rate คือ

$$F_{o \max} = (\text{Bit Rate})/2$$

เมื่อ $F_{o \max}$ = ความถี่สูงสุดของสัญญาณดิจิทัลที่จะนำมามอดูเลต

ความถี่กลาง (Center Frequency = f_0) ของ VCO จะอยู่ในตำแหน่งกลางระหว่าง Mark Frequency (f_m) กับ Space Frequency (f_s) ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 FSK Modulator

ลอจิก 1 ด้านอินพุตจะเลื่อนความถี่ของ VCO จาก f_0 ไปเป็น f_s จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ไบนารีด้านอินพุตจาก "1" ไป "0" หรือ "0" ไป "1" จะทำให้ความถี่เอาท์พุตของ VCO เลื่อนหรือเบี่ยงเบนไปมา ระหว่าง f_m กับ f_s เนื่องจากที่กล่าวมาแล้วว่า FSK นั้นคือการมอดูเลตแบบ FM ดังนั้น ดัชนีการมอดูเลต (Modulate Index = MI) ใน FSK ก็ทำได้จาก FM คือ

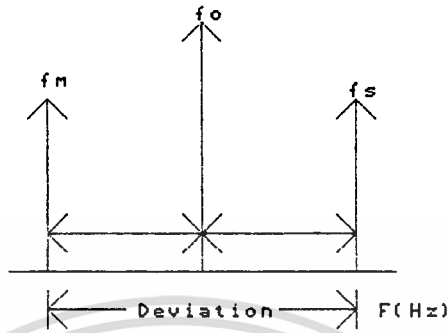
$$MI = \#F / f_a$$

เมื่อ MI = ดัชนีการมอดูเลต

#F = การเบี่ยงเบนของความถี่ใดๆ จากความถี่กลาง (Hz)

f_a = ความถี่ของสัญญาณที่นำมามอดูเลต (Hz)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 การเบี่ยงเบนความถี่

ค่า MI ที่ยอมให้มีได้สูงสุดคือ ค่า MI ที่ทำให้แบนด์วิธกว้างที่สุด ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อ การเบี่ยงเบนของความถี่ถูกมอดูเลทแล้วและความถี่ของสัญญาณที่นำมามอดูเลทมีค่าสูงสุด

ใน FSK มอดูเลท ค่า ΔF เป็นการเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุด (Peak Frequency Deviation) ของสัญญาณที่ถูกมอดูเลทแล้ว ซึ่งมีค่าเท่ากับความแตกต่างระหว่าง f_o กับ f_m หรือ f_o กับ f_s ซึ่งก็คือ ครึ่งหนึ่งของความแตกต่างระหว่าง f_m กับ f_s นั่นคือ

$$\Delta F = (F_s - f_m)/2$$

การเบี่ยงเบนความถี่สูงสุดขึ้นอยู่กับขนาด หรือแอมพลิจูดของสัญญาณที่นำมามอดูเลท (สัญญาณดิจิทัล) เมื่อสถานะทางลอจิกเป็น "1" ก็จะให้แรงดันออกมาค่าหนึ่งคงที่ตามสถานะ ดังนั้นความถี่เบี่ยงเบนของ FSK มอดูเลทจะเบี่ยงเบนคงที่ และอยู่ในระดับการเบี่ยงเบนของความถี่สูงสุดเสมอ F_a เป็นความถี่หลักของข้อมูลไบนารีด้านอินพุต ซึ่งจะทำการให้แบนด์วิธ กว้างที่สุดเมื่อ

$F_a = \text{Bit Rate}/2$ เท่านั้น เพราะฉะนั้นเราสามารถหาค่า MI ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$MI = (fs - fm)/fb$$

เมื่อ $fs - fm$ = ความถี่เบี่ยงเบนสูงสุด

fb = อัตราบิทของโบนารีอินพุต

ในการส่งสัญญาณ FM โดยทั่วไป ความกว้างของแบนด์วิท จะแปรผันตรงกับค่า MI ซึ่งเช่นเดียวกัน FSK ที่ค่า MI โดยทั่วไปจะต้องมีค่าต่ำกว่า 1.0 เพื่อให้เป็น เอฟเอ็มแบบแคบ (Narrow band FM) ค่าแบนด์วิทที่แคบที่สุดเรียกว่า Minimum Nyquist Bandwidth (F_n) ตัวอย่างเช่นการส่งข้อมูลแบบ FSK มีความถี่กลาง (f_o) = 7 KHz ความถี่สเปซ (f_s) = 6 KHz และความถี่มาร์ก (f_m) = 8 KHz ข้อมูลโบนารีอินพุตมี Bit Rate = KHz สามารถหา F_n ได้ดังนี้

$$MI = (6 \text{ KHz} - 8 \text{ KHz}) / 2 \text{ KHz}$$

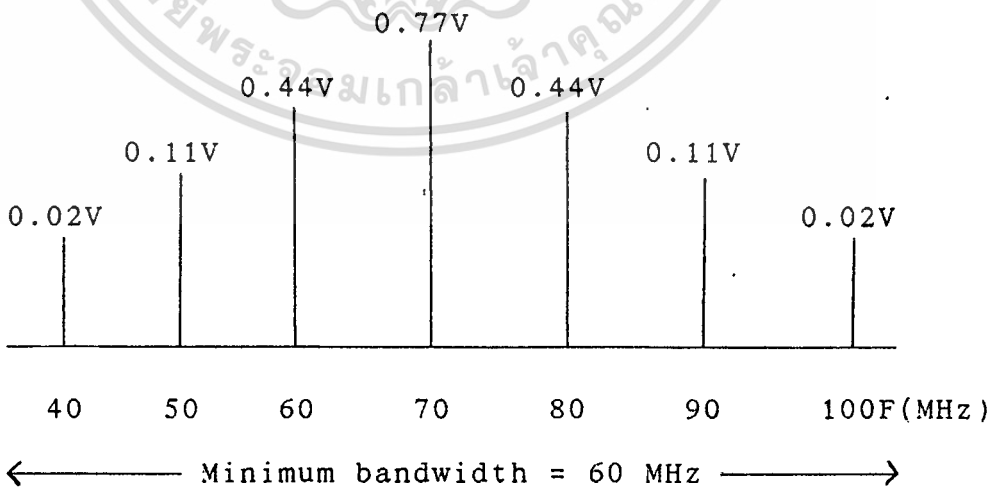
$$MI = 1.0$$

จากตาราง Bessel Function ในตารางที่ 3.2 เมื่อ $MI = 1.0$ จะได้แถบความถี่ข้าง (Sideband Frequency) ออกมาข้างละ 3 ความถี่ โดยแต่ละความถี่จะห่างจากความถี่กลาง (f_o) ช่วงละ 1 KHz (ซึ่งก็คือ $fb/2$ เมื่อ fb คือ Bit Rate = 2 KHz) สามารถเขียนเป็นสเป็คตรัมความถี่ได้ดังรูปที่ 3.19

MI	J0	J1	J2	J3	J4
0.0	1.00				
0.25	0.98	0.12			
0.5	0.94	0.24	0.03		
1.0	0.77	0.44	0.11	0.02	
1.5	0.51	0.56	0.23	0.06	0.01
2.0	0.22	0.58	0.35	0.13	0.03

ตารางที่ 3.2 Bessel Function Table

มีข้อสังเกตคือ MI ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1.0 จะทำให้แบนด์วิธมีค่าประมาณ 2-3 เท่าของ Bit Rate เสมอ

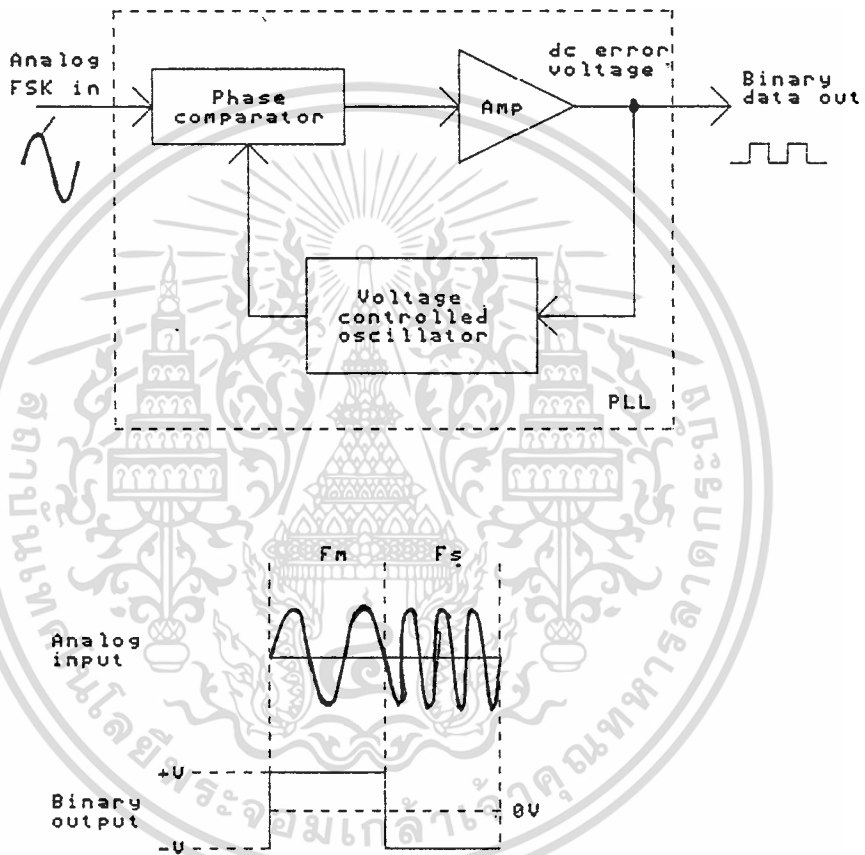


รูปที่ 3.19 สเปกตรัมความถี่ของตัวอย่างที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.3 FSK ดีมอดูเลเตอร์ (FSK Demodulator)

FSK Demodulator คือ ตัวรับสัญญาณ FSK (FSK Receiver) จะเป็นตัวแยกสัญญาณไบนารีออกจากสัญญาณ FSK โดยส่วนมากจะใช้วงจร PLL (Phaselock loops) ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 PLL-FSK Demodulator

PLL ใน FSK Demodulator มีหลักการทํางานเหมือนกับ PLL ใน FM Detector ทุกอย่างคือจะมีความถี่ฟรีรันนิ่งเท่ากับ Center Frequency (f_0) และในขณะที่ความถี่อินพุตของ PLL เลื่อนไป-มา ระหว่าง f_m กับ f_s จะทำให้เกิดแรงดันคลาดเคลื่อนไฟตรง (DC Error Voltage)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นผลมาจากการเปรียบเทียบเฟส (Phase Comparator) ของ สัญญาณอินพุต เนื่องจากความถี่อินพุตที่เข้าทาง PLL มีเพียง 2 ความถี่คือ f_m และ f_s ดังนั้น ค่าแรงดันดังกล่าว จึงมีเพียง 2 ระดับเท่านั้น ซึ่งสามารถแทน ด้วยลอจิก "1" และลอจิก "0" เมื่อความถี่ทางอินพุตเป็น f_m และ f_s ตาม ลำดับ เราจึงได้สัญญาณเอาต์พุตจาก PLL กลับมาเป็นข้อมูลไบนารีเหมือนกับตอน แรกที่ส่งมาทุกประการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทำงานของวงจร

งานโครงงานชิ้นนี้สามารถที่จะอธิบายการทำงานของวงจรถูกออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ วงจรส่วนเครื่องควบคุม และวงจรส่วนเครื่องวัดกำลังไฟฟ้ายอดยานแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้ (ดูรูปวงจรมานภาคผนวก ข ประกอบ)

4.1 วงจรส่วนเครื่องควบคุม

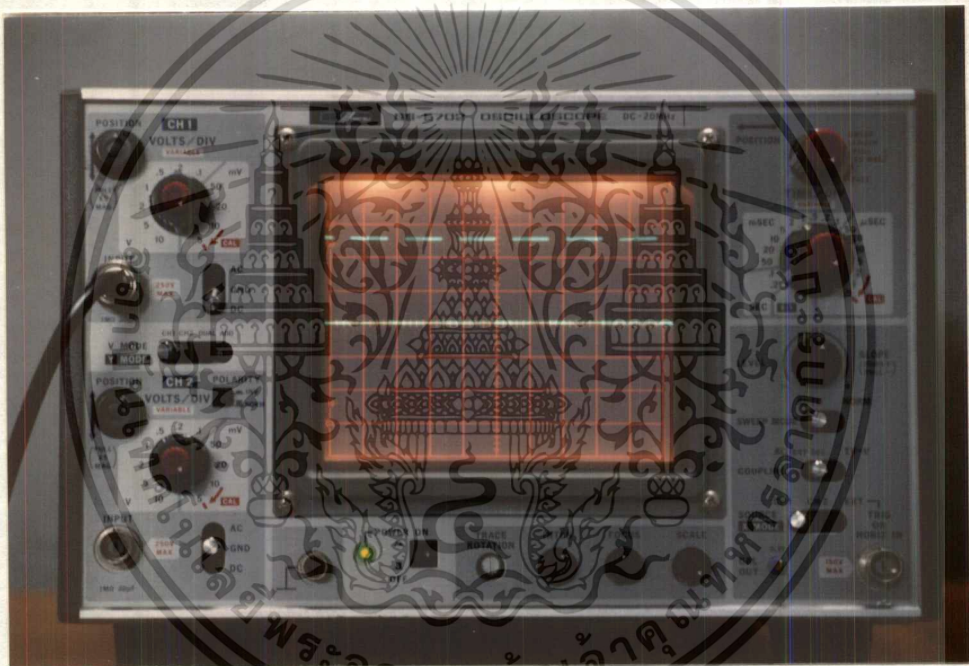
เป็นวงจรถูกส่วนที่ทำหน้าที่รับหมายเลขเครื่องและชุดคำสั่งจากผู้ใช้แล้วทำการส่งหมายเลขและชุดคำสั่งไปยังเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า หลังจากนั้นจะรอรับข้อมูลที่ส่งกลับมาจากเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า เพื่อแสดงข้อมูลเหล่านั้นทางส่วนแสดงผลให้ผู้ใช้งานรับรู้ต่อไป วงจรส่วนเครื่องควบคุมสามารถแยกอธิบายการทำงานเป็นภาค ๆ ได้ดังนี้

4.1.1 KEYBOARD CIRCUIT ทำหน้าที่รับหมายเลขและชุดคำสั่ง - จากผู้ใช้ หัวใจสำคัญของภาคนี้อยู่ที่ IC4 เบอร์ 74C923 เป็นตัวที่ SCAN รับค่าจากการกดคีย์ของผู้ใช้ส่งไปประมวลผลยัง CPU โดยสภาวะปกติเมื่อไม่มีการกดคีย์ใด ๆ ขา DA (Data Available) จะมีสถานะเป็นลอจิก 0 แต่เมื่อคีย์ใดคีย์หนึ่งถูกกด ที่ขา DA จะส่งสัญญาณลอจิก 1 ออกมาซึ่งสัญญาณนี้จะส่งไปบอก CPU ว่ามีการกดคีย์ CPU ก็จะส่งลอจิก 1 ให้กับขา OE (Output Enable) IC4 ก็จะทำการเข้ารหัสค่าของการกดคีย์เป็นเลขฐานสองจำนวน 5 บิต (00000 - 11111) โดยอัตโนมัติ และข้อมูลเอาต์พุตจะออกทางขา A, B, C, D และ E ผ่าน PORT 1 ให้ CPU อ่านค่าต่อไปประมวลผล ซึ่งข้อมูลเอาต์พุตที่ขาดังกล่าวจะค้างสภาวะไว้หลังจากที่บัสปล่อยนิ้วจากคีย์ เพื่อป้องกันการอ่านค่าผิดพลาดในขณะที่ CPU ทำงานอื่นอยู่การแก้เบาบซ์ของคีย์บอร์ดหรือเรียกว่าดีเบาบซ์ (debounce) ทำได้โดยต่อตัวเก็บประจุค่า 1 ไมโครฟารัด ที่ขา KBM (Key Bounce Mask) ทำให้ IC4 ไม่สนใจการกดคีย์ในช่วง 10 ms แรก แต่หลังจากนั้นจะแลตซ์ข้อมูล และทำให้ DA เป็นลอจิก 1 เพื่อบอก CPU ว่ามีการกดคีย์ใด ๆ

4.1.2 ENCODE CIRCUIT ทำหน้าที่เข้ารหัสหมายเลขและชุดคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

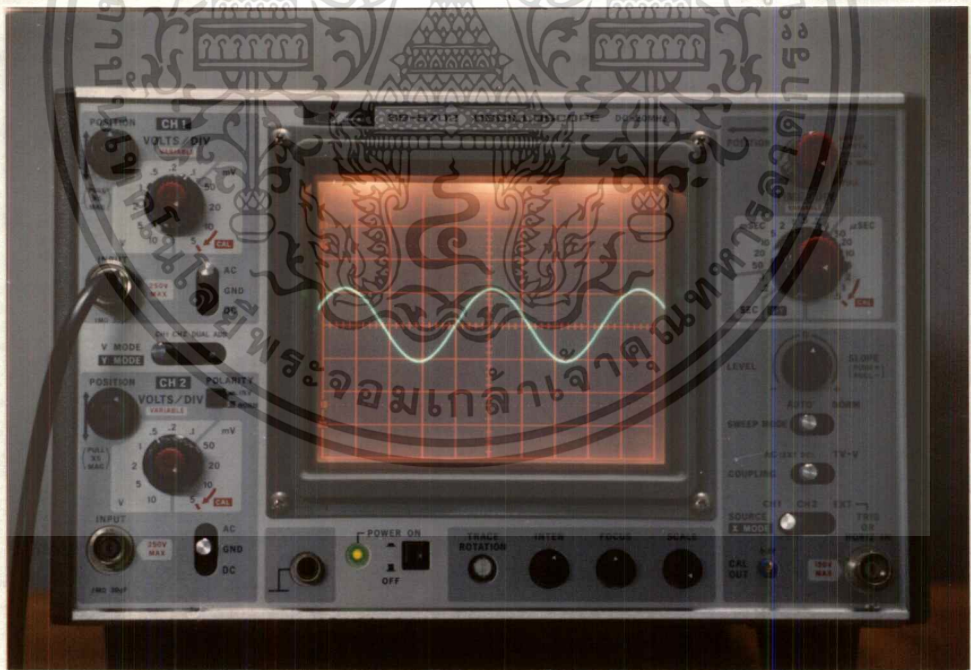
ของผู้ใช้ เป็นข้อมูลแบบอนุกรม โดยหมายเลขและชุดคำสั่งที่ได้จากการกดคีย์จะถูก CPU ประมวลผลและส่งหมายเลขและชุดคำสั่งเหล่านั้นผ่าน I/O พอร์ตมายัง IC1 เบอร์ UM3758-108 เพื่อเข้ารหัสข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรมออกทาง ขา TX/RX (ขา 23) ซึ่ง IC1 นี้สามารถควบคุมการเข้ารหัสได้ที่ขา MODE (ขา 21) โดยเมื่อต้องการให้ IC1 เข้ารหัส CPU จะส่งลอจิก 1 มาที่ขา MODE ทำให้ IC1 สามารถเข้ารหัสข้อมูลและแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรมส่งออกมาทางขา 23 ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากการเข้ารหัสข้อมูลของ IC1

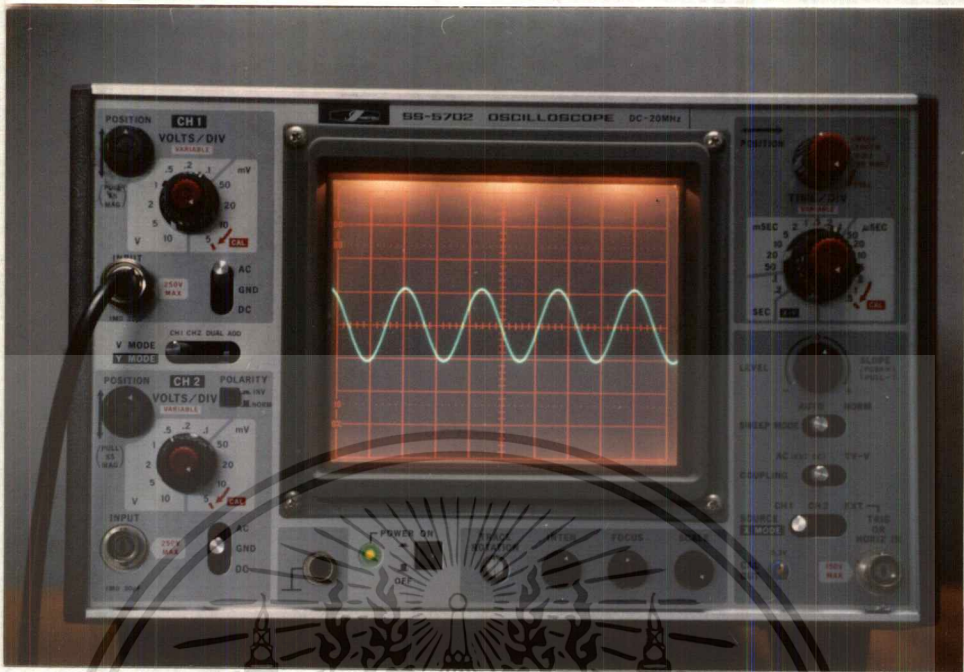
4.1.3 FSK CIRCUIT เมื่อ IC1 ส่งข้อมูลแบบอนุกรมออกทาง ขา 23 ข้อมูลจะถูกส่งผ่าน IC3/3 ท้าหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์จัดระดับสัญญาณซึ่งเป็นระดับลอจิกที่มีความแน่นอนมากขึ้น หลังจากนั้นข้อมูลซึ่งเป็นระดับลอจิกจะถูกส่งเข้าที่ขา TXD ของ IC2 โดย IC2 นี้จะทำการแปลงข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรมที่รับเข้ามาให้เป็นสัญญาณนาฬิกา 2 ความถี่คือถ้าข้อมูลเป็นลอจิก 1 จะได้สัญญาณ

อนาล็อกความถี่ 1200 Hz ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และถ้าข้อมูลเป็นลอจิก 0 จะ
ได้สัญญาณอนาล็อกความถี่ 2200 Hz ดังแสดงในรูปที่ 4.3 สัญญาณอนาล็อกที่ได้
จากการแปลงจะถูกส่งออกมาทางขา TRA ของ IC2 ผ่าน VR2 เพื่อปรับระดับ
Amplitude ของสัญญาณที่จะส่งไปเข้าเครื่องส่งให้ได้ระดับ Amplitude ที่
เหมาะสม ถ้าปรับระดับ Amplitude ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการขลิบของ
สัญญาณอันเป็นเหตุให้การมอดูเลทข้อมูลกับคลื่นพาห้ในเครื่องส่งเกิดการ Over -
Modulation ได้ ในขณะที่เดียวกัน IC2 ยังแปลงสัญญาณอนาล็อกที่ได้จากจุด
ต่อลำโพงรอยแบ่งแรงดันด้วย R2 และ R3 เข้าที่ขา RXA เอาท์พุทเป็นสัญญาณ
ดิจิตอลออกที่ขา RXD ส่งผ่าน IC3/2 (บัฟเฟอร์) และส่งเข้าบัฟเฟอร์อนุกรมของ
CONTROL BOARD ซึ่งก็คือข้อมูลที่ CONTROL BOARD จะนำไปประมวลผลเพื่อ
แสดงผลต่อไป



รูปที่ 4.2 สัญญาณที่ได้จากชุด FSK ขณะสัญญาณอินพุทเป็น "1" หรือมีค่า
เท่ากับ 5 โวลต์ จะอ่านความถี่ได้ประมาณ 1190 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ได้จากชุด FSK ขณะสัญญาณอินพุตเป็น "0" หรือมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ จะอ่านความถี่ได้ประมาณ 2200 เฮิรตซ์

4.2 วงจรส่วนเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

เป็นวงจรส่วนที่ทำหน้าที่วัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ผู้ใช้งาน และแสดงค่ากำลังไฟฟ้านั้น ๆ บนส่วนแสดงผลแบบ LCD ส่วนหน้าที่อีกหน้าที่หนึ่งก็คือรอรับหมายเลขเครื่องและชุดคำสั่งจากเครื่องควบคุม แล้วทำการตรวจสอบว่าหมายเลขที่เครื่องควบคุมส่งมานั้นตรงกับหมายเลขที่ SET ไว้หรือไม่ ถ้าหมายเลขไม่ตรงกันก็จะไม่สนใจชุดคำสั่งที่ส่งตามมา แต่ถ้าหมายเลขที่ส่งมาจากเครื่องควบคุมตรงกับหมายเลขที่ SET ไว้ CPU ก็จะทำการประมวลผลและทำงานตามชุดคำสั่งที่ส่งตามมา หลังจากนั้นก็จะส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องควบคุมเพื่อบอกให้ผู้ใช้งานทราบว่าได้ทำงานตามคำสั่งของผู้ใช้แล้วหรืออาจจะกล่าวได้ว่า เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของการทำงานนั่นเอง โดยวงจรส่วนเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าสามารถแยกอธิบายการทำงานเป็นภาค ๆ ได้ดังนี้

4.2.1 FSK CIRCUIT เมื่อมีการส่งหมายเลขและชุดคำสั่งจาก -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

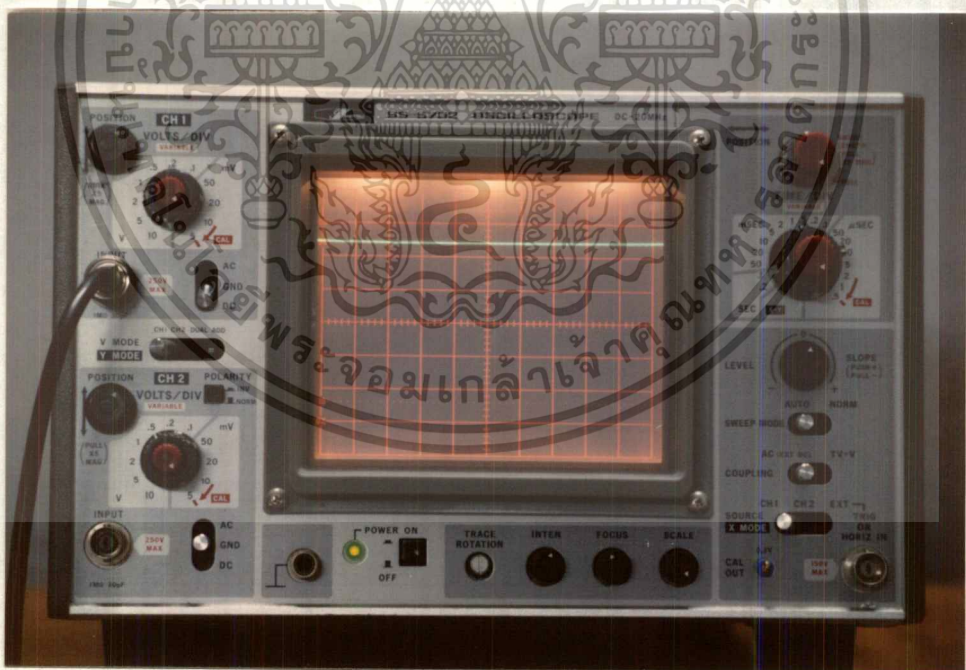
เครื่องควบคุมมายัง เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าก็จะได้สัญญาณนาฬิกาที่จุดต่อลำโพงของ เครื่องรับส่ง เข้าที่ขา RXA ของ IC7 โดยมี R11 และ R12 เป็นตัวแบ่งแรงดัน เพื่อให้ IC7 ได้รับแรงดันอินพุตที่เหมาะสม ซึ่ง IC7 นี้ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่เป็น สัญญาณนาฬิกาที่เข้าทางขา RXA ให้เป็นสัญญาณดิจิทัลออกทางขา RXD ผ่านบัฟเฟอร์ IC8/2 ต่อไปยังวงจร DECODE CIRCUIT ต่อไป ในท่านองเดียวกันหลังจากที่ CPU ประมวลผลและทำงานตามชุดคำสั่งที่ส่งมาแล้ว CPU ก็ส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องควบคุม เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าได้ทำงานตามคำสั่งของผู้ใช้ดังที่ได้กล่าวมาแล้วโดย CPU จะส่งข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรมผ่าน IC8/3 (บัฟเฟอร์) เข้าขา TXD ของ IC7 ซึ่ง IC7 จะทำการแปลงข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรมที่รับมาจาก CPU ให้เป็นสัญญาณนาฬิกา 2 ความถี่ คือ ถ้าข้อมูลเป็นลอจิก 1 จะได้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 1200 Hz และถ้าข้อมูลเป็นลอจิก 0 จะได้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 2200 Hz สัญญาณนาฬิกาที่ได้จากการแปลงจะถูกส่งออกมาทางขา TRA ของ IC7 ผ่าน VR4 เพื่อปรับ Amplitude ของสัญญาณที่จะส่งไปเข้าเครื่องส่ง ให้ได้ระดับ Amplitude ที่เหมาะสม

4.2.2 DECODE CIRCUIT หมายเลขและชุดคำสั่งที่ได้จากวงจร-FSK จะเป็นข้อมูลดิจิทัลขนาด 18 บิต โดย 16 บิตแรกเป็นข้อมูลที่เป็นหมายเลขเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าและ 2 บิตสุดท้ายเป็นชุดคำสั่ง ข้อมูลดิจิทัลทั้ง 18 บิตจะถูกป้อนเป็นอินพุตของ IC9 ซึ่ง IC9 จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลดิจิทัล 10 บิตแรกกับระดับลอจิกที่ขา A1 ถึง A10 ถ้าไม่ตรงกัน IC9 ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ แต่ถ้าตรงกันก็จะค้างสภาวะข้อมูลดิจิทัล 8 บิตที่เหลือทางขา D1 ถึง D8 ตามลำดับ นอกจากนี้ขา 23 ซึ่งปกติเป็นลอจิก 1 (รูปที่ 4.4) จะเปลี่ยนเป็นลอจิก 0 (รูปที่ 4.5) ด้วย แต่เพื่อต้องการให้ได้หมายเลขเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าจำนวนมากขึ้นจึงได้นำลอจิกที่ขา D1 ถึง D6 มาถอดรหัสอีกชั้นหนึ่งโดยป้อนเป็นอินพุตของ IC10 ซึ่งทำหน้าที่เป็น COMPARATOR ถ้าลอจิกที่ขา P0 ถึง P5 ตรงกับลอจิกที่ขา Q0 ถึง Q5 จะทำให้ขา 19 ของ IC10 เปลี่ยนเป็นลอจิก 0 ซึ่งก็หมายความว่าถ้ารหัสที่เราตั้งที่ขา A1 ถึง A10 ของ IC9 และรหัสที่ขา Q0 ถึง Q5 ของ IC10 ตรงกับหมายเลขที่ส่งมาจากเครื่องควบคุม -

เอาท์พุทของ IC11/1 ก็จะเปลี่ยนเป็นลอจิก 0 ซึ่งลอจิก 0 นี้จะทำให้ IC12 ท้าการถอดรหัสชุดคำสั่งที่ขา D7 และ D8 ของ IC9 ดังตารางที่ 4.1

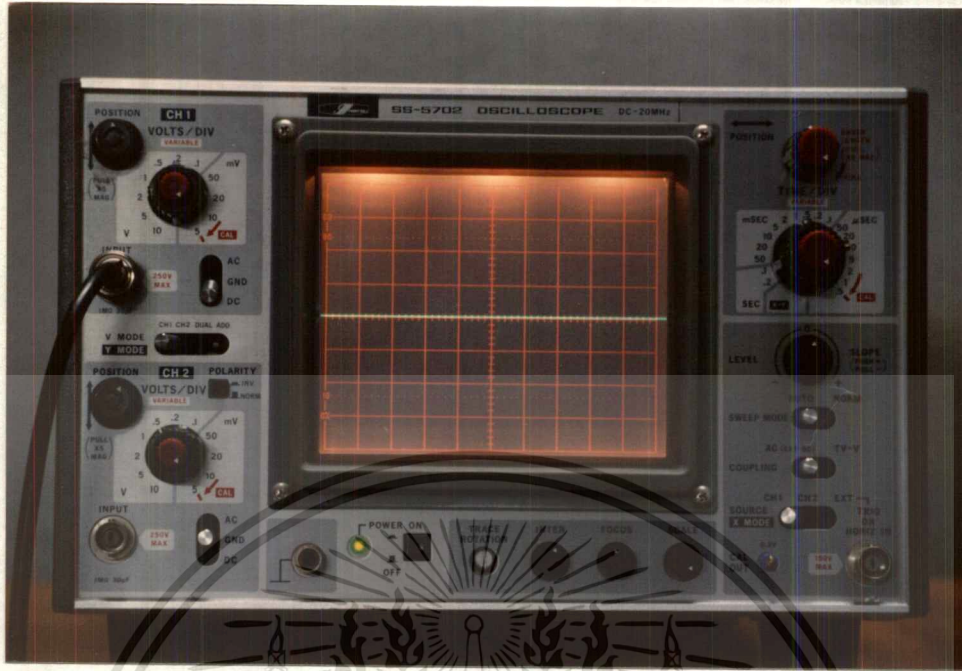
D8	D7	Y0	Y1	Y2	Y3
0	0	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0

ตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.4 สัญญาณเอาท์พุทที่ขา 23 ของ IC9 ขณะที่รหัสข้อมูลไม่ตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



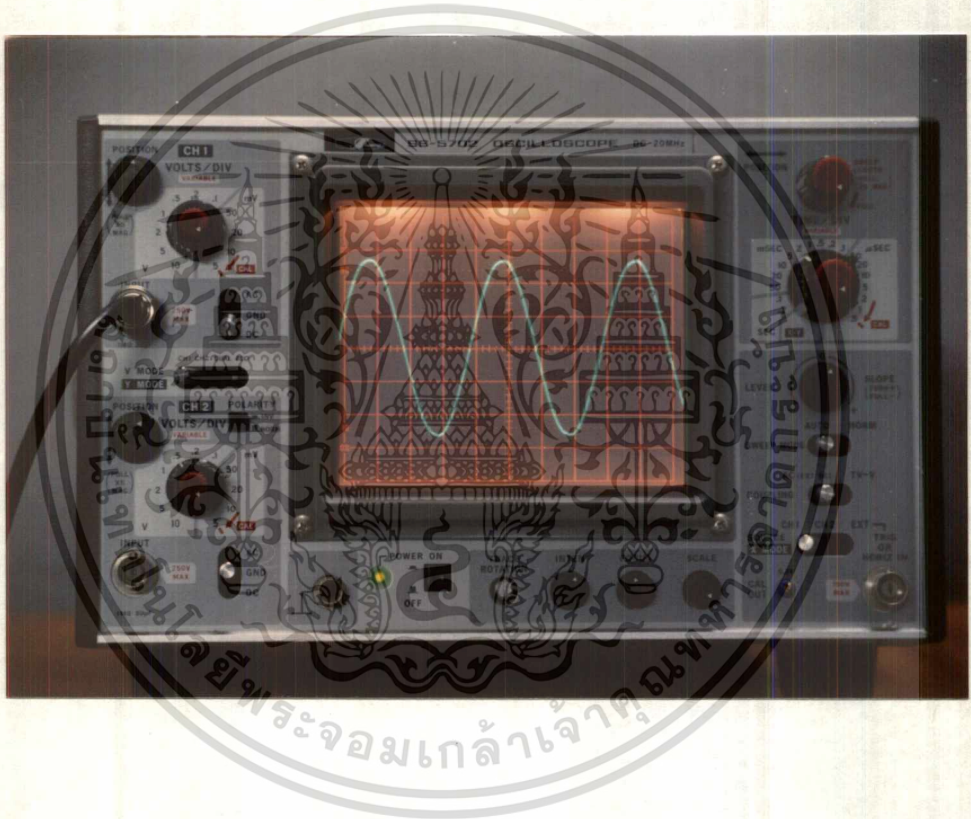
รูปที่ 4.5 สัญญาณเอาต์พุตที่ขา 23 ของ IC9 ขณะให้รหัสข้อมูลตรงกัน

4.2.3 LATCH & ISOLATE CIRCUIT จากตารางที่ 4.1 ซึ่งเป็นตารางความจริงแสดงการทำงานของ IC12 จะเห็นว่าถ้า Y2 เป็นลอจิก 0 เอาต์พุตของ IC11/3 จะเป็นลอจิก 1 ทำให้ OPTO1 ทำงานมีผลให้มีกระแส TRIG เข้าที่ขา GATE ของไทรแอก T1 จึงทำให้ไทรแอก T1 นำกระแส ซึ่งก็คือการเปิดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ผู้ใช้ไฟฟ้า แต่ถ้า Y3 เป็นลอจิก 0 เอาต์พุตของ IC11/3 จะเป็นลอจิก 0 ทำให้ OPTO1 ไม่ทำงานมีผลที่ไม่มีกระแส TRIG ที่ขา GATE ของไทรแอก T1 จึงทำให้ไทรแอก T1 ไม่นำกระแส ซึ่งก็คือปิดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ผู้ใช้ไฟฟ้านั่นเอง

4.2.4 KILOWATT-HOUR METER CIRCUIT เมื่อป้อนไฟสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ เข้าที่จุด LINE และ NEUTRAL จะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อม R28 เท่ากับ 3.2 โวลต์ (RMS) แล้วส่งเป็นสัญญาณผ่าน R29 มาเข้าขาอินพุต 1 ของ IC15/1 ซึ่งทำงานเป็นบัฟเฟอร์ แรงดันเอาต์พุตจาก IC15/1 (รูปที่ 4.6) จะถูกส่งผ่านตัวต้านทานปรับค่าได้ VR5 และ R37 เพื่อเปลี่ยนเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

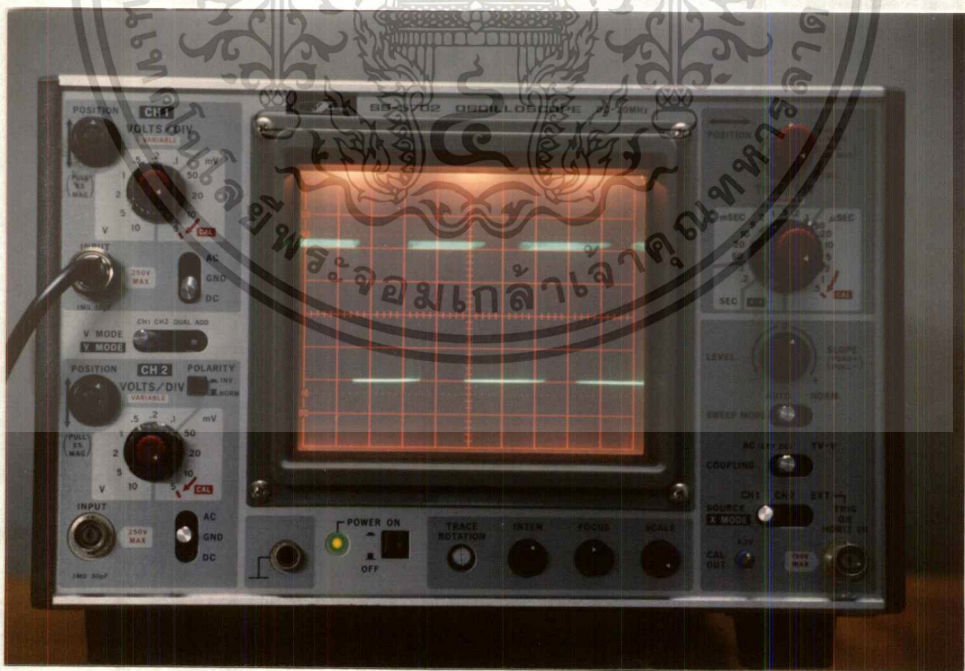
กระแสป้อนให้กับขาไบอัสของ IC16/1 ส่วน VR6 และตัวต้านทาน 0.1 โอห์ม ทั้งสามตัวมีไว้สำหรับค่ากระแสที่ไหลผ่านโหลด เพื่อเปลี่ยนเป็นแรงดันตกคร่อม VR6 แล้วส่งผ่านตัวต้านทาน R30 ไปเข้าขาอินพุตไม่กลับเฟสของ IC15/2 ซึ่งทำงานเป็นบัฟเฟอร์เช่นเดียวกับ IC15/1 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้แสดงในรูปที่ 4.7 ซึ่ง จะส่งต่อมาเข้าเป็นอินพุตกลับเฟสของ IC16/1



รูปที่ 4.6 สัญญาณแรงดันเอาต์พุตที่ขา 8 ของไอซีเบอร์ TL074

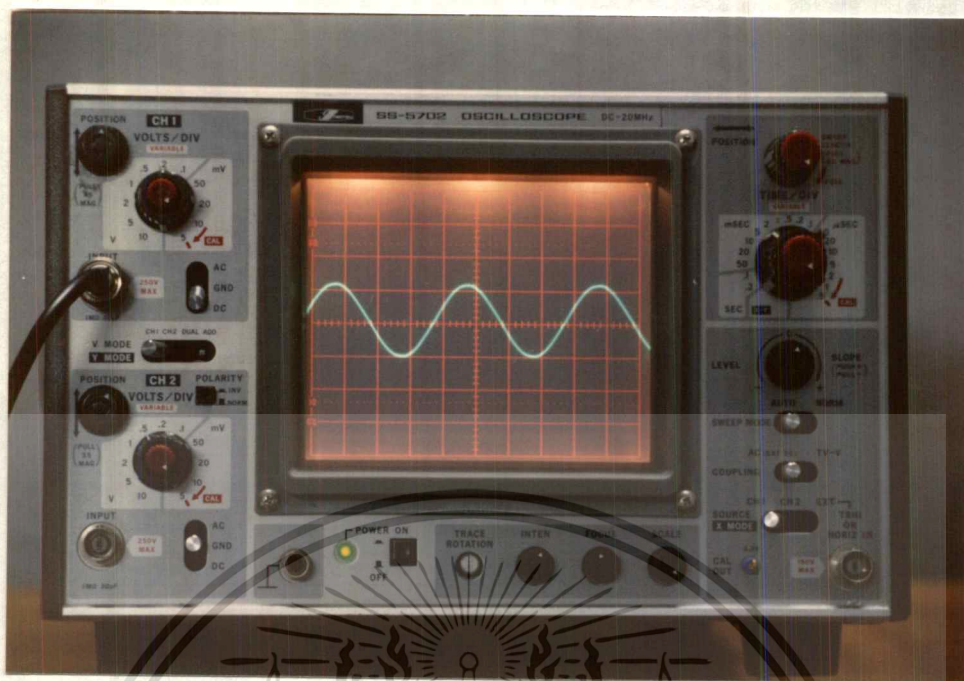
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC15/4 โดยแรงดันนี้จะสูงขึ้นได้ช้าเร็วเท่าไรขึ้นอยู่กับค่าของตัวเก็บประจุ C22 เมื่อแรงดันที่ขา 2 ของ IC15/4 มีค่าสูงกว่าขา 3 สภาวะที่เอาต์พุตของ IC 15/4 จะเปลี่ยนจาก +12 โวลต์ เป็น -12 โวลต์ทันที และทำให้ที่ขา 3 ของ ทั้ง IC15/4 และ IC16/2 มีแรงดันเปลี่ยนจาก +1.5 โวลต์ ไปเป็น -10.5 โวลต์ ทำให้เกิดกระแสไหลเข้าขา 5 ของ IC16/2 ซึ่งกระแสที่ไหลเข้านี้ได้ มาจากการคายประจุของตัวเก็บประจุ C22 เมื่อ C22 คายประจุออกทำให้แรงดันตกคร่อมตัวมันค่อย ๆ ลดลง ทรานซิสเตอร์ภายในตัว IC16/2 จึงนำกระแส ไปได้น้อยลง แรงดันที่ขา 8 จึงค่อย ๆ ลดลงด้วย ตัวเก็บประจุ C22 จะคายประจุจนกระทั่งแรงดันที่ขา 2 ของ IC15/4 ตกลงต่ำกว่า -10.5 โวลต์ ที่จุดนี้ จะทำให้เอาต์พุตของ IC15/4 เปลี่ยนสภาวะจาก -12 โวลต์ เป็น +12 โวลต์ทันที ตัวเก็บประจุ C22 จะเริ่มเก็บประจุอีกครั้ง เป็นเช่นนี้เรื่อยไปทำให้ได้ สัญญาณสี่เหลี่ยมขนาด 12 โวลต์พีก จากเอาต์พุตของ IC15/4 เพื่อขับป้อนเข้า วงจรนับและแสดงผลต่อไป (รูปที่ 4.8) โดยความถี่ที่ได้จากวงจร CCO มีค่า ประมาณ 0-12 kHz ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าการปรับ VRS



รูปที่ 4.8 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากขา 1 ของไอซีเบอร์ TL074 ทำงานร่วมกับ ไอซี LM13600 เป็นวงจร CCO เพื่อนำไปขับป้อนเข้าวงจรรนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 สัญญาณกระแสเอาต์พุตที่ขา 14 ของไอซีเบอร์ TL074 ขณะ Take Load ที่ 1000 วัตต์

สำหรับ D3, D4, D5, D6 ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อินพุตของ IC 15/1 และ IC15/2 เกินกว่า 12.6 โวลต์ เพื่อความปลอดภัย กระแสที่ออกจาก IC16/1 เป็นผลคูณของสัญญาณอินพุตทางขา 13 และขา 16 ถูกป้อนผ่านตัวต้านทาน R35 เพื่อเปลี่ยนเป็นแรงดันจ่ายให้ IC15/3 ซึ่งมีอัตราขยาย 2 เท่า สัญญาณเอาต์พุตของ IC15/3 จะเป็นตัวกำหนดขนาดกระแสอินพุตของ IC16/2 วงจรกำเนิดความถี่ควบคุมด้วยกระแส หรือ CCO (Current - Control Oscillator) ประกอบด้วย IC15/4 และ IC16/2 มีหลักการทางานคร่าว ๆ คือ สมมติว่าสภาวะเดิมของเอาต์พุต IC15/4 เป็น +12 โวลต์ ดังนั้นจึงมีแรงดันที่อินพุตขา 3 ของ IC16/2 เป็น 1.5 โวลต์ เนื่องจากวงจรแบ่งแรงดัน R41, VR8 และ R42 ทำให้เกิดกระแสไหลออกจากขา 5 ของ IC 16/2 มาเก็บประจุที่ตัวเก็บประจุ C22 ทำให้มีแรงดันเกิดขึ้นที่ขา 7 ของ IC 16/2 ซึ่งต่ออยู่กับขาเบสของคาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ภายในตัวไอซีทรานซิสเตอร์ จึงนำกระแส ทำให้เกิดแรงดันขึ้นที่ขา 8 ของ IC16/2 ซึ่งต่ออยู่กับขา 2 ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณสี่เหลี่ยมที่ได้จากวงจร CCO จะส่งผ่านวงจรลดทอนสัญญาณ - เพื่อให้มีขนาดเหมาะสมแก่วงจรนับ โดยตัวต้านทาน R43, R44 และไดโอด D8 วงจรลดทอนนี้ทำหน้าที่ในการตัดสัญญาณในซีกลบทิ้ง และลดขนาดของสัญญาณในซีกบวกจาก 12 โวลต์ ให้เหลือเพียง 4.9 โวลต์ สัญญาณจากวงจรลดทอนจะส่งมายังขา 10 ของ IC17 เบอร์ 4518 ซึ่งเป็นวงจรรหัส BCD 2 ชุด ในวงจรมีจะต่อให้ไอซีทำงานเป็นวงจรหาร 10 เอาท์พุทของวงจรหารจะส่งออกมาทางขา 6 แล้วป้อนผ่านสวิทช์ S4 เข้าอินพุทขา 10 ของ IC18 เบอร์ 4020 โดยไอซีตัวนี้จะทำการหารความถี่ของสัญญาณลงอีก 16,384 หรือ 2^{14} ได้เอาท์พุทออกมาทางขา 3 มาเข้าวงจรรหัสและถอดรหัส เพื่อส่งค่าให้ CPU ประมวลผล และแสดงค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ทางจอ LCD วงจรรหัสประกอบด้วย IC19-IC23 เบอร์ 74143 ทั้งหมด โดยต่อกันในลักษณะคาสเคด ทำให้สามารถแสดงผลได้ 5 หลัก เอาท์พุทจากวงจรรหัสและถอดรหัสนี้จะถูกส่งให้ CPU ในลักษณะรหัส BCD และ CPU ก็จะนารหัสทั้ง 5 หลักไปประมวลผล แล้วแสดงค่ากำลังไฟฟ้าทางจอ LCD ต่อไป

สำหรับการรีเซตเพื่อให่วงจรทำการเริ่มต้นนับใหม่นั้นจะได้จาก S6, C23 และ R45 โดยเมื่อเริ่มเปิดเครื่องตัวเก็บประจุ C23 จะทำการเก็บประจุผ่านตัวต้านทาน R45 ทำให้มีแรงดันตกคร่อม R45 และส่งไปยังขารีเซตของ IC17-IC23 เป็นเวลาประมาณ 50 ms เพื่อทำให้ค่าของวงจรรหัสเป็นศูนย์ ต่อจากนั้นก็จะมีแรงดันตกคร่อม R45 อีกเลย เพราะแรงดันมาตกคร่อมที่ C23 หมด และเมื่อต้องการทำการรีเซตก็กดสวิทช์ S6 ซึ่งจะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อม R45 อีกเป็นการรีเซตวงจรรหัสทันที

บทที่ 5

ขั้นตอนการพัฒนาโครงการงานและบทสรุปวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการพัฒนาโครงการงานและบทสรุปวิธีการแก้ปัญหา

ในการจัดทำโครงการงานขึ้นนี้ มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้วงจรประกอบต่าง ๆ หลายวงจรเพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานของโครงการงานดีที่สุด จึงต้องมีการพัฒนาในแต่ละส่วน ในบทนี้จึงขอกล่าวถึงแนวทางพัฒนาโครงการงานตั้งแต่เริ่มแรกที่มีการจัดทำโครงการงาน พร้อมขั้นตอนการพัฒนาและสรุปผลในส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ปฏิบัติจริง ซึ่งสามารถแยกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

5.1 ภาคเครื่องส่งและเครื่องรับ

5.1.1 ภาคเครื่องส่งและเครื่องรับย่านความถี่วิทยุ UHF

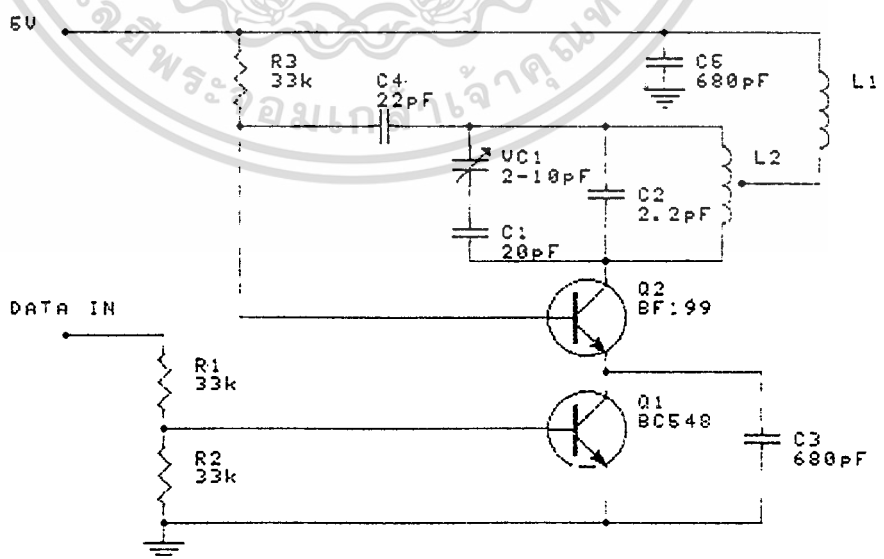
5.1.2 ภาคเครื่องส่งและเครื่องรับย่านความถี่วิทยุ HF

5.1.3 ภาคเครื่องส่งและเครื่องรับย่านความถี่วิทยุ VHF

5.2 ภาคแปลงสัญญาณ (FSK)

5.1 ภาคเครื่องส่งและเครื่องรับ

5.1.1 ภาคเครื่องส่งและเครื่องรับย่านความถี่วิทยุ UHF



รูปที่ 5.1 วงจรเครื่องส่งวิทยุย่าน UHF

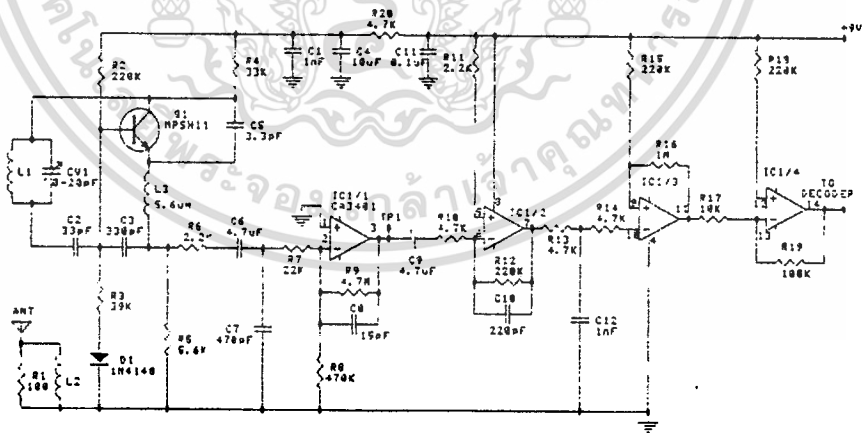
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทํางานของวงจรเครื่องส่งวิทยุย่าน UHF

เมื่อมีสัญญาณดิจิตอล ซึ่งได้จากวงจรเข้ารหัสมาปรากฏที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ซึ่งทรานซิสเตอร์ Q1 นี้จะทำหน้าที่เป็นสวิทช์ให้กับทรานซิสเตอร์ Q2 ซึ่งเป็นภาคกำเนิดความถี่วิทยุ เพราะฉะนั้นความถี่วิทยุของวงจรออสซิลเลเตอร์จะถูกส่งออกไปตามจังหวะของการ On และ Off ของทรานซิสเตอร์ Q1 นั่นเอง

วงจรออสซิลเลเตอร์ Q2 จะมีการทํางานเป็นแบบวงจรฮาร์ตลีย์-ออสซิลเลเตอร์ ความถี่ของวงจรมันเกิดโดยวงจรแกงค์ประกอบด้วยขดลวด L2 และตัวเก็บประจุ C1, C2 และ VC1 ในที่นี้ปรับความถี่ไว้ที่ 304 MHz โดยการปรับทริมเมอร์ VC1 ตัวเก็บประจุ C3 เป็นตัวบ้อนกลับให้กับวงจรออสซิลเลเตอร์ ส่วน RF รัชค L1 จะเป็นตัวแยกการทํางานของวงจรออสซิลเลเตอร์ออกจากภาคเพาเวอร์ซัพพลาย

วงจรเครื่องรับวิทยุย่าน UHF



รูปที่ 5.2 วงจรเครื่องรับวิทยุย่าน UHF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของเครื่องรับวิทยุย่านความถี่วิทยุ UHF

เมื่อจ่ายเพาเวอร์ซ์พหลายให้กับวงจรเครื่องรับแล้ว เครื่องรับจะยังไม่ทำงาน และจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีสัญญาณวิทยุจากภาคส่งเท่านั้น ภาคเครื่องรับนี้จะเป็นตัวรับสัญญาณแบบรีเจเนอเรทีฟ (Self Detecting Regenerative) ความถี่เรโซแนนซ์ของวงจรจะถูกกำหนดโดยตัวเหนี่ยวนำ L2 ที่สร้างขึ้นมาจากลายวงจรพิมพ์และตัวเก็บประจุรับค่าได้ VC1 ซึ่งต่อขนานกันเป็นวงจรถูกเอาที่พูดของวงจรดีเท็กเตอร์จะต่อผ่านไปยังวงจรรองความถี่ต่ำผ่าน ซึ่งประกอบด้วย R6,C7 และผ่านไปยังวงจรถั่วสัญญาณที่จุดทดสอบ TP1 เป็นสัญญาณดิจิทัลและถูกต่อขยายด้วย IC1/2 ส่วน IC1/3 เป็นวงจรมิตต์ทริกเกอร์ทำหน้าที่ลดสัญญาณรบกวนและแต่งรูปคลื่นให้มีรูปร่างถูกต้อง หลังจากนั้นจะถูกกลับเฟสสัญญาณโดยอินเวอร์เตอร์ IC1/4 และส่งสัญญาณที่ได้ไปสู่วงจร DECODER ต่อไป

สรุปผลพร้อมปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องรับส่งความถี่วิทยุย่าน UHF

ในการทดลองเริ่มต้นใช้เครื่องส่งย่าน UHF ซึ่งมีความถี่ในการรับส่งโดยประมาณ 300-305 MHz สาเหตุในการตัดสินใจเลือกย่านความถี่ UHF ก็เพราะว่า เครื่องส่งมีขนาดที่เล็กเหมาะสม มีอำนาจการทะลุทะลวงสิ่งกีดขวางได้ดี แต่หลังจากที่ทำการทดลองโดยสร้างเครื่องส่งและเครื่องรับขึ้นเอง ทำให้พบกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาของการพันขดลวด ในการพันขดลวดจะต้องมีความแม่นยำหรือความเที่ยงตรงของค่า L สูงมากเพราะว่า ถ้ามีค่าผิดพลาดเกิดขึ้น อาจทำให้เครื่องรับกับเครื่องส่งผลิตความถี่ออสซิลเลเตอร์ไม่ตรงกันเป็นผลทำให้ไม่สามารถรับส่งกันได้

2. ปัญหาทรานซิสเตอร์ที่เข้ากับความถี่สูง ทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในวงจรรออสซิลเลเตอร์ในการทดลองครั้งแรกได้เลือกเบอร์ BF199 มาใช้งาน แต่จะพบว่าถ้าทรานซิสเตอร์เบอร์ BF199 ได้รับความร้อนสูงกว่าปกติซึ่งอาจเกิดจากการบัดกรีที่ผิดพลาดหรืออื่น ๆ จะทำให้การทำงานผิดพลาด มีผลต่อการผลิต

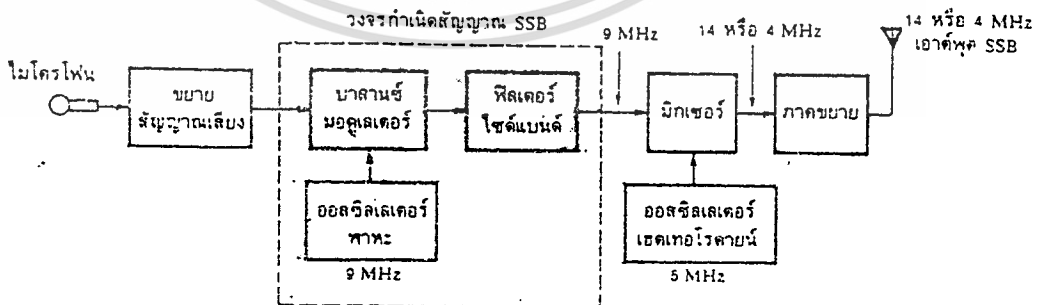
ความถี่ สภาวะการทำงานไม่แน่นอน จึงได้เปลี่ยนไปใช้ทรานซิสเตอร์ เบอร์ MPSH 10 ซึ่งสภาวะการทำงานของทรานซิสเตอร์ออสซิลเลเตอร์ตัวนี้ค่อนข้างจะดีกว่าเบอร์ BF199

3. ปัญหาของแผ่นปริ้นท์ ในการทำเครื่องรับส่งย่าน UHF นี้ เป็นงานที่ละเอียดมาก เพราะฉะนั้นในการเลือกขนาดความหนาของปริ้นท์จึงต้องเลือกให้มีความเหมาะสมกัน ในการทดลองโครงงานนี้ได้เลือกที่ความหนาของปริ้นท์โดยประมาณ 0.5-1.0 มิลลิเมตร

4. ปัญหาการออกแบบลายปริ้นท์ การออกแบบลายปริ้นท์เป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างมาก เพราะถ้ามีการจัดวางอุปกรณ์ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมแล้วอาจทำให้เกิดค่า C และค่า R ขึ้น เป็นสาเหตุให้เกิดความถี่ที่ไม่ต้องการขึ้นก็ได้

สรุปการทดลองวิทยุคลื่นวิทยุย่าน UHF นี้ จากผลการทดลองปรากฏว่า ขณะส่งไป ENCODE และ DECODE สามารถที่จะทำได้ในระยะเวลาประมาณ 20 เมตร แต่ขณะส่งข้อมูลกลับนั้นข้อมูลที่ส่งกลับมาเกิดความผิดพลาดทั้งหมด

5.1.2 ภาคเครื่องส่งและเครื่องรับย่านความถี่วิทยุ HF
ภาคเครื่องส่งวิทยุย่านความถี่วิทยุ HF



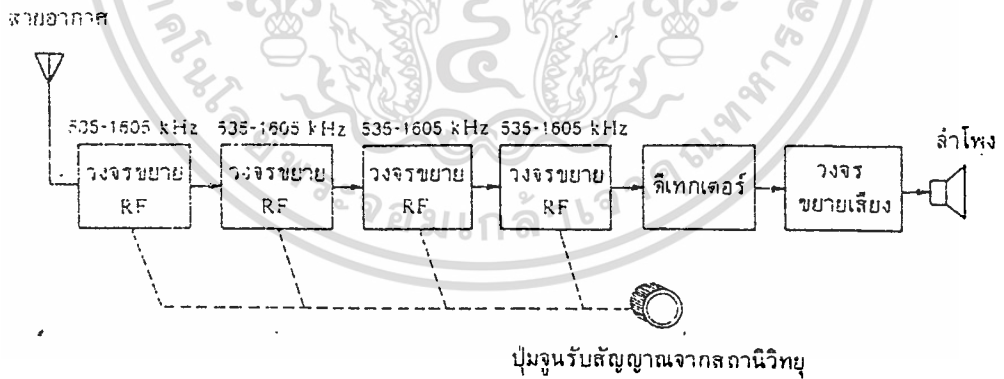
รูปที่ 5.3 แผนผังของเครื่องส่งที่มีการมอดูเลตแบบ AM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการท างานของเครื่องส่งวิทยุย่าน HF

จากรูปที่ 5.3 จะพบว่าหลังจากสัญญาณเสียงมอดูเลท (บนพาหะ) เป็นสัญญาณ SSB แล้ว ความถี่กลางได้ประมาณ 9 เมกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งเมื่อป้อนให้แก่วงจรมิกเซอร์เพื่อผสมกับสัญญาณออสซิลเลเตอร์ 5 เมกะเฮิร์ตซ์ จะได้เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 14 หรือ 4 เมกะเฮิร์ตซ์ ถ้าออสซิลเลเตอร์ 5 เมกะเฮิร์ตซ์มีค่าความถี่ปรับค่าได้ ความถี่ข้างานก็จะสามารถเลือกได้ตามต้องการจากรูป 5.3 วงจรออสซิลเลเตอร์พาหะ (Carrier Oscillator) ก าเนิดสัญญาณ 9 เมกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งอยู่ในย่านความถี่ไซด์แบนด์ฟิลเตอร์ สัญญาณไซด์แบนด์ข้างใดข้างหนึ่ง (USB หรือ LSB) จะผ่านไปสู่วงจรมิกเซอร์ ความถี่ของไซด์แบนด์จะอยู่ประมาณใกล้เคียงกับ 9 เมกะเฮิร์ตซ์ วงจรมิกเซอร์นี้เป็นวงจรที่ทำงานแบบนอนลิเนียร์

ภาคเครื่องรับวิทยุย่านความถี่วิทยุ HF



รูปที่ 5.4 แผนผังของเครื่องรับที่มีการมอดูเลทแบบ AM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทํางานของเครื่องรับวิทยุย่าน HF

วงจรสําคัญในขบวนการนี้ก็คือ วงจรโคลลออสซิลเลเตอร์ (Local Oscillator) และวงจรมิกเซอร์ สัญญาณ RF จากสายอากาศถูกแปลงความถี่ลงเป็นความถี่ IF ในที่นี้เป็นความถี่ปานกลาง (Intermediate Frequency) มีค่าอยู่ระหว่างความถี่ RF กับความถี่เสียง (AF) โดยทั่วไปนิยมใช้ค่า IF เท่ากับ 455 กิโลเฮิร์ตซ์

วิธีการแปลงความถี่ในวงจรมิกเซอร์เกิดขึ้น เนื่องจากการผสมคลื่น RF กับคลื่นออสซิลเลเตอร์ ซึ่งมีความถี่ห่างจากความถี่ RF เท่ากับ 455 กิโลเฮิร์ตซ์พอดี ความถี่ออสซิลเลเตอร์นี้อาจสูงกว่าหรือต่ำกว่าความถี่ RF ก็ได้ ในรูปที่ 5.4 เราบ่อนความถี่ของโคลลออสซิลเลเตอร์สูงกว่าความถี่ RF การบ่อนแบบนี้เรียกว่า บ่อนด้านสูง สมมติว่าเราต้องการรับสัญญาณ 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ วงจรขยาย RF จะถูกจูนไว้ที่ความถี่ 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ และยอมให้ความถี่แคบๆ บริเวณ 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ ผ่านเข้ามาแล้วขยายบ่อนไปให้มิกเซอร์ ความถี่ออสซิลเลเตอร์จึงต้องเท่ากับ 1455 กิโลเฮิร์ตซ์

เมื่อสัญญาณทั้ง RF และโคลลออสซิลเลเตอร์บ่อนเข้ามาให้ที่วงจรมิกเซอร์ซึ่งเป็นวงจรที่ทํางานแบบนอนลิเนียร์ เอาท์พุทที่ได้จากมิกเซอร์จะประกอบด้วยสัญญาณความถี่ผลรวมและความถี่ผลต่างเมื่อบ่อนให้วงจร IF ซึ่งจูนไว้ที่ความถี่ 455 กิโลเฮิร์ตซ์ ดังนั้นสัญญาณความถี่ผลรวมจะถูกกำจัดทิ้งไป คงเหลือแต่สัญญาณความถี่ผลต่าง (1455 กิโลเฮิร์ตซ์ - 1000 กิโลเฮิร์ตซ์ = 455 กิโลเฮิร์ตซ์) ผ่านการขยายที่วงจร IF

วงจรถ่าย IF ก็คือ วงจรถ่าย RF ที่จูน ณ ความถี่ค่าคงที่ วงจร IF นี้จะมีวงจรแทรกซ์ทั้งด้านอินพุตและด้านเอาท์พุตและมักมีหลายสเตจ ทั้งนี้เพื่อให้มีอัตราขยายสัญญาณที่รับได้สูงๆ และซีเลกติวิตีที่ดี เนื่องจากวงจรถ่าย IF จูนไว้ที่ความถี่คงที่ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นการออกแบบวงจรจึงค่อนข้างสะดวกและไม่ต้องมีการปรับจูนยุ่งยากในวงจรภาค IF แต่อย่างใด

สรุปผลพร้อมปัญหาที่เกิดขึ้นของ เครื่องรับส่งวิทยุย่านความถี่ HF

ในการทดลองโดยการต่อสัญญาณที่จะทำการส่งเข้าที่ขา MIC ของ เครื่องส่ง และต่อสัญญาณอินพุตที่รับเข้ามาที่ลำโพงของ เครื่องรับ ในการทดลอง ได้พบกับปัญหาต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ปัญหาระยะทางในการวาง เครื่องส่ง ในการวาง เครื่องส่ง ขณะทำการทดลองนั้นได้วาง เครื่องรับและ เครื่องส่งใกล้กันมากเกินไป ทำให้ เครื่องรับ เครื่องส่ง เกิดการกวนกันเอง ทำให้ข้อมูลผิดพลาดหมดไม่สามารถที่จะ รับส่งกันได้

2. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการรับสัญญาณของ เครื่องรับ ขณะที่ เครื่องรับรับสัญญาณสามารถตรวจสอบรูปสัญญาณได้โดยใช้ออสซิลโลสโคปวัด โดยต่อวัดที่ จุดลำโพงของ เครื่องรับจะพบว่า สัญญาณที่รับได้จะมีสัญญาณรบกวนติดมากับด้านบน ของสัญญาณข้อมูลทำให้บางครั้งอาจทำให้ข้อมูล เกิดการผิดพลาดขึ้นมาได้

สรุปการทดลองโดยใช้คลื่นวิทยุย่าน HF นั้น จากผลการทดลองปรากฏว่า ขณะที่ส่งไป ENCODE และ DECODE สามารถที่จะทำได้ในระยะประมาณ 30 เมตร และค่อนข้างที่จะมีความถูกต้องมากกว่าคลื่นวิทยุย่าน UHF แต่ขณะมีการ ส่งข้อมูลกลับข้อมูลที่รับได้ก็ยังมี เกิดการผิดพลาดอยู่

5.1.3 ภาคเครื่องรับส่งวิทยุย่านความถี่ VHF

สรุปผลพร้อมปัญหาที่เกิดขึ้นของ เครื่องรับส่งความถี่วิทยุย่าน VHF

ทำการทดลองโดยการต่อสัญญาณที่จะทำการส่งเข้าที่จุด MIC ของ เครื่องส่งและต่อสัญญาณอินพุตที่รับ เข้ามาที่ลำโพงของ เครื่องรับ ในการทดลอง จะพบกับปัญหา ที่เกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1. ปัญหาในการกำหนดเวลาในการส่ง ถ้ากำหนดเวลาในการส่งไม่เหมาะสมอาจทำให้เครื่องส่งทั้ง 2 ตัวส่งข้อมูลพร้อมกัน หรือเหลื่อมล้ำกันทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้

2. ปัญหาที่เกิดจากการรบกวนจากอุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งอุปกรณ์ที่สามารถทำให้ข้อมูลที่ได้รับเข้ามาเกิดการผิดพลาดก็ได้แก่ อุปกรณ์ที่มีการกำเนิดความถี่ขึ้นได้ด้วยตัวมันเอง เช่น คอมพิวเตอร์ ไม่ควรตั้งเครื่องรับส่งให้ใกล้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในรัศมี 1.5-2 เมตร และบอร์ดควบคุมที่ใช้ในโครงการก็มีผลที่จะทำให้ข้อมูลที่เครื่องรับรับได้ผิดพลาด วิธีแก้ไขก็คือไม่ควรตั้งเครื่องรับส่งใกล้กับบอร์ดควบคุมในรัศมี 1-2 ฟุต

สรุปการทดลองโดยใช้คลื่นวิทยุย่าน VHF ในการทดลองได้เลือกใช้ที่ความถี่ 146.07 MHz เพราะเป็นช่องความถี่ที่ไม่ค่อยมีผู้ใช้งาน และผลการทดลองปรากฏว่า ในการส่งไป ENCODE และ DECODE สามารถทำได้ถูกต้องแม่นยำและในการส่งข้อมูลกลับก็ทำได้ถูกต้องแม่นยำเช่นกัน โดยในการทดลองได้ทดลองที่ระยะทาง 70 เมตร

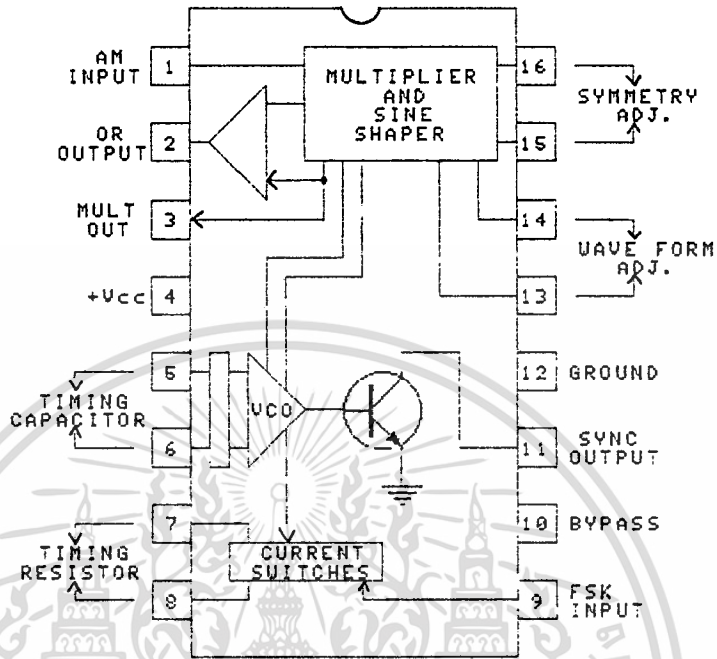
5.2 ภาคแปลงสัญญาณ

ในการทดลองโครงการงานชิ้นแรกได้ใช้ไอซีเบอร์ XR-2206 และไอซีเบอร์ XR-2211 มาใช้ในการแปลงสัญญาณดิจิทัลไปเป็นอนาล็อก และใช้แปลงสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิทัล หรือเรียกว่าวงจร FSK นั้นเอง โดยมีหลักการทางงานและออกแบบวงจรดังต่อไปนี้

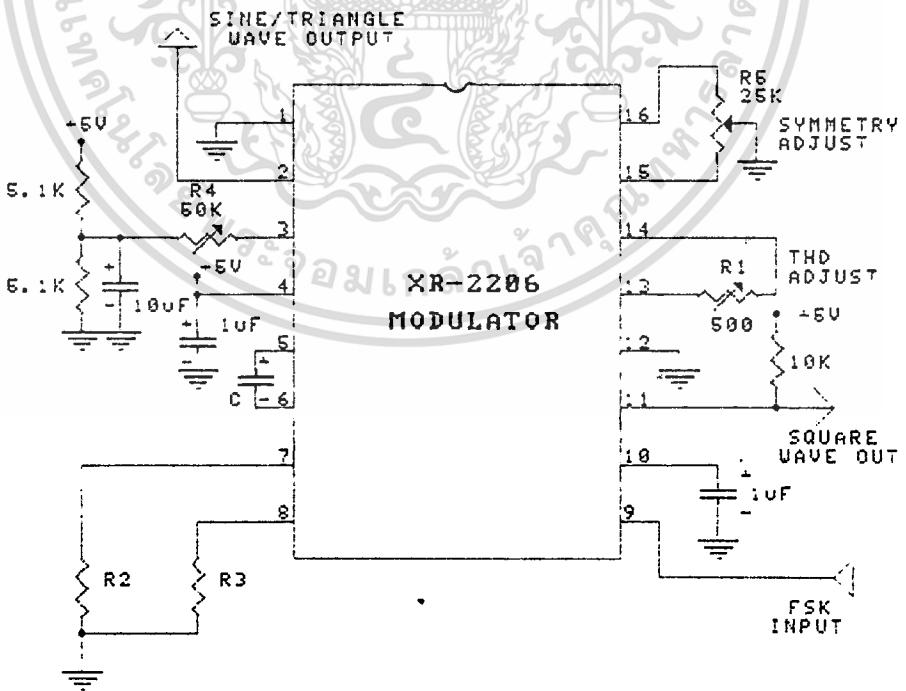
5.2.1 โครงสร้างและการออกแบบไอซีเบอร์ XR-2206

- โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ XR-2206 ประกอบไปด้วย 4 BLOCK ใหญ่ ๆ คือ
1. Voltage-Controlled Oscillator (VCO)
 2. Analog Multiplier และ Sine-Shaper
 3. A unity Gain Builler Amplifier
 4. Set of Current Switches

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



รูปที่ 5.6 วงจรที่ใช้งานการทดลองเริ่มแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่สามารถจะถูกเลือกได้ด้วย R2, R3 และ C ระหว่างขา 5, 6, 7 และ 8 สัญญาณ FSK อินพุตจะถูกป้อนเข้าที่ขา 9 งานที่นี้เรากำหนดความถี่ในกรณีที่มีระดับสัญญาณ "1" เข้ามาที่ขา 9 ได้จาก

$$f_H = 1/R2.C$$

และระดับสัญญาณ "0"

$$f_L = 1/R3.C$$

โดยที่ R2 และ R3 มีค่าเป็นโหม้ม สำหรับ C มีค่าเป็นฟารัด R2 และ R3 มีค่าอยู่ระหว่าง 10 กิโลโหม้ม ถึง 100 กิโลโหม้ม และ C เป็นพวกโพลีคาร์บอเนต, โพลีสไตลีน หรือไมลาร์ สำหรับอุณหภูมิที่คงที่เราได้เลือกใช้ C=0.001 ไมโครฟารัด

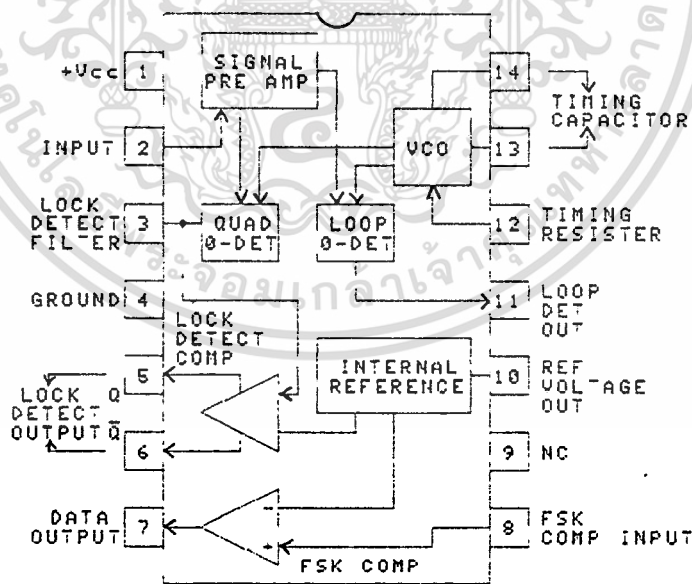
ในกรณีที่ใช้ความถี่ 85 KHz	ใช้ R2 =	11.76 KOhm
ในกรณีที่ใช้ความถี่ 95 KHz	ใช้ R2 =	10.53 KOhm
ในกรณีที่ใช้ความถี่ 80 KHz	ใช้ R3 =	12.50 KOhm
ในกรณีที่ใช้ความถี่ 90 KHz	ใช้ R3 =	11.11 KOhm

สำหรับในกรณีที่ใช้ R2 และ R3 ควรใช้ค่าผิดพลาด 1% หรืออาจใช้ความต้านทานปรับค่าต่อรวมเข้าไปด้วยกับค่าที่มีความผิดพลาด 5% จึงจะทำให้เกิดมีค่าใกล้เคียง เราจะต้องพิจารณาค่าของ R2 และ R3 ด้วย จึงมีผลต่อฮาร์โมนิครวม ในกรณีที่ใช้ในการทดลองนี้ที่เบอร์ เซนต์ดีสทอร์ชันต่ำ ๆ ไม่มีผลเกิดขึ้น R5 ที่ต่อระหว่างขา 15 และ 16 เป็นการปรับให้ได้รูปคลื่นสมมาตรกัน ซึ่งอาจจะลดยไว้โดยไม่ต่ออะไรไว้ก็ได้ สำหรับ R1 ใส่ไว้เพื่อเป็นตัวปรับรูปคลื่นให้ได้รูปร่างสวยงาม เราอาจจะใช้ R1=200 โหม้ม ใส่แทนที่ไว้โดยตลอดก็ได้

สำหรับเอาต์พุตที่ออกมาจากขา 2, 3 และ 11 แต่เราใช้เอาต์พุตที่ขา 2 เนื่องจากเราใช้รูปคลื่นไซน์ในการมอดูเลท ส่วนขา 3 จะเป็น Mult.Out เราจะต่อ R4 เข้าไปเพื่อไว้กำหนดแอมพลิจูดทางเอาต์พุตที่ขา 2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้นั้นจะต้องมีเสถียรภาพต่อความถี่ดีพอ

5.2.2 โครงสร้างและการออกแบบไอซีเบอร์ XR-2211

เป็นไอซี Phase-Locked Loop (PLL) ใต้ถูกออกแบบมาเพื่อการรับข้อมูลโดยเฉพาและเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับ FSK Application มันทำงานในช่วงของแรงดันที่กว้างมากคือตั้งแต่ 4.5 ถึง 20 V และช่วงของความถี่ที่สามารถทำได้คือช่วง 0.01 Hz ถึง 300 KHz และยังสามารถที่จะใช้กับสัญญาณอินพุตที่เป็นอนาล็อกระหว่าง 2 mV และ 3 mV นอกจากนี้แล้วยังใช้ร่วมกับอุปกรณ์มาตรฐานได้อีกเช่นพวก DTL, TTL และตระกูล ECL



รูปที่ 5.7 FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโครงสร้างประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ โดยมีหลักใหญ่ คือ PLL ซึ่งเป็นโครงสร้างมาจาก Input Preamplifier ผลคูณทางอนาล็อกคือ Phase Detector และหลักการวิธีของ VCO Preamplifier จะใช้โดยมีขีดจำกัดที่อินพุตไม่เกินไปกว่า 2 mV (RMS) เป็นภาคขยายที่จะคงที่ในระดับของสัญญาณอินพุตสูง ๆ ของ Phase Detector นั้นใช้ Digital Exclusive OR Gate ที่เอาท์พุตจะให้ผลรวมออกมา และความถี่ที่แตกต่างกันของอินพุตและ VCO เอาท์พุต VCO นั้นเป็นการใช้กระแสควบคุมการผลิตความถี่ สำหรับ f_0 นั้นถูกกำหนดโดย R_0 กับ Ground และกระแสที่มาจาก Phase Detector

Reference Voltage, V_r (ขาที่ 10) เป็นขาที่มี Bias ภายในที่แรงดันเปรียบเทียบ โดย

$$V_r = (V/2) - 650 \text{ mV}$$

ระดับแรงดัน DC ที่ขาที่มาจากแรงดันเปรียบเทียบภายใน ไปเป็นระดับของแรงดันที่ขา 5, 8, 11 และ 12 ที่ขา 10 นี้อาจจะใช้ C 0.1 ไมโครฟารัดมาต่อไว้กับ Ground เพื่อ Bypass ให้วงจรทำงานอย่างสม่ำเสมอ

Loop Phase Detector Output (ขาที่ 11) ที่จุดนี้เป็นเอาท์พุตที่มีค่าความต้านทานสูงใช้สำหรับ Loop Phase Detector PLL ก็จะมี Loop Filter เป็นแบบโดย R_1 และ C_1 ที่ต่ออยู่ที่ขา 11 กรณีที่ยังไม่มีสัญญาณอินพุตหรือไม่มี Phase Error กับ PLL ระดับของแรงดัน DC นี้ก็จะใกล้เคียงกับ V_r

VCO Control Input (ขาที่ 12) VCO นี้เป็นความถี่ที่วิ่งได้ตลอดเวลา ซึ่งจะคำนวณหาค่าได้โดย External Timing Resistor, R_0 ความถี่ที่ขาที่หาได้จากสูตร

$$f_0 = 1/R_0C_0 \quad \text{Hz}$$

โดยที่ C0 เป็น Timing Capacitor คร่อมอยู่ที่ขา 13 และ 14 เพื่อเสถียรภาพของการทำงาน จึงกำหนดให้ R0 อยู่ในช่วง 10 กิโลโอห์ม ถึง 100 กิโลโอห์ม และที่ขา 12 นี้มีความต้านทานต่ำ

VCO Timing Capacitor (ขาที่ 13 และ 14) ความถี่ VCO ที่จะเป็นสัดส่วนกับค่า C ภายนอกและอาจจะใช้ค่าความจุในย่าน 200 พิโคฟารัด ถึง 10 ไมโครฟารัด

VCO Frequency Adjustment สามารถที่จะปรับแต่งโดยต่อความต้านทานปรับค่าอนุกรมกับ R0 ที่ขา 12

สรุปผลพร้อมปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนการแปลงข้อมูล

ปัญหาที่พบในการใช้ไอซี 2 ตัวนี้ สามารถแยกออกเป็นหัวข้อดังนี้

1. Output Voltage Digital มีค่าแรงดัน 12 โวลต์แต่ อุปกรณ์ตัวอื่นๆ รับสัญญาณอินพุตที่ระดับแรงดัน 5 โวลต์
2. ต้องปรับแต่งการทำงานอยู่เสมอ ๆ จึงจะทำให้การแปลงข้อมูลของไอซี FSK มีความถูกต้องแม่นยำ

จากปัญหาที่พบทำให้มีการพัฒนา เปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัว FSK ใหม่ และได้เลือกใช้เบอร์ TCM 3105 ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ต้องการนั่นคือ มีระดับแรงดัน Output Voltage Digital ที่ 5 โวลต์ และสามารถที่จะ Encode และ Decode ในตัวเดียวกันได้ขึ้นอยู่กับการควบคุม และมีความแม่นยำในการรับส่งข้อมูล ใช้งานง่าย

บทที่ 6

วิธีการใช้และการปรับแต่ง

6.1 รูปร่างลักษณะ เครื่อง REMOTED KILOWATT-HOUR METER

เครื่อง REMOTED KILOWATT-HOUR METER แยกออกได้ 3 ส่วน
คือ

1. เครื่องที่ใช้ทำการควบคุม
2. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า
3. เครื่องส่งและเครื่องรับ

1. เครื่องที่ใช้ทำการควบคุม

เครื่องนี้จะอยู่กับพนักงานการไฟฟ้าหรือผู้ตรวจสอบ สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า หรือควบคุมการเปิด ปิด กระแสไฟฟ้าของผู้ใช้ได้ หรือสามารถที่จะตรวจสอบค่ากำลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ได้ โดยมีรูปร่างลักษณะดังนี้

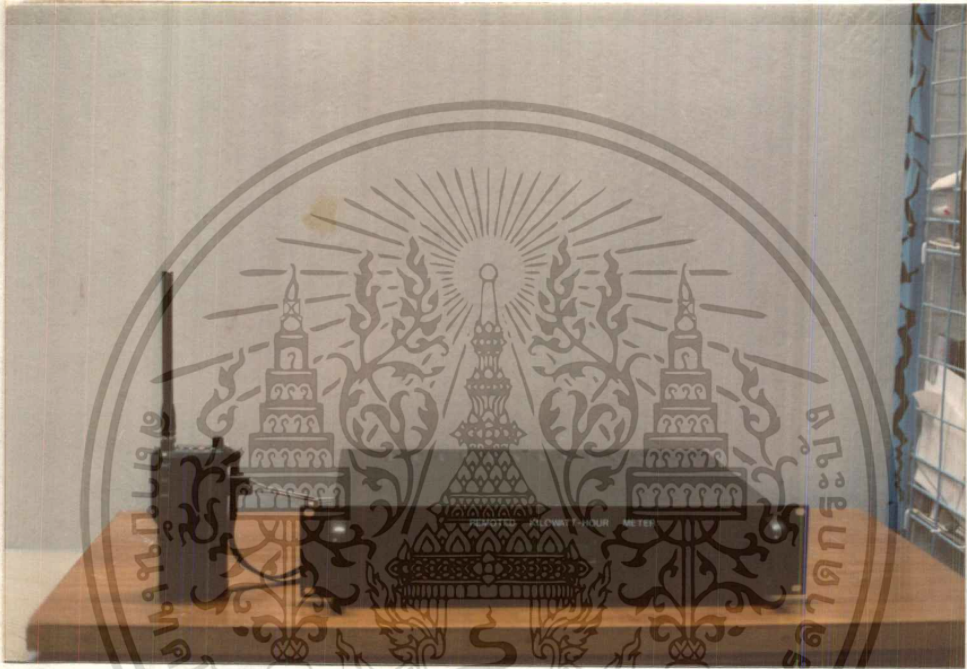


รูปที่ 6.1 รูปร่างลักษณะ เครื่องที่ใช้ทำการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

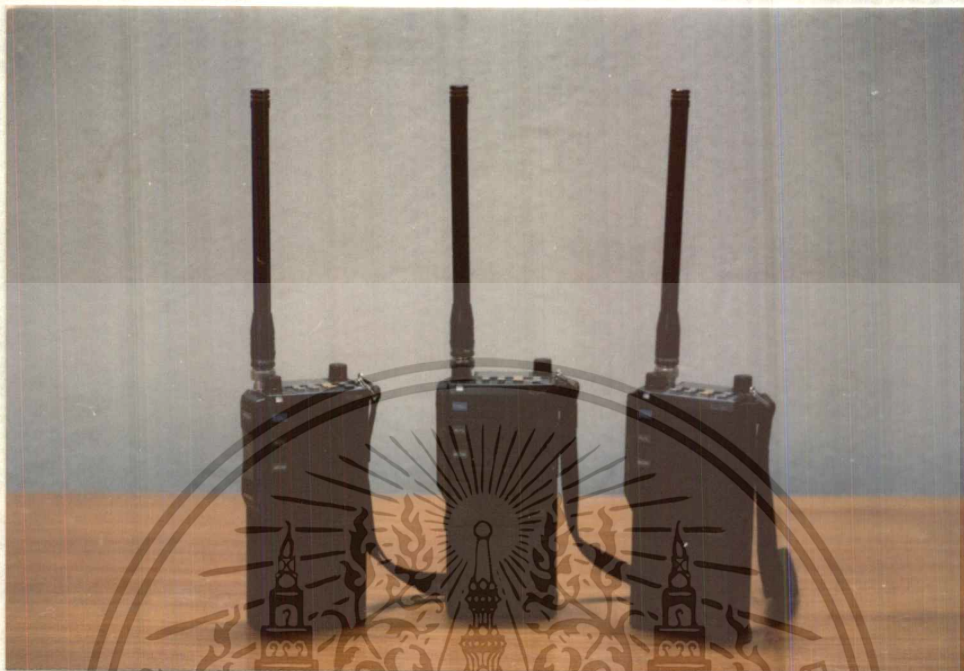
เครื่องนี้จะอยู่กับผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นตัววัดกำลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้านั้น เครื่องนี้จะรับคำสั่งจากเครื่องควบคุมโดยผ่านทางคลื่นวิทยุ และนำคำสั่งที่ได้รับมาประมวลผลและทำตามคำสั่งนั้นต่อไป โดยเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าจะมีรูปร่างลักษณะดังต่อไปนี้



รูปที่ 6.2 รูปร่างลักษณะเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

3. เครื่องส่งและเครื่องรับ

ในโครงการนี้ใช้วิทยุรับส่งย่าน VHF โดยมีหน้าที่รับส่งสัญญาณข่าวสารต่างๆ โดยที่ใช้เครื่องวิทยุรับส่งสำเร็จรูปรุ่น ICOM 2GE โดยมีรูปร่างลักษณะดังนี้

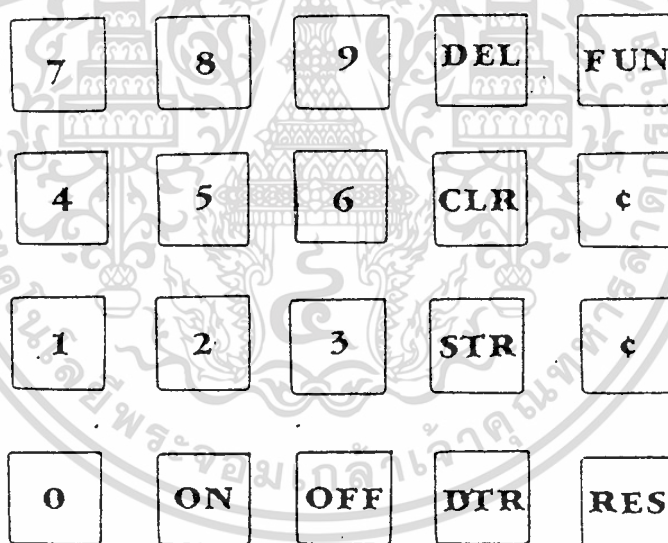


รูปที่ 6.5 รูปร่างลักษณะของวิทยุรับส่ง รุ่น ICOM 2GE

6.2 วิธีการใช้เครื่อง REMOTED KILOWATT-HOUR METER

เครื่อง REMOTED KILOWATT-HOUR METER ในส่วน
ของเครื่องควบคุมแผงหน้าปัดจะมีรูปร่างลักษณะ เป็นดังรูป

SN. PM / 802-



รูปที่ 6.4 รูปร่างลักษณะแผงหน้าปัดของเครื่อง REMOTED KILOWATT-HOUR METER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้เครื่อง

1. เสียบปลั๊ก DC IN 12 V
2. จะมีข้อความ " INSTRUMENT KMITL "
" REMOTED KILOWATT-HOUR METER "
" Enter number of Kwh meter "

ถ้าไม่ต้องการให้แสดงข้อความดังกล่าวสามารถที่จะกดคีย์ใดๆ เพื่อให้ข้อความต่างๆ เหล่านั้นผ่านไป

3. หลังจากปรากฏข้อความ "Enter number of Kwh meter" แล้วให้ใส่หมายเลขเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการกดคีย์หมายเลขที่คีย์บอร์ด (ต้องป้อนหมายเลขเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าที่ต้องการติดต่อกับครบ 5 ตัว มิฉะนั้นเครื่องจะไม่ทำงาน)

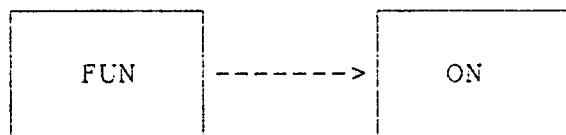
หมายเหตุ หมายเลขเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าจะมีได้ไม่เกิน 65,535 ตัว

4. เมื่อต้องการจะใช้คำสั่งใดจะต้องทำการกดคีย์ฟังก์ชันก่อนเสมอ เช่น

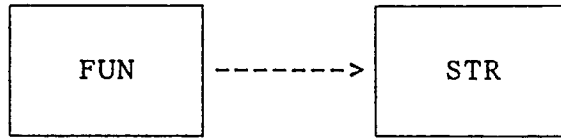
เมื่อต้องการปิดกระแสไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า



เมื่อต้องการเปิดกระแสไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า



เมื่อต้องการตรวจสอบสถานะ



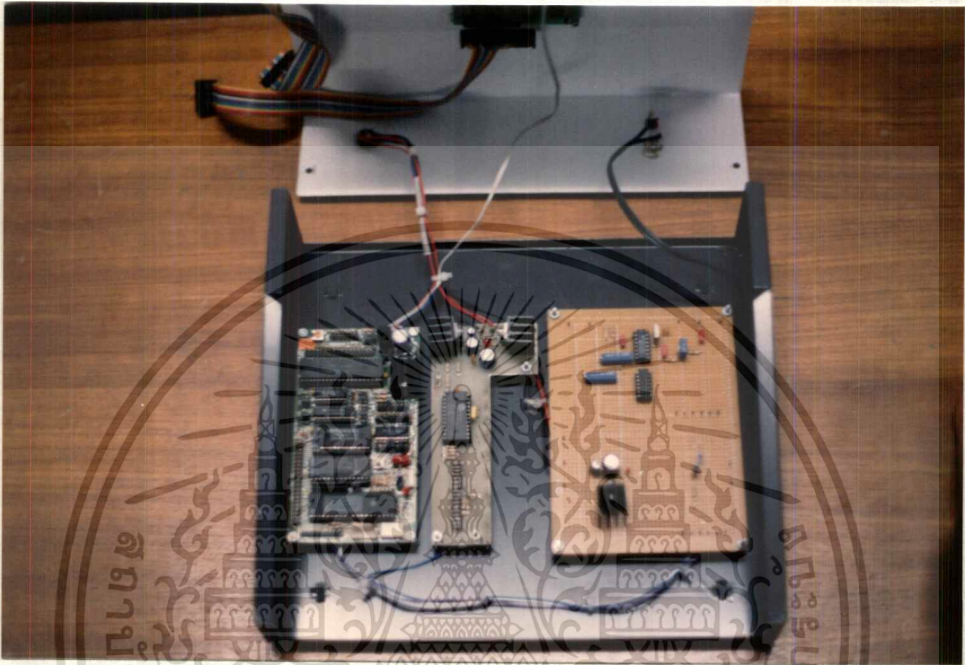
เมื่อต้องการตรวจสอบค่ากำลังไฟฟ้า



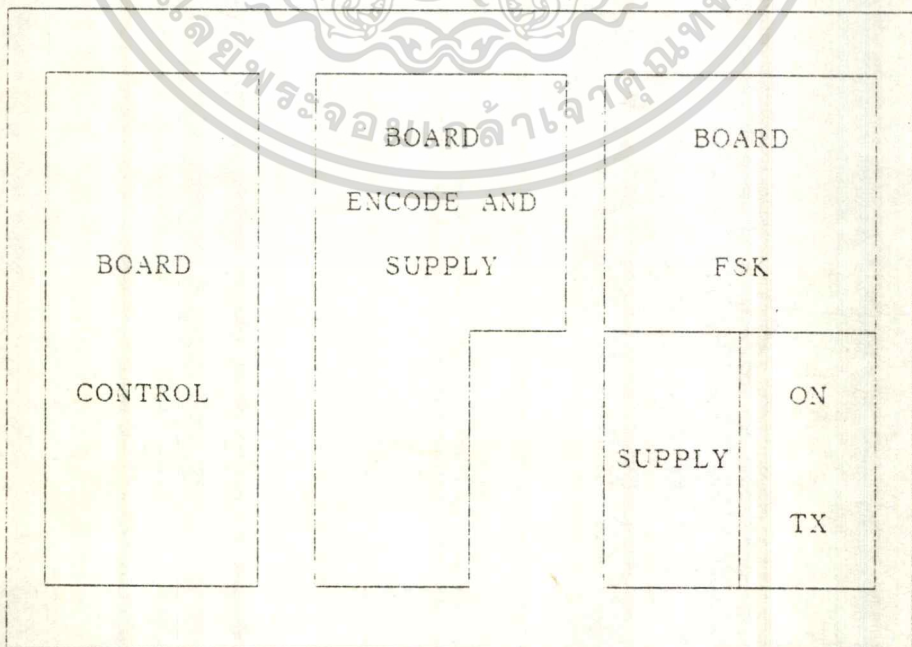
5. ถ้าการสื่อสารข้อมูลระหว่างตัวควบคุม และตัวเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าถ้าไม่เกิดการผิดพลาดก็จะปรากฏข้อมูลที่ผู้ควบคุมต้องการบนจอแสดงผล ถ้าการสื่อสารข้อมูลไม่สามารถติดต่อกันได้ไม่ว่ากรณีใดๆ ก็จะปรากฏข้อความ "DATA ERROR" บนจอแสดงผล
6. หลังจากนั้น ถ้าต้องการที่จะติดต่อกับเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าตัวอื่น ให้กดคีย์ "CLR" และกลับไปทำตามขั้นตอนที่ 3
7. หากมีการกดหมายเลขผิดต้องการที่จะลบ สามารถกระทำได้ โดยการกดคีย์ "DEL" เช่น ต้องการที่จะกดหมายเลข 42152 แต่บังเอิญกดหมายเลขผิดเป็น 42156 ก็สามารถที่จะลบหมายเลข 6 ออกโดยการกดคีย์ "DEL" 1 ครั้ง หรือ สามารถที่จะลบตัวเลขทั้งหมดบนจอแสดงผลได้โดยการกดคีย์ "CLR"
8. หากเครื่องเกิดการทำงานผิดปกติไม่ว่ากรณีใดๆ ก็แล้วแต่ทำให้ไม่สามารถที่จะกดคีย์ใดๆ ได้ ให้กดคีย์ "RES" เครื่องจะกลับมาทำงานในขั้นตอนที่ 1

6.3 ลักษณะการวางอุปกรณ์และการปรับแต่ง

6.3.1 ลักษณะการวางอุปกรณ์ของเครื่องควบคุม สามารถแสดงได้ดังรูป

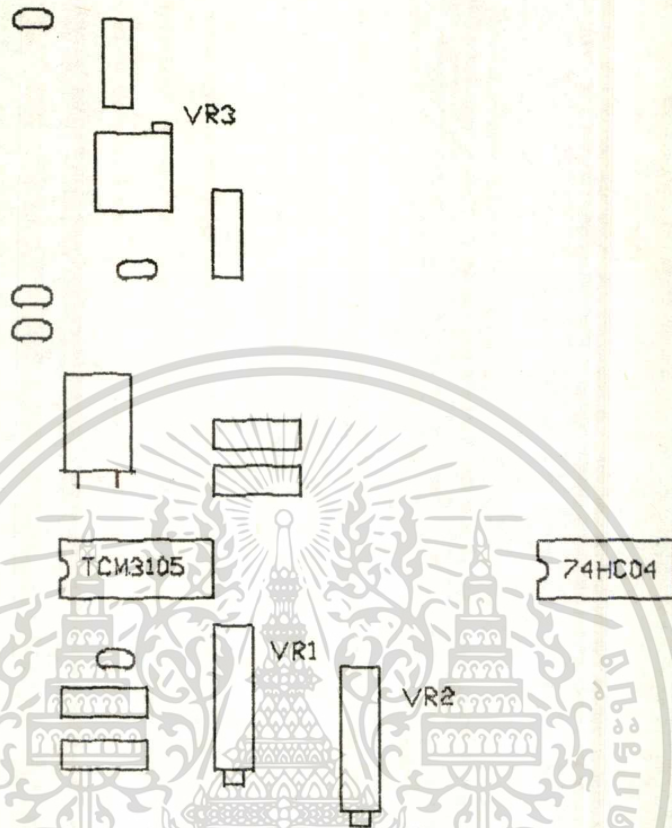


รูปที่ 6.5 แสดงการจัดวางอุปกรณ์ในเครื่องควบคุม จากรูป 6.5 จะมีการจัดวางอุปกรณ์ดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากชุด FSK ดังรูปที่ 6.5 จะมีการวางอุปกรณ์ดังต่อไปนี้



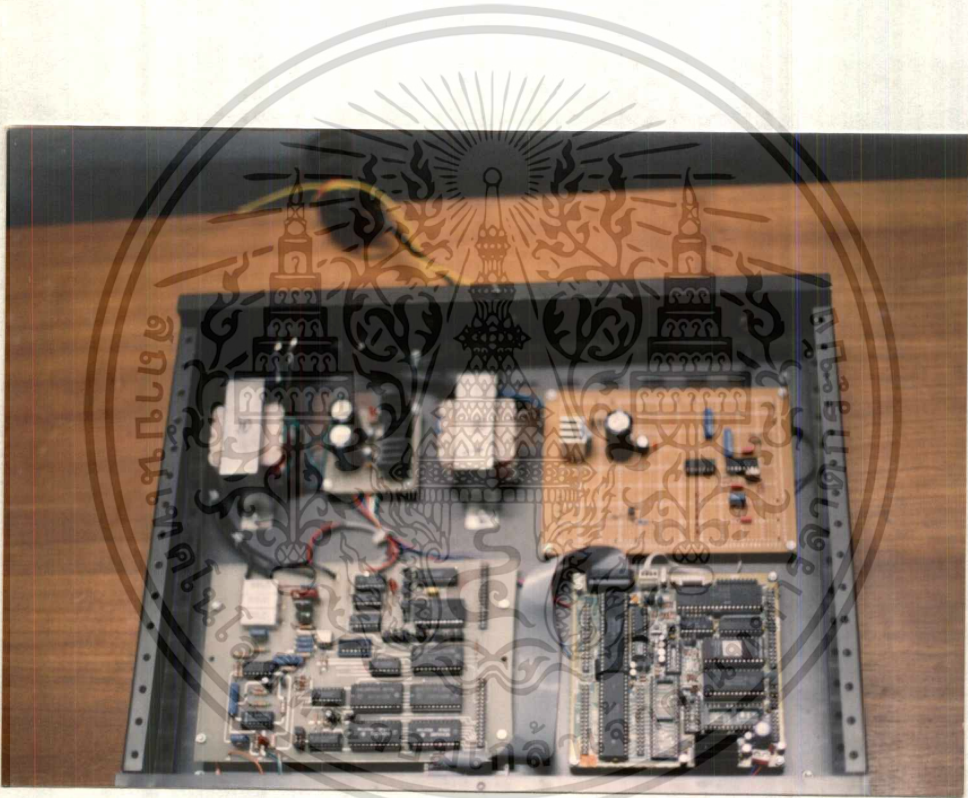
รูปที่ 6.6 การจัดวางอุปกรณ์ในส่วนของชุด FSK

การปรับแต่ง

1. การปรับ VR1 เป็นการปรับระดับแรงดันอ้างอิงที่เอาต์พุตของไอซีเบอร์ TCM 3105 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ FSK ถ้ามีการปรับแรงดันต่ำไปหรือสูงไปอาจทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้ โดยปกติจะต้องปรับให้มีระดับแรงดันที่ขา 7 ของไอซีเบอร์ TCM 3105 ให้มีระดับแรงดันเป็น 2.7 โวลต์
2. การปรับ VR2 เป็นการปรับแรงดันอ้างอิงขณะส่งข้อมูลของไอซีเบอร์ TCM 3105 ถ้าปรับแรงดันอ้างอิงต่ำไปหรือสูงไปก็จะทำให้การเปรียบเทียบระดับแรงดันผิดพลาดทำให้ข้อมูลผิดพลาดได้ จะต้องปรับระดับแรงดันอ้างอิงที่ขา 10 ของไอซีเบอร์ TCM 3105 ให้มีแรงดันประมาณ 3.4 โวลต์

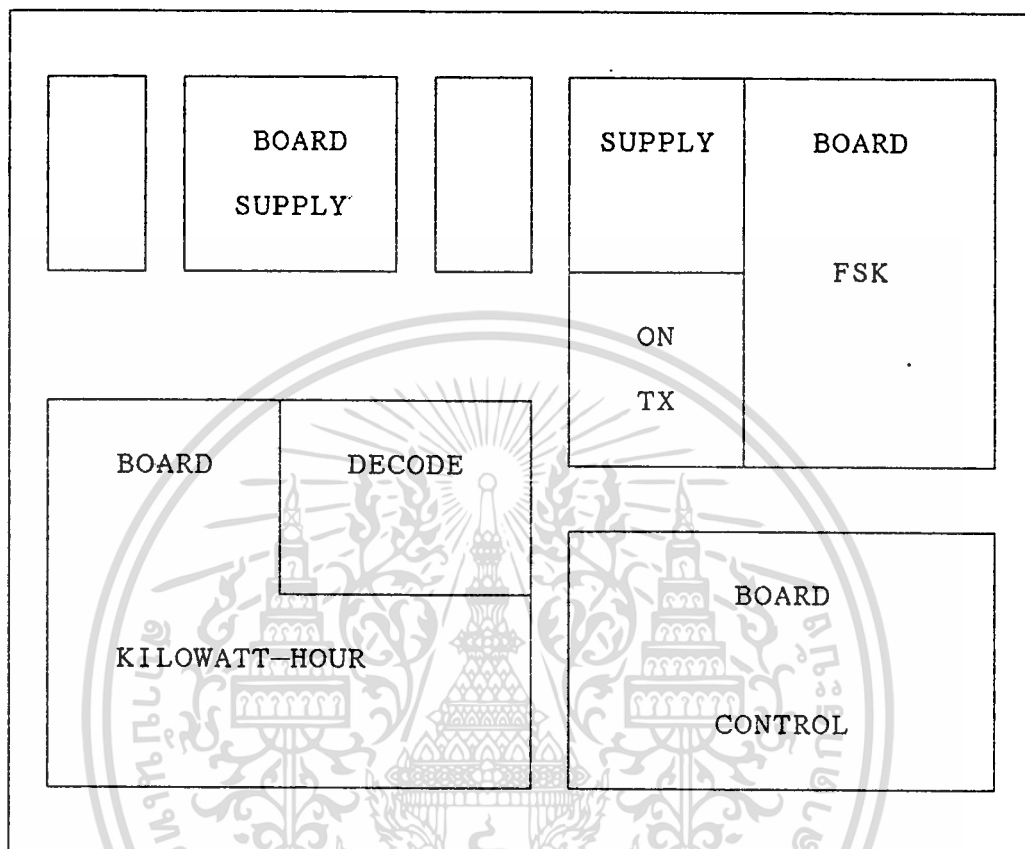
3. การปรับ VR3 เป็นการปรับ Amplitude Output ขณะสัญญาณเป็น Analog และนำสัญญาณนี้ต่อเข้ากับ Mic ของเครื่องส่ง เพราะฉะนั้นจะต้องปรับระดับแรงดันให้มีค่าใกล้เคียงสัญญาณเสียงมากที่สุด ในการทดลองได้ปรับระดับแรงดันที่ 0.2 โวลต์

6.3.2 ลักษณะการวางอุปกรณ์ของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า แสดงได้ดังรูป



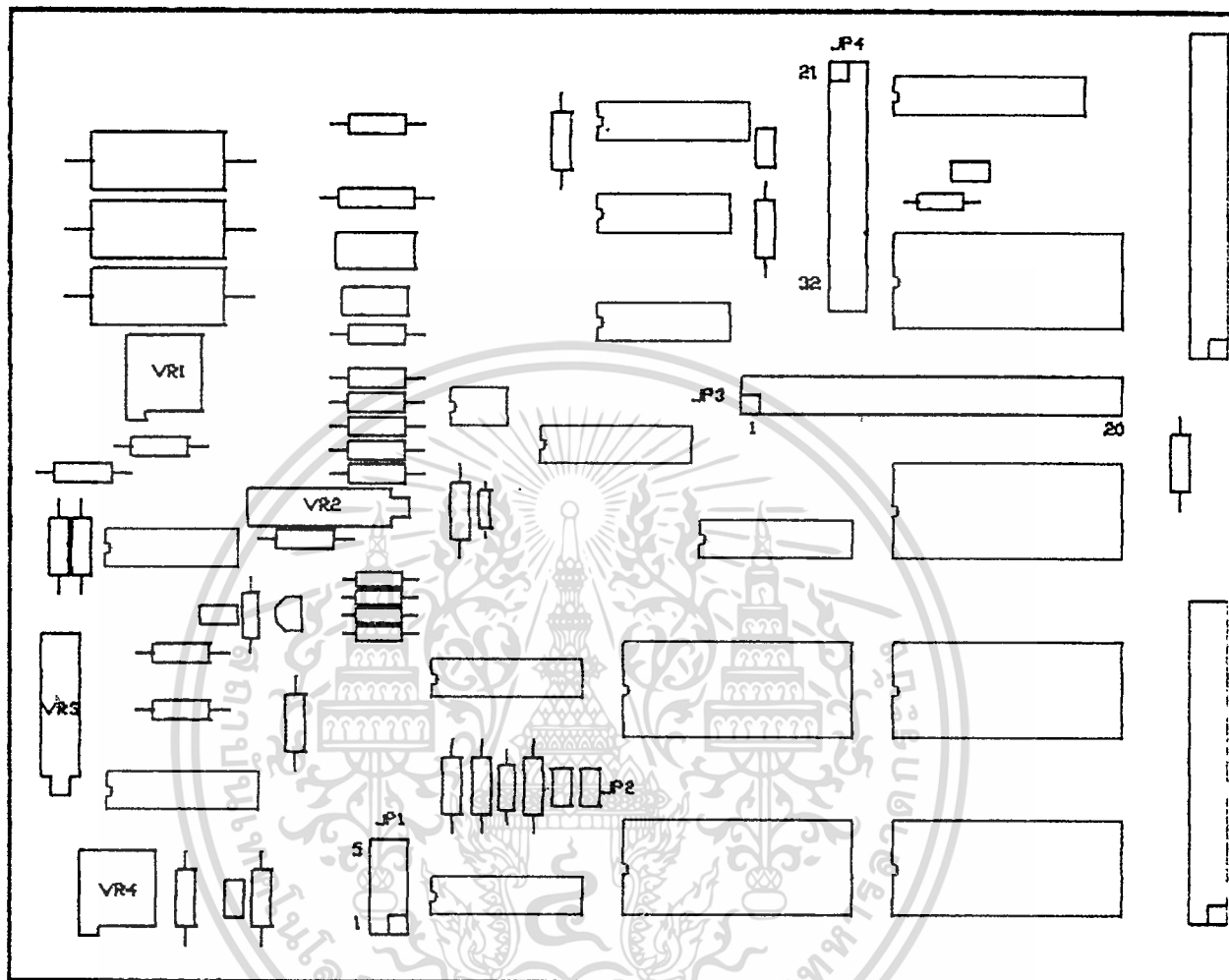
รูปที่ 6.7 แสดงการจัดวางอุปกรณ์ในเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

จากรูปที่ 6.7 จะมีการจัดวางอุปกรณ์ดังนี้



จากชุด FSK ดังรูปที่ 6.7 จะมีการจัดวางอุปกรณ์เหมือนรูปที่ 6.6 ส่วนการปรับแต่งวงจร FSK ก็ได้กล่าวไว้แล้วในขั้นต้น

ชุด KILOWATT-HOUR ดังรูปที่ 6.7 จะมีการจัดวางอุปกรณ์ดังต่อไปนี้



รูปที่ 6.8 แสดงการจัดวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

การปรับแต่งและการกำหนดหมายเลขเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

ก่อนทำการเสียบ PLUG POWER ของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้ามีข้อควรระวังอย่างหนึ่งคือตัว PLUG POWER จะมีสาย LINE และสาย NEUTRAL โดยสาย LINE ที่ตัว PLUG POWER จะมีสติกเกอร์ติดบอกไว้ และจะเสียบ PLUG ต้องนำไขควงทดสอบที่เดือรับว่าข้างใดเป็น LINE ก็เสียบเข้ากับ LINE ของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า และสาย NEUTRAL ก็เสียบเข้ากับ NEUTRAL ของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า หากไม่ทำการทดสอบหา LINE และ NEUTRAL เสีย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อน อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าได้

1. การปรับแต่งในส่วนของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้านั้น (ดูรูปที่ 6.8 และวงจรในภาคผนวกประกอบ) มีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการปรับแต่ง คือ VR1, VR2, VR3, VR4 และ JP1 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

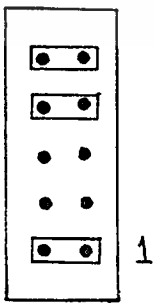
VR1 ทำหน้าที่ปรับค่ากระแสที่ไหลผ่านโหลด เพื่อเปลี่ยนเป็นแรงดันป้อนเข้าไปเป็นอินพุตของ OTA

VR2 เป็นตัวต้านทานปรับค่าได้ทำหน้าที่ปรับกระแส I_{BIAS} ให้กับ OTA (กระแส I_{BIAS} นี้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราขยายของ OTA)

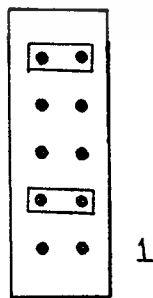
VR3 ทำหน้าที่ปรับค่าความต่างศักย์ให้กับขาอินพุตของ OTA

VR4 ทำหน้าที่ปรับค่าความถี่ในวงจร OTA (Current Control Oscillator) แล้วนำความถี่ที่ได้ไปป้อนเข้าวงจรนับเพื่อแสดงเป็นค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานต่อไป โดยความถี่ที่ได้จากวงจร CCO จะมีค่าในช่วง 0 - 12 kHz ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การปรับ VR4 ข้างต้น

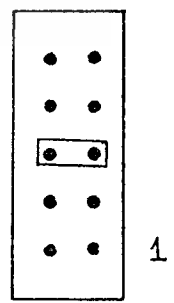
JP1 เป็น JUMPER 5 ตัว ทำหน้าที่เลือกตัวหารความถี่ที่ได้จากวงจร CCO คือถ้าเลือกตัวหารน้อย การนับค่ากำลังไฟฟ้าก็จะเร็วขึ้นในทางตรงกันข้ามถ้าเลือกตัวหารมากการนับค่ากำลังไฟฟ้าก็จะช้าลงดังนี้



หาร 1000



หาร 10



หาร 1

JP2 ทำหน้าที่ RESET ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดให้กลับเป็น 0000.0 kWh. โดยจะต้องทำการใส่ JUMPER ที่ JP2 ดังรูป



RESET



วัดค่าปกติ

2. การกำหนดหมายเลขเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (ดูรูปที่ 6.8 ประกอบ) ในโครงงานขึ้นนี้การกำหนดหมายเลขของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้านั้นสามารถกำหนดได้ที่ JP3 และ JP4 ดังนี้

สมมติต้องการกำหนดให้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า เป็นหมายเลข 24193 ก็ต้องทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แปลงเลข 24193 ซึ่งเป็นฐาน 10 ให้เป็นเลขฐาน 16 จะได้

$$(24193)_{10} = (5E81)_{16}$$

2. แปลงเลข $(5E81)_{16}$ ให้เป็นเลขฐาน 2 จะได้

$$(5E81)_{16} = (0101111010000001)_2$$

3. พิจารณาเลขฐาน 2 10 BIT ส่วนคือ 1010000001 แล้วทำการใส่ JUMPER ตามลจิกที่ได้ที่ JP3 โดยเริ่มจาก BIT ต่ำสุดไปหา BIT ที่สูงที่สุดจะได้ดังรูป

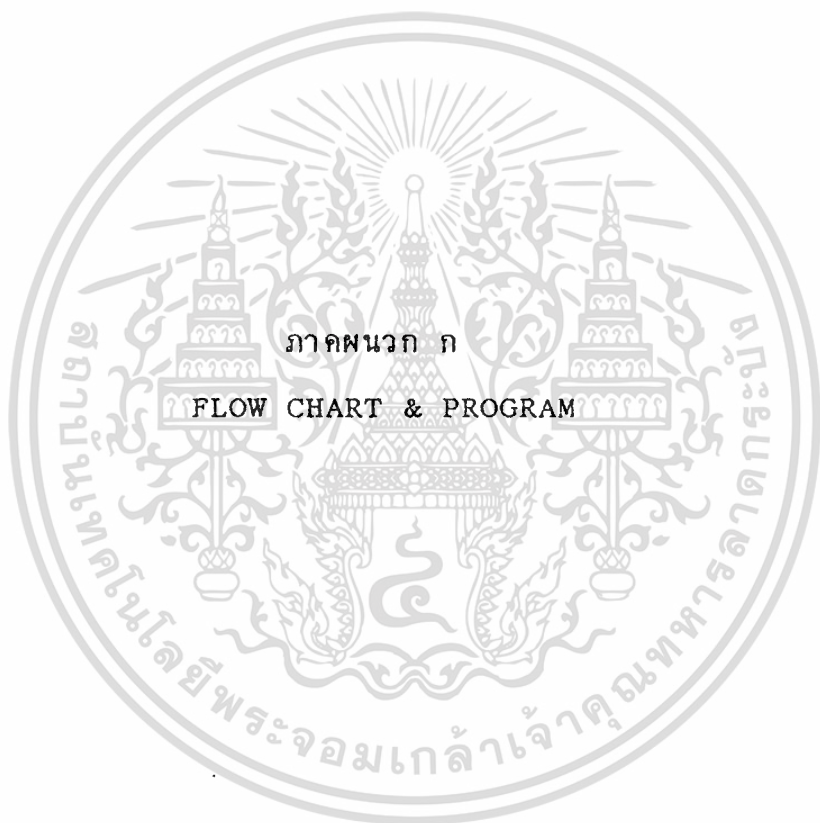


4. พิจารณานเลขฐาน 2 ที่ได้จากข้อ 2 ที่เหลือ 6 BIT
บนคือ 010111 แล้วทำการใส่ JUMPER ตามลจิกที่ JP4 โดยเริ่มจาก BIT
สูงสุดจะได้ดังรูป



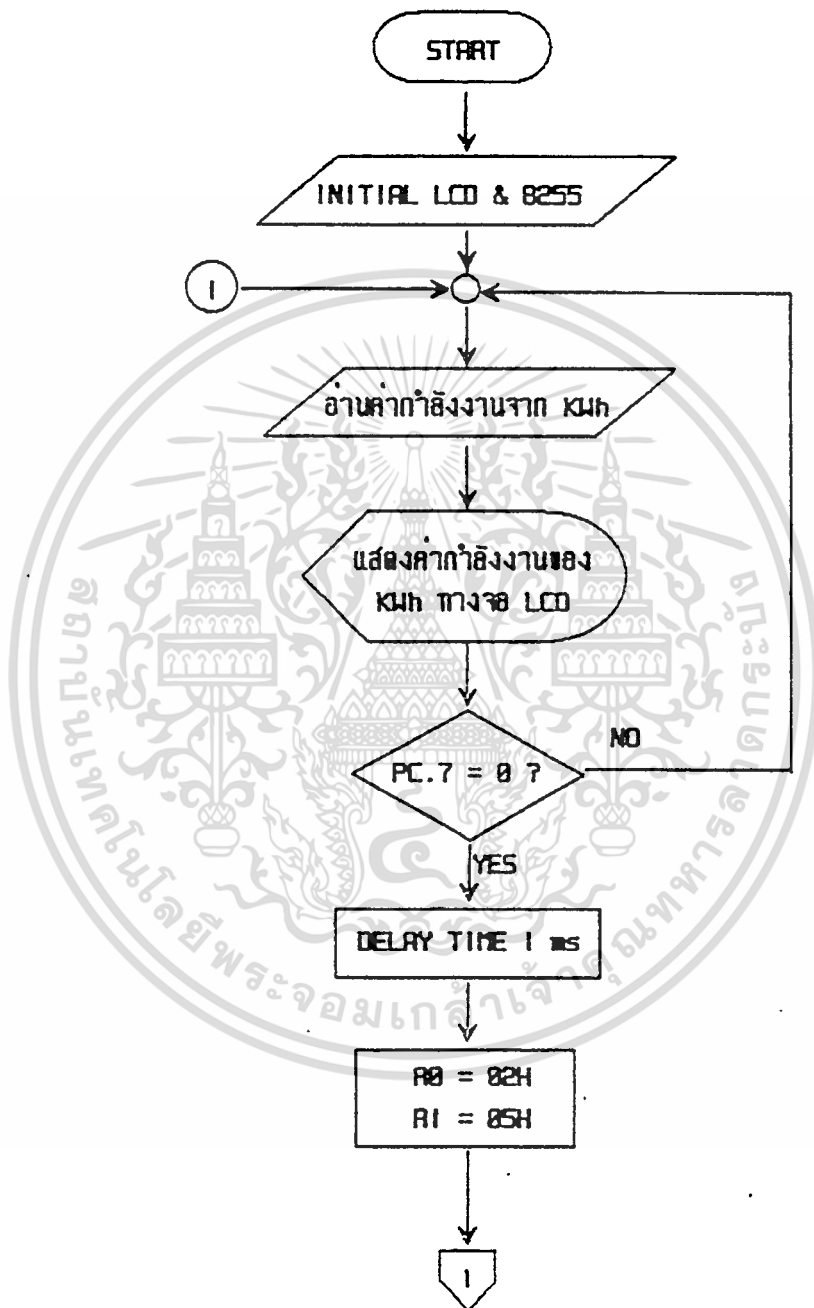


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

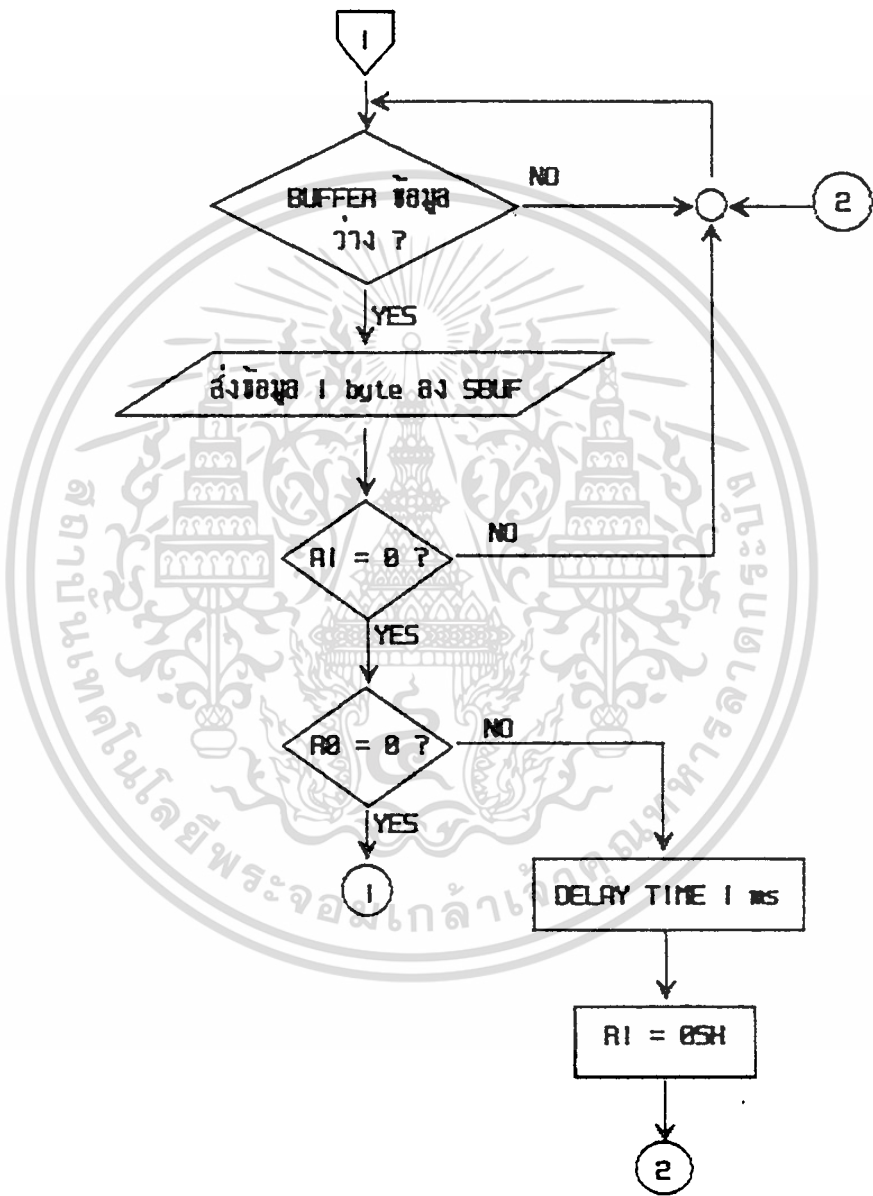


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW CHART ของ PROGRAM ส่วนเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;
; INSTRUMENT, KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
; THIS PROGRAM FOR MCS-51 FAMILY CONTROLLER

;

ORG 0000H ; ORIGIN ADDRESS

;

PDATA EQU 0E060H ; WRITE COMMAND TO LCD
PSING EQU 0E062H ; WRITE CHARACTER TO LCD
PREAD EQU 0E061H ; READ STATUS AND ADDRESS
PORTA1 EQU 0E080H ; port a of 8255/1
PORTB1 EQU 0E081H ; port b of 8255/1
PORTC1 EQU 0E082H ; port c of 8255/1
PCONT1 EQU 0E083H ; control port of 8255/1
PORTA2 EQU 0E0A0H ; port a of 8255/2
PORTB2 EQU 0E0A1H ; port b of 8255/2
PORTC2 EQU 0E0A2H ; port c of 8255/2
PCONT2 EQU 0E0A3H ; control port of 8255/2

DATA1 EQU 30H
DATA2 EQU 31H
DATA3 EQU 32H
DATA4 EQU 33H
DATA5 EQU 34H
DATA6 EQU 35H
DATA7 EQU 36H
DATA9 EQU 37H

;

ST_S BIT ACC.7 ; ST_S=A.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
;*****
;*
;*****
;
```

MAIN PROGRAM

```
INSND: MOV SCON,#52H
```

```
MOV TMOD,#20H
```

```
MOV TH1,#1DH
```

```
SETB TR1
```

```
START: CLR A
```

```
CLR P1
```

```
CALL INITLCD
```

```
MOV DPTR,#TAB1
```

```
MOV A,#80H
```

```
CALL LCD_COM
```

```
CALL WRLINE
```

```
MOV A,#0COH
```

```
CALL LCD_COM
```

```
CALL WRLINE
```

```
CALL HA ;delay display
```

```
MOV P1,#0FFH
```

```
MOV DPTR,#PCONT1
```

```
MOV A,#9BH
```

```
MOVX @DPTR,A
```

```
MOV DPTR,#PCONT2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,#9BH
MOVX @DPTR,A
STR_1: CALL CLSLCD
MOV DPTR,#TAB2
MOV A,#80H
CALL LCD_COM
CALL WRLINE1
MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA1,A
MOV R2,A
ANL A,#0FH
CALL WRLINE2
CALL ROUDT_1
MOV DPTR,#PORTB2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA2,A
CALL ROUDT
MOV A,#0C0H
CALL LCD_COM
CALL LCD_COM
CALL WRLINE1
MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA1,A
MOV R2,A
ANL A,#0FH
```

```
CALL WRLINE2
CALL ROUDT_1
MOV DPTR,#PORTB2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA2,A
CALL ROUDT
MOV A,#0C0H
CALL LCD_COM
CALL WRLINE
MOV A,#0C0H
CALL LCD_COM
CALL WRLINE
CALL HA;delay display
MOV P1,#0FFH
MOV DPTR,#PCONT1
MOV A,#9BH
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PCONT2
MOV A,#9BH
MOVX @DPTR,A

STR_1: CALL CLSLCD
MOV DPTR,#TAB2
MOV A,#80H
CALL LCD_COM
CALL WRLINE1
MOV DPTR.#PORTA2
MOVX A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV DATA1,A
MOV R2,A
ANL A,#0FH
CALL WRLINE2
CALL ROUDT_1
MOV DPTR,#PORTB2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA2,A
CALL ROUDT
MOV A,#0COH
CALL LCD_COM
CALL WRLINE
MOV A,#0COH
CALL LCD_COM
CALL WRLINE
CALL HA ;delay display
MOV P1,#0FFH
MOV DPTR,#PCONT1
MOV A,#9BH
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PCONT2
MOV A.#9BH
MOVX @DPTR,A
STR_1: CALL CLSLCD
MOV DPTR,#TAB2
MOV A,#80H
CALL LCD_COM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CALL WRLINE1
MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA1,A
MOV R2,A
ANL A,#0FH
CALL WRLINE2
CALL ROUDT_1
MOV DPTR,#PORTB2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA2,A
CALL ROUDT
MOV A,#0COH
CALL LCD_COM
CALL ROUDT_1
MOV DPTR,#PORTC2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA3,A
MOV R2,A
CALL WRPOI
MOV A,R2
ANL A,#0FH
CALL WRLINE2
MOV DPTR,#TAB4
CALL WRLINE1
MOV A,R2
JNB ACC.7,SEND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CALL HA
JMP STR_1
```

;

```
ROUDT: MOV R2,A
ANL A,#0FH
CALL WRLINE2
RET
```

;

```
ROUDT_1: MOV A,R2
ANL A,#0F0H
SWAP A
CALL WRLINE2
RET
```

;

```
WRPOI: MOV A,#2EH
CALL BUSY
MOV DPTR,#PSING
MOVX @DPTR,A
RET
```

;

;* SERIAL DATA OUT *

```
SEND: MOV A,#02H
MOV DATA9,A
RESEND: CALL HAL1
MOV DPTR,#PORTA1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOVX A,@DPTR
MOV DATA1,A
MOV DPTR,#PORTB1
MOVX A,@DPTR
MOV DATA2,A
MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA3,A
MOV DPTR,#PORTB2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA4,A
MOV DPTR,#PORTC2
MOVX A,@DPTR
MOV DATA5,A
;
TX_BYTE: MOV A,DATA1
CALL TXDT
CALL HA
MOV A,DATA2
CALL TXDT
CALL HA
MOV A,DATA3
CALL TXDT
CALL HA
MOV A,DATA4
CALL TXDT
CALL HA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,DATA5  
CALL TXDT  
DJNZ DATA9,RESEND  
JMP STR_1
```

;

```
TXDT: JNB TI,$
```

```
CLR TI
```

```
MOV SBUF,A
```

```
RET
```

;

```
*****
```

```
;* DELAY TIME *
```

```
*****
```

```
HAL12: MOV A,#05H
```

```
DEC A
```

```
CJNE A,#00H,HAL12
```

```
HAL1: MOV R5,#08H
```

```
HAL11: MOV R7,#0FFH
```

```
HAL1_1: MOV R6,#0FFH
```

```
HAL1_2: DEC R6
```

```
CJNE R6,#00H,HAL1_2
```

```
DEC R7
```

```
CJNE R7,#00H,HAL1_1
```

```
DEC R5
```

```
CJNE R5,#00H,HAL11
```

```
RET
```

;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
HA: MOV R7,#10H
HA1_1: MOV R6,#0FFH
HA1_2: DEC R6
      CJNE R6,#00H,HA1_2
      DJNZ R7,HA1_1
      RET
;
;*****
;*
;*          WRITE DATA TO LCD          *
;*****
WRLINE: MOV R0,#08H
        LOOP: CALL WR_ASCII
            INC DPTR
            DEC R0
            CJNE R0,#00H,LOOP
            RET
;
WRLINE1: MOV R0,#05H
        LOOP11: CALL WR_ASCII
            INC DPTR
            DEC R0
            CJNE R0,#00H,LOOP11
            RET
;
WRLINE2: MOV DPTR,#TAB3
        MOVC A,@A+DPTR
        CALL BUSY
```

```
MOV DPTR,#PSING
```

```
MOVX @DPTR,A
```

```
RET
```

```
;
```

```
*****
```

```
;* DATA TABLE *
```

```
*****
```

```
TAB1: DB 20H,4EH,6FH,2EH,20H,30H,30H,30H,2EH
```

```
DB 30H,20H,6BH,77H,68H,20H
```

```
;
```

```
TAB2: DB 20H,4EH,6FH,2EH,20H
```

```
;
```

```
TAB3: DB 30H,31H,32H,33H,34H,35H,36H,37H,38H,39H
```

```
;
```

```
TAB4: DB 20H,6BH,77H,68H,20H
```

```
;
```

```
*****
```

```
;* INITIAL LCD *
```

```
*****
```

```
INITLCD: MOV A,#38H ;function set 38H
```

```
CALL LCD_COM
```

```
MOV A,#0CH ;display on/off control
```

```
CALL LCD_COM
```

```
MOV A,#06H ;entry mode set
```

```
CALL LCD_COM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CLSLCD: MOV A,#01H           ;clear all display
CALL LCD_COM
RET
```

;

;* WRITE COMMAND TO CONTROLLER OF LCD *

```
LCD_COM: PUSH DPH
PUSH DPL
CALL BUSY
MOV DPTR,#PDATA
MOVX @DPTR,A
POP DPL
POP DPH
RET
```

;

;* WRITE CHARACTER TO SCREEN *

```
WR_ASCII: PUSH DPH
PUSH DPL
CALL BUSY
MOV A,#00H
MOVC A,@A+DPTR
MOV DPTR,#PSING
MOVX @DPTR,A
POP DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POP DPH

RET

;

;* READ BUSY FLAG AND ADDRESS *

BUSY: PUSH DPH

PUSH DPL

MOV DATA7,A

BUSY1: MOV DPTR,#PREAD

MOVX A,@DPTR

JB ST_S,BUSY1 ;if acc.7=0,jump busy

MOV A,DATA7

POP DPL

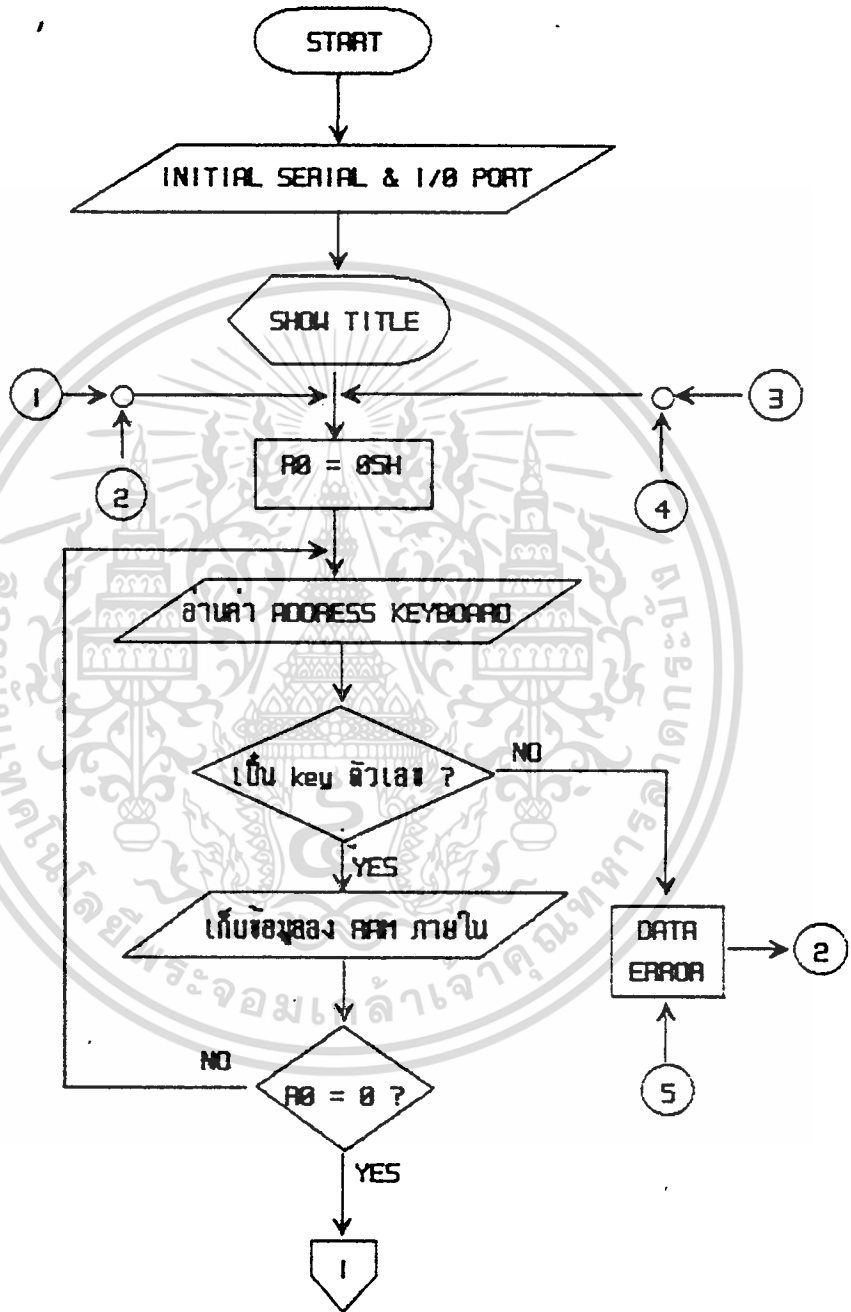
POP DPH

RET

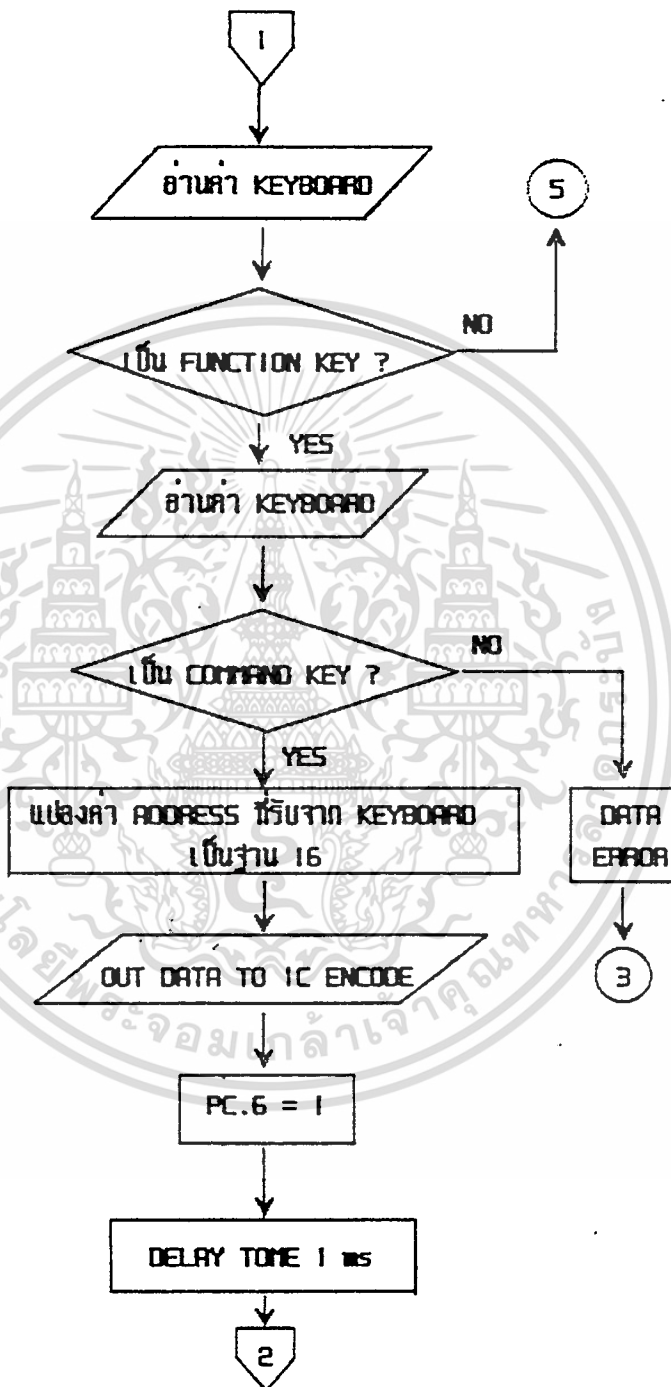
;

END

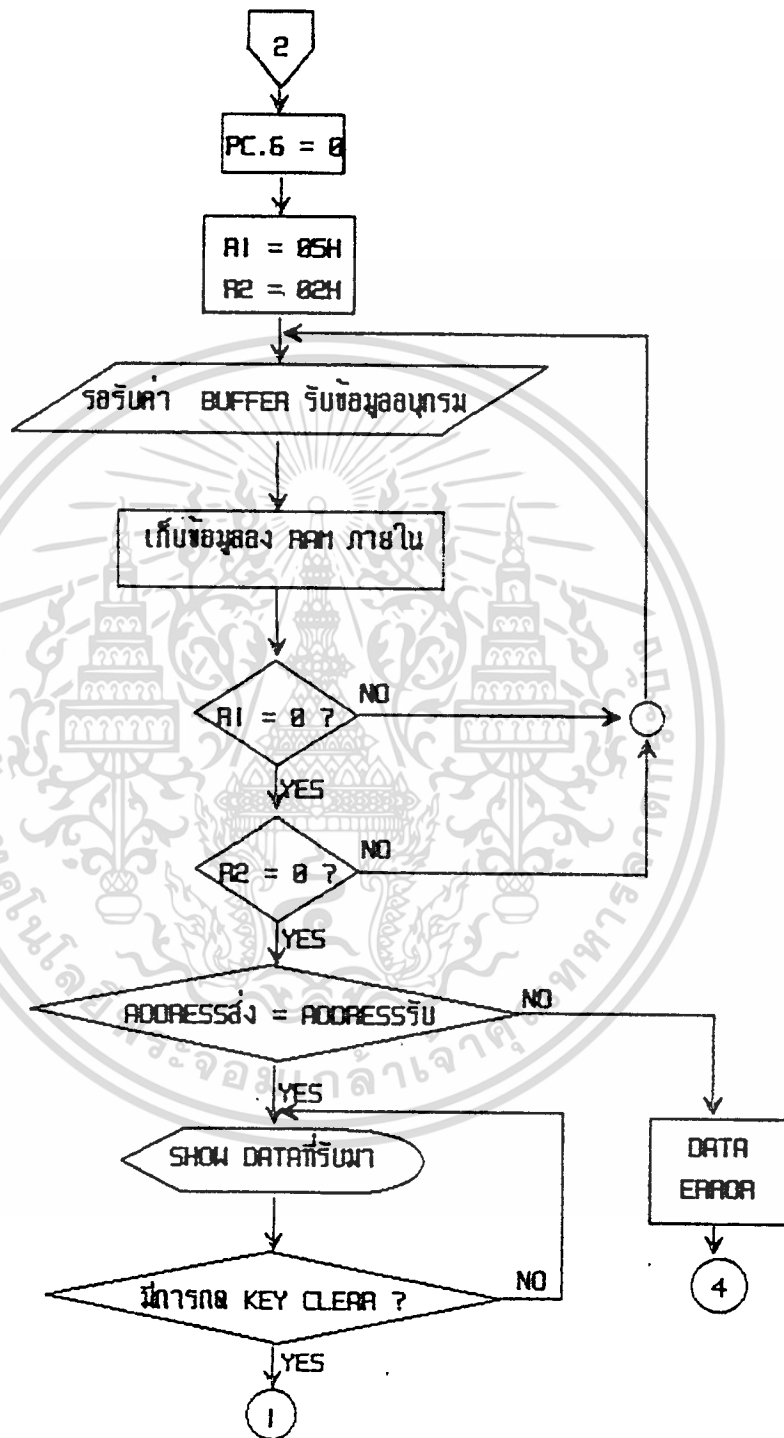
FLOW CHART ของ PROGRAM ส่วนเครื่องควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;
; INSTRUMENT, KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
; THIS PROGRAM FOR MCS-51 FAMILY CONTROLLER

ORG 0000H ;ORIGIN ADDRESS

;

PDATA EQU 0E0C0H ;WRITE COMMAND TO LCD
PSING EQU 0E0C2H ;WRITE CHARACTER TO LCD
PREAD EQU 0E0C1H ;READ STATUS AND ADDRESS
PORTA1 EQU 0E0E0H ;port a of 8255
PORTB1 EQU 0E0E1H ;port b of 8255
PORTC1 EQU 0E0E2H ;port c of 8255
PCONT1 EQU 0E0E3H ;control port of 8255
DATA1 EQU 30H
DATA2 EQU 31H
DATA3 EQU 32H
DATA4 EQU 33H
DATA5 EQU 34H
DATA6 EQU 35H
DATA7 EQU 38H
DATA8 EQU 39H
DATA9 EQU 3AH
DATA10 EQU 3BH
DATA11 EQU 3CH
DATA12 EQU 3DH
DATA13 EQU 3EH
DATA14 EQU 3FH

DATA15 EQU 40H

;

ST_S BIT ACC.7 ;ST_S=A.7

OU_1 BIT ACC.6

;

;* MAIN PROGRAM *

;

INSERL: MOV SCON, #50H

MOV TMOD, #20H

MOV TH1, #1DH

SETB TR1

;

START: CLR A

MOV P1, #0FFH

;

CALL INITLCD

MOV DPTR, #TAB1

CALL SCAN1

CALL WRIT_1

MOV DPTR, #TAB2

CALL SCAN2

CALL WRIT_1

CALL DELAY1

CALL LOP1

```
;  
  
STRP_1: MOV P1,#0FFH  
        MOV A,P1  
        JB ACC.6,STRP_1  
        MOV DPTR,#TAB3  
        CALL SCAN1  
        CALL WRIT_1  
        MOV DPTR,#TAB4  
        CALL SCAN2  
        CALL WRIT_1  
        CALL DELAY1  
        CALL LOP1  
;  
STRP_2: MOV P1,#0FFH  
        MOV A,P1  
        JB ACC.6,STRP_2  
        MOV DPTR,#TAB5  
        CALL SCAN1  
        CALL WRIT_1  
        MOV DPTR,#TAB6  
        CALL SCAN2  
        CALL WRIT_1  
        CALL DELAY1  
        CALL LOP1  
;  
  
STRT_12: CALL CLSLCD  
         MOV DPTR,#TAB7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,#01
CALL WRLINE2
```

;

```
READ1_A: MOV P1,#0FFH
MOV A,P1
ANL A,#40H
CJNE A,#40H,READ2_A
JMP READ1_A
```

;

```
*****
;* READ ADDRESS FROM KEYBOARD *
*****
```

```
READ2_A: MOV R0,#06H
MOV R1,#00H
READ_A: MOV P1,#0FFH
MOV A,P1
ANL A,#40H
CJNE A,#40H,READ_A
MOV P1,#7FH
MOV A,P1
ANL A,#1FH
CJNE R1,#00H,LABEL_3
CJNE R0,#01H,LA_1
JMP LABEL_1
LA_1: JB ACC.4,LABEL_1
JB ACC.3,LABEL_2
LA11: CJNE R0,#06H,DUM_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV DATA1,A
JMP LA22
DUM_1: CJNE R0,#05H,DUM_2
MOV DATA2,A
JMP LA22
DUM_2: CJNE R0,#04H,DUM_3
MOV DATA3,A
JMP LA22
DUM_3: CJNE R0,#03H,DUM_4
MOV DATA4,A
JMP LA22
DUM_4: MOV DATA5,A
JMP LA22
;
LA22: MOV DPTR,#TABS
MOV C A,@A+DPTR
CALL BUSY
MOV DPTR,#PSING
MOVX @DPTR,A
READ_DA: MOV P1,#0FFH
MOV A,P1
ANL A,#40H
CJNE A,#00H,READ_DA
DEC R0
CJNE R0,#00H,READ_A
;
```

```
LABEL_1: CJNE R0,#06H,LABEL_11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JMP READ1_A  
LABEL_11: MOV DPTR,#TAB9  
MOV R2,A  
MOV A,#00H  
MOVC A,@A+DPTR  
XRL A,R2  
JZ PASS_1  
INC DPTR  
MOV A,#00H  
MOVC A,@A+DPTR  
XRL A,R2  
JZ PASS_2  
CJNE R0,#01H,PASS_3  
INC DPTR  
MOV A,#00H  
MOVC A,@A+DPTR  
XRL A,R2  
CJNE A,#00H,PASS_3  
MOV R1,#0FFH  
INC R0  
JMP READ_DA  
;  
LABEL_2: JB ACC.2,LABEL_1  
JB ACC.1,LABEL_1  
JMP LA11  
;  
LABEL_3: MOV DPTR,#TAB11
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV R3,A
MOV A,#00H
MOVC A,@A+DPTR
XRL A,R3
JZ ONKWM
INC DPTR
MOV A,#00H
MOVC A,@A+DPTR
XRL A,R3
JZ OFFKWM
INC DPTR
MOV A,#00H
MOVC A,@A+DPTR
XRL A,R3
JZ DT_REQ
INC DPTR
MOV A,#00H
MOVC A,@A+DPTR
XRL A,R3
JZ STUS_REQ
JMP DT_ERR
```

;

```
PASS_1: JMP DELCHR
```

```
PASS_2: JMP STRT_12
```

```
PASS_3: JMP DT_ERR
```

;

```
ONKWM: MOV R1,#02H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV DPTR,#TAB12  
CALL WRL1  
CALL COU1  
CALL OUT  
JMP SHOWDT
```

;

```
OFFKWM: MOV R1,#03H  
MOV DPTR,#TAB13  
CALL WRL1  
CALL COU1  
CALL OUT  
JMP SHOWDT
```

;

```
DT_REQ: MOV R1,#00H  
MOV DPTR,#TAB14  
CALL WRL1  
CALL COU1  
CALL OUT  
JMP DATARE
```

;

```
STUS_REQ: MOV R1,#01H  
MOV DPTR,#TAB15  
CALL WRL1  
CALL COU1  
CALL OUT  
JMP SHOWDT
```

```
DELCHR: MOV DPTR,#PREAD
        MOVX A,@DPTR
        CLR ACC.7
        DEC A
        ADD A,#80H
        MOV R2,A
        CJNE A,#89H,DEL_1
        JMP READ1_A
DEL_1: CALL LCD_COM
        CALL BUSY
        MOV A,#20H
        MOV DPTR,#PSING
        MOVX @DPTR,A
        MOV A,R2
        CALL LCD_COM
        INC R0
        INC R0
        JMP READ_DA
```

```
DT_ERR: CALL CLSLCD
        MOV DPTR,#TAB10
        MOV A,#01
        CALL WRLINE
        MOV A,#02
        CALL WRLINE
        CALL HAL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JMP STRT_12

COU1: MOV A,DATA1
ADD A,#01H
JB ACC.3,DT_ERR
MOV A,DATA1
CJNE A,#06H,MA1

COU2: MOV A,DATA2
ADD A,#02H
JB ACC.3,DT_ERR
MOV A,DATA2
CJNE A,#05H,MA1

COU3: MOV A,DATA3
ADD A,#02H
JB ACC.3,DT_ERR
MOV A,DATA3
CJNE A,#05H,MA1

COU4: MOV A,DATA4
ADD A,#04H
JB ACC.3,DT_ERR
MOV A,DATA4
CJNE A,#03H,MA1

COU5: MOV A,DATA5
ADD A,#02H
JB ACC.3,DT_ERR

;

;*****

;* ENCODE DATA *

;*****

```
MA1: MOV R4,#00H
MA12: MOV R5,#08H
MOV DATA7,#00H
ART_1: MOV DATA6,#00H
MOV R6,DATA1
MOV R7,DATA2
CALL ARTM
MOV DATA1,R6
MOV DATA2,R7
MOV R6,DATA2
MOV R7,DATA3
CALL ARTM
MOV DATA2,R6
MOV DATA3,R7
MOV R6,DATA3
MOV R7,DATA4
CALL ARTM
MOV DATA3,R6
MOV DATA4,R7
MOV R6,DATA4
MOV R7,DATA5
CALL ARTM
MOV DATA4,R6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV DATA5,R7
MOV R6,DATA5
MOV R7,DATA6
CALL ARTM
MOV DATA5,R6
MOV DATA6,R7
CJNE R7,#0AH,ART_12
CALL RESL1
ART_12: MOV A,DATA7
RR A
MOV DATA7,A
DJNZ R5,ART_1
CJNE R4,#00H,ART_13
MOV DATA9,DATA7
MOV R4,#0FFH
JMP MA12
;
ARTM: MOV A,R6
ANL A,#01H
CJNE A,#01H,ART_11
CALL ADDA
ART_11: MOV A,R6
RR A
ANL A,#0FH
MOV R6,A
RET
```

;

```
ART_13: MOV DATA10,DATA7
        RET
```

;

```
ADDA:  MOV A,R7
        ADD A,#0AH
        MOV R7,A
        RET
```

;

```
RESL1: MOV A,DATA7
        SETB ACC.0
        MOV DATA7,A
        RET
```

;

```
*****
;*          TRANSMITED ADDRESS AND COMMAND          *
*****
```

```
OUT:   MOV DPTR,#PCONT1
        MOV A,#SOH
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA1
        MOV A,DATA9
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTB1
        MOV A,DATA10
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC1
```

```
MOV A,R1
MOVX @DPTR,A
SETB OU_1
MOVX @DPTR,A
CALL HAL
CLR OU_1
MOVX @DPTR,A
RET
```

```
;
;*****
```

```
;* RECIIVER DATA *
```

```
;*****
```

```
SHOWDT: CALL RECEV
        CALL CHKADD
        CJNE A,#20H,EQUAL
        JMP DT_ERR
EQUAL:  MOV A,DATA5
        JNB ACC.6,RECON
        MOV DPTR,#TAB16
        CALL WRL1
        JMP CBACK
RECON:  MOV DPTR,#TAB17
        CALL WRL1
CBACK:  CALL PRESSKY
        JMP STRT_12
```

```
;
```

```
DATARE: CALL RECEV
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CALL CHKADD
CJNE A,#20H,DATARE1
JMP DT_ERR
DATARE1: MOV DPTR,#TAB1
MOV A,#0COH
MOV R3,#03H
CALL LCD_COM
CALL SHDRQ
MOV A,DATA3
ANL A,#0FH
CALL SHDRQ2
MOV A,DATA3
ANL A,#0FOH
SWAP A
CALL SHDRQ2
MOV A,DATA4
ANL A,#0FH
CALL SHDRQ2
MOV A,DATA4
ANL A,#0FOH
SWAP A
CALL SHDRQ2
CALL PPOINT
MOV A,DATA5
ANL A,#0FH
CALL SHDRQ2
MOV DPTR,#TAB1S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV R3,#07H
CALL SHDRQ
CALL PRESSKY
JMP STRT_12
```

;

```
RECÈV: MOV R0,#02H
RERECEV: JNB RI,$
CLR RI
MOV A,SBUF
MOV DATA1,A
JNB RI,$
CLR RI
MOV A,SBUF
MOV DATA2,A
JNB RI,$
CLR RI
MOV A,SBUF
MOV DATA3,A
JNB RI,$
CLR RI
MOV A,SBUF
MOV DATA4,A
JNB RI,$
CLR RI
MOV A,SBUF
MOV DATA5,A
DJNZ R0,RERECEV
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RET

;

```
CHKADD: MOV A,DATA1
        CJNE A,DATA9,CHKA1
        MOV A,DATA2
        CJNE A,DATA10,CHKA1
        MOV A,#92H
        JMP CHKA2
```

```
CHKA1: MOV A,#20H
```

```
CHKA2: RET
```

;

```
PRESSKY: MOV P1,#0FFH
         MOV A,P1
         ANL A,#40H
         CJNE A,#40H,PRESSKY
         MOV P1,#7FH
         MOV A,P1
         ANL A,#1FH
         CJNE A,#0BH,PRESSKY
         RET
```

;

```
SHDRQ: CALL WR_ASCII
        INC DPTR
        DJNZ R3,SHDRQ
        RET
```

;

```
SHDRQ2: PUSH DPH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PUSH DPL
CALL BUSY
MOV DPTR,#TAB8
MOVC A,@A+DPTR
MOV DPTR,#PSING
MOVX @DPTR,A
POP DPL
POP DPH
RET
```

;

```
PPOINT: CALL BUSY
MOV A,#2EH
MOV DPTR,#PSING
MOVX @DPTR,A
RET
```

;

```
*****
```

```
;* DELAY TIME *
```

```
*****
```

```
HAL11: MOV A,#OFFH
HAL13: DEC A
CJNE A,#00H,HAL13
RET
```

;

```
HAL12: MOV A,#05H
DEC A
CJNE A,#00H,HAL12
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
HAL: MOV R4,#05H
HAL_1: MOV R6,#0FFH
HAL_2: MOV R5,#0FFH
HAL_4: DEC R5
      CJNE R5,#00H,HAL_4
      DEC R6
      CJNE R6,#00H,HAL_2
      DEC R4
      CJNE R4,#00H,HAL_1
      RET
DELAY1: MOV R5,#3FH
DELAY2: MOV R6,#0FFH
DELAY3: DEC R6
      MOV P1,#0FFH
      MOV A,P1
      JB ACC.6,DELAY4
      CJNE R6,#0FFH,DELAY3
      DEC R5
      MOV P1,#0FFH
      MOV A,P1
      JB ACC.6,DELAY4
      CJNE R5,#0FFH,DELAY2
      DELAY4: RET
```

```
SCAN1: MOV A,#01
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV R0,DPH
MOV R1,DPL
RET
```

;

```
SCAN2: MOV A,#02
MOV R2,DPH
MOV R3,DPL
RET
```

;

```
*****
;* WRITE CHARACTER TO LCD *
*****
```

```
LOP1: MOV R7,#00
LOP2: INC R7
MOV A,#01
CALL WRIT_1
MOV A,#02
CALL WRIT_1
MOV R5,#3FH
```

```
LOP3: MOV R6,#0FFH
```

```
LOP4: DEC R6
```

```
MOV P1,#0FFH
```

```
MOV A,P1
```

```
JB ACC.6,LOP10
```

```
CJNE R6,#0FFH,LOP4
```

```
DEC R5
```

```
MOV P1,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,P1
JB ACC.6,LOP10
CJNE R5,#0FFH,LOP3
LOP5: CJNE R7,#15,LOP9
MOV R4,#2FH
LOP6: MOV R5,#0FH
LOP7: MOV R6,#0FFH
LOP8: DEC R6
MOV P1,#0FFH
MOV A,P1
JB ACC.6,LOP10
CJNE R6,#0FFH,LOP8
DEC R5
MOV P1,#0FFH
MOV A,P1
JB ACC.6,LOP10
CJNE R5,#0FFH,LOP7
DEC R4
MOV P1,#0FFH
MOV A,P1
JB ACC.6,LOP10
CJNE R4,#0FFH,LOP6
LOP9: CJNE R7,#30,LOP2
LOP10: RET
;
WRIT_1: CJNE A,#01,W10
MOV DPH,R0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV DPL,R1
INC R1
CJNE R1,#00H,CHECK1
INC R0
CHECK1: MOV A,#80H
CALL LCD_COM
JMP STE1
```

;

```
W10: MOV DPH,R2
MOV DPL,R3
INC R3
CJNE R3,#00H,CHECK2
INC R2
CHECK2: MOV A,#0C0H
CALL LCD_COM
```

;

```
STE1: MOV R4,#16
CALL LCD_COM
STW: CALL WR_ASCII
INC DPTR
DJNZ R4,STW
RET
```

;

```
WRLINE: CJNE A,#01,WRL1
MOV A,#80H
CALL LCD_COM
JMP ST_WR
```

;

```
WRL1: MOV A,#0C0H
```

;

```
ST_WR: MOV R3,#16
        CALL LCD_COM
START1: CALL WR_ASCII
        INC DPTR
        DJNZ R3,START1
        RET
```

;

```
WRLINE2: MOV A,#80H
          CALL LCD_COM
          MOV R3,#10
START2:  CALL WR_ASCII
          INC DPTR
          DJNZ R3,START2
          RET
```

;

;* DATA TABLE *

```
TAB1: DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20h,20h,7FH,49H,4EH,53H,54H
        DB 52H,55H,4DH,45H,4EH,54H,7EH,20H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H
        DB 20H,20H,20H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;

TAB2: DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 4BH, 4DH
DB 49H, 54H, 4CH, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H

;

TAB3: DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H, 20H, 52H, 45H, 4DH, 4FH, 54H, 45H, 44H
DB 20H, 4BH, 49H, 4CH, 4FH, 57H, 41H, 54H, 54H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H

TAB4: DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 48H, 4FH, 55H, 52H
DB 20H, 4DH, 45H, 54H, 45H, 52H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H

TAB5: DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 45H, 6EH, 74H, 65H, 72H
DB 20H, 6EH, 75H, 6DH, 62H, 65H, 72H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H

TAB6: DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H
DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 6FH, 66H, 20H, 4BH, 77H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DB 68H, 20H, 6DH, 65H, 74H, 65H, 72H, 20H, 20H, 20H, 20H

DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 20H

DB 20H, 20H, 20H

;

TAB7: DB 53H, 4EH, 2EH, 50H, 4DH, 2FH, 38H, 30H, 32H, 2DH

;

TAB8: DB 30H, 31H, 32H, 33H, 34H, 35H, 36H, 37H, 38H, 39H

;

TAB9: DB 0AH, 0BH, 10H

;

TAB10: DB 20H, 20H, 20H, 44H, 41H, 54H, 41H, 20H, 45H, 52H, 52H

DB 4FH, 52H, 20H, 20H, 20H, 20H, 45H, 4EH, 54H, 45H, 52H

DB 20H, 4EH, 45H, 57H, 20H, 44H, 41H, 54H, 41H, 20H

;

TAB11: DB 0FH, 0EH, 0DH, 0CH

;

TAB12: DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H, 4FH, 4EH, 20H, 6BH, 57H, 68H

DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H

;

TAB13: DB 20H, 20H, 20H, 20H, 4FH, 46H, 46H, 20H, 6BH, 57H, 68H

DB 20H, 20H, 20H, 20H, 20H

;

TAB14: DB 20H, 20H, 44H, 41H, 54H, 41H, 20H, 52H, 45H, 51H, 55H

DB 45H, 53H, 54H, 20H, 20H

;

TAB15: DB 20H, 53H, 54H, 41H, 54H, 55H, 53H, 20H, 52H, 45H, 51H

DB 55H, 45H, 53H, 54H, 20H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
TAB16: DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,4FH,4EH,20H,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H
;
TAB17: DB 20H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,4FH,46H,46H,20H,20H
        DB 20H,20H,20H,20H,20H
;
TAB18: DB 20H,6BH,57H,68H,20H,20H,20H
;
;*****
;*                INITIAL LCD                *
;*****
INITLCD: MOV A,#38H                ;function set 38H
        CALL LCD_COM
        MOV A,#0DH                ;display on/off control
        CALL LCD_COM
        MOV A,#06H                ;entry mode set
        CALL LCD_COM

CLSLCD: MOV A,#01H                ;clear all display
        CALL LCD_COM
        RET
```

```
;  
;*****  
;*          WRITE COMMAND TO CONTROLLER OF LCD          *  
;*****  
LCD_COM: PUSH DPH  
        PUSH DPL  
        CALL BUSY  
        MOV DPTR,#PDATA  
        MOVX @DPTR,A  
        POP DPL  
        POP DPH  
        RET  
;  
;*****  
;*          WRITE CHARACTER TO SCREEN                    *  
;*****  
WR_ASCII: PUSH DPH  
        PUSH DPL  
        CALL BUSY  
        MOV A,#00H  
        MOVC A,@A+DPTR  
        MOV DPTR,#PSING  
        MOVX @DPTR,A  
        POP DPL  
        POP DPH  
        RET
```

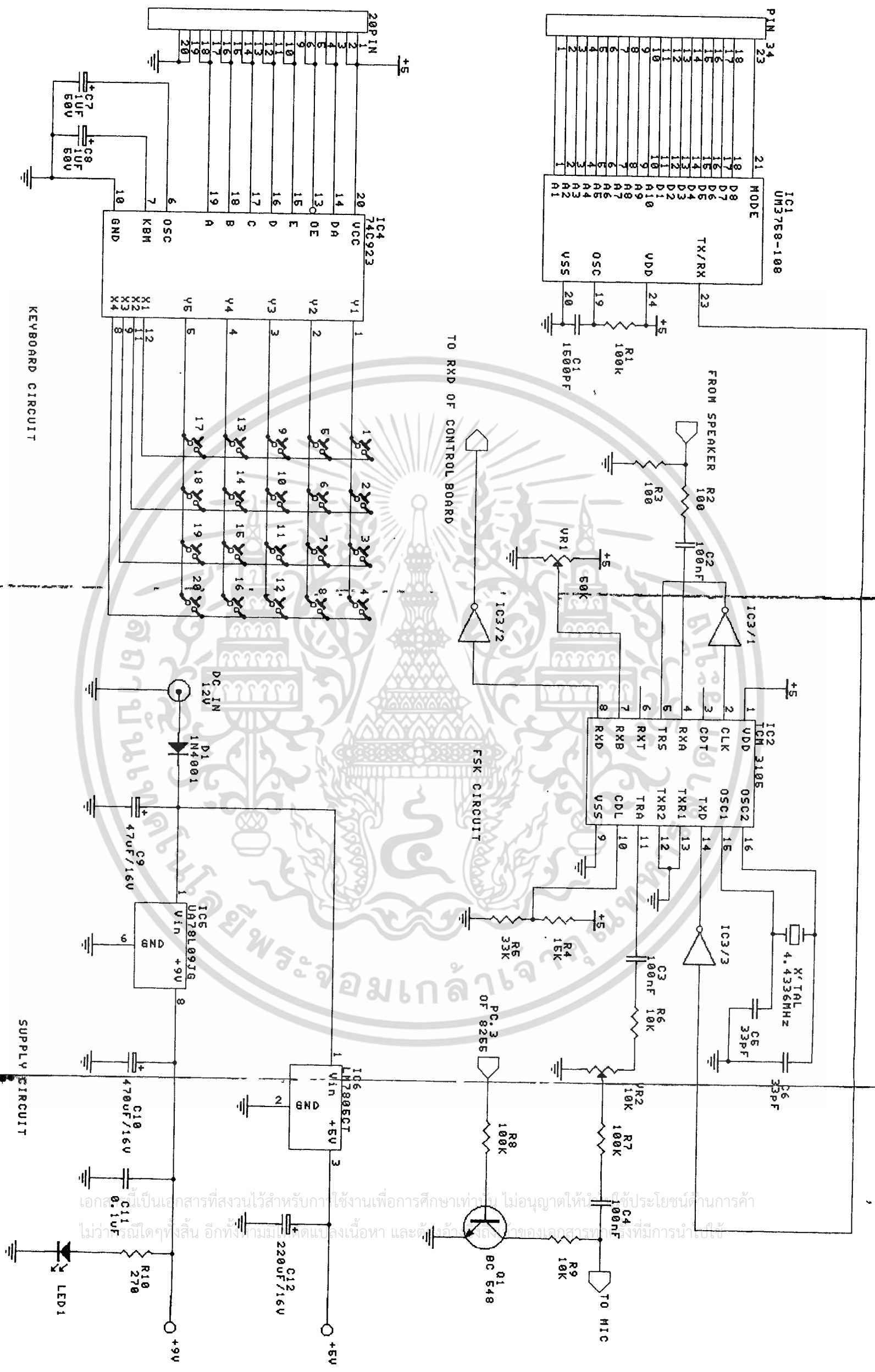
```
;
;*****
;*          READ BUSY FLAG AND ADDRESS          *
;*****

        BUSY: PUSH DPH
                PUSH DPL
                MOV DATA8,A
BUSY1:  MOV DPTR,#PREAD
                MOVX A,@DPTR
                JB ST_S,BUSY1 ;if acc.7=0,jump busy1
                MOV A,DATA8
                POP DPL
                POP DPH
                RET
;
WRAS_1: CALL BUSY
                MOV A,R5
                MOV DPTR,#PSING
                MOVX @DPTR,A
                RET
;

        END
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KEYBOARD CIRCUIT

SUPPLY CIRCUIT

TO RXD OF CONTROL BOARD

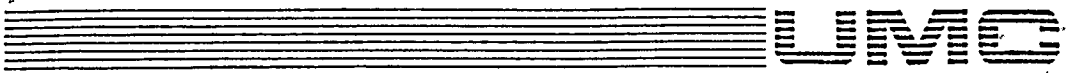
FSK CIRCUIT

TO MIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าในรูปแบบใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีชุดแปลงเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



UM3758 Series

PRELIMINARY

Tri-State Programmable Encoder/Decoder

Features

- Single-chip CMOS construction
- Single-chip encoder/decoder selected by jump wire
- Wide operating voltage range : $V_{DD} = 3$ to 12 Volts
- Built-in IIC oscillator (can use 5% resistor)
- Easy interface with RF, Infrared(IR) and Ultrasonic transmission media
- Tri-state(0, 1, open) address codes, some of address codes used as data codes or as internal addresses by mask option
- Internal address code is 18-bit, ie $3^{18} = 387,420, 489$ different codes at most
- Decoder has 8-bit latch data
- Series IC for various applications
- UM3758-120A pin out compatible to UM3750

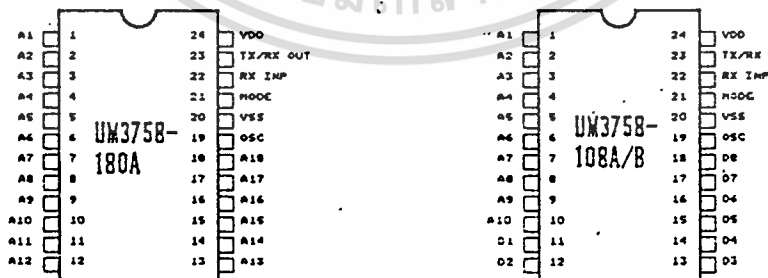
General Description

The UM3758 series are single-chip programmable encoder/decoder ICs, fabricated in CMOS structure for low power consumption. They are enhanced for new stage encoder/decoder ICs to provide many more combinations for higher security.

Most combinations are achieved by UM3758-180A, providing $3^{18} = 387,420,489$ combinations. Some ICs of this series provide 4 to 8 data bits for controlling.

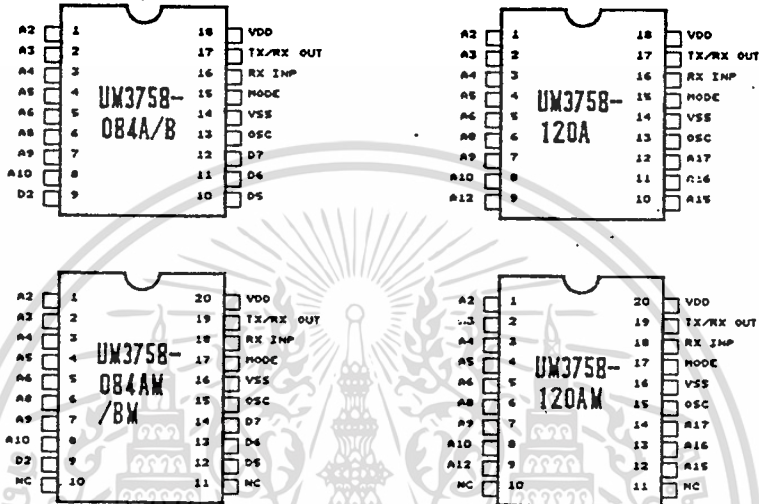
According to the following information, The internal address bits, 18 bits/24-pin and 12 bits/18-pin package, can be assigned by customer in advance for much higher security and confidentiality. Whenever the address codes of transmitter transmits, the receiver will check the address codes with his own and the successive two matched address codes will generate a low pulse. If there were any data bits, the receiver will latch these data bits at the corresponding pins for controlling.

Pin Configurations



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Configurations (Continued)



Absolute Maximum Ratings*

Power Supply Voltage -0.3V to 11V
 Operating Temperature -20°C to 70°C
 Storage Temperature (T_{stg}) -55°C to 150°C
 Apply Voltage on any Pin
 V_{ss} - 0.3 < V_{in} < V_{DD} + 0.3

*Comments

Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only. Functional operation of this device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied and exposure to absolute

DC Electrical Characteristics

(T_A = 25°C, V_{DD} = 9 Volts, V_{SS} = 0V unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Conditions
Operating voltage	V _{DD}	3.0	-	12	V	
Operating current	i _{DD}	-	-	1.2	mA	
Schmitt Trigger input level	V _{SH} V _{SL}	6 -	- -	- 2	V V	HIGH LOW
Other pins input level	V _{IH} V _{IL}	8.5 0	- -	9 0.5	V V	HIGH LOW
Output pin logic level	V _{OH} V _{OL}	8.5 0	- -	9 1	V V	HIGH LOW
DATA output current						
HIGH level	I _{OH}	9	-	-	mA	V _{DD} = 12V V _{OH} = 6V
LOW level	I _{OL}	9	-	-	mA	V _{OL} = 6V





2. UM3758-108A/B/AM/BM, UM3758-084A/B and UM3758-084AM/BM

Pin Number			Designation	Description
UM3758 -108A/B /AM/BM	UM3758 -084 A/B	UM3758 -084AM /BM		
1	-	-	A1	Address select line 1 is tri-state indicated as 0, 1 and open
2	1	1	A2	Address select line 2 is tri-state indicated as 0, 1 and open
3	2	2	A3	Address select line 3 is tri-state indicated as 0, 1 and open
4	3	3	A4	Address select line 4 is tri-state indicated as 0, 1 and open
5	4	4	A5	Address select line 5 is tri-state indicated as 0, 1 and open
6	5	5	A6	Address select line 6 is tri-state indicated as 0, 1 and open
7	-	-	A7	Address select line 7 is tri-state indicated as 0, 1 and open
8	6	6	A8	Address select line 8 is tri-state indicated as 0, 1 and open
9	7	7	A9	Address select line 9 is tri-state indicated as 0, 1 and open
10	8	8	A10	Address select line 10 is tri-state indicated as 0, 1 and open
11	-	-	D1	Data output pin 1, states are either HIGH (1 or open) or LOW (0)
12	9	9	D2	Data output pin 2, states are either HIGH (1 or open) or LOW (0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Descriptions (Continued)

Pin Number			Designation	Description
UM3758 -108A/B /AM/BM	UM3758 -084 A/B	UM3758 -084AM /BM		
-	-	10	NC	Noconnection
-	-	11	NC	Noconnection
13	-	-	D3	Data output pin 3, states are either HIGH (1 or open) or LOW (0)
14	-	-	D4	Data output pin 4, states are either HIGH (1 or open) or LOW (0)
15	10	12	D5	Data output pin 5, states are either HIGH (1 or open) or LOW (0)
16	11	13	D6	Data output pin 6, states are either HIGH (1 or open) or LOW (0)
17	12	14	D7	Data output pin 7, states are either HIGH (1 or open) or LOW (0)
18	-	-	D8	Data output pin 8, states are either HIGH (1 or open) or LOW (0)
19	13	15	OSC	R.C. input pin for single pin oscillator. A resistor is connected from this pin to VDD and a capacitor to VSS
20	14	16	VSS	The ground pin for UM3758
21	15	17	MODE	This pin is used to select transmit or receive modes MODE — VDD : Encoder mode MODE — VSS : Decoder mode
22	16	18	RXINP	Receiver input pin. Receives waveform from the detect circuit
23	17	19	TX/RX OUT	In encoder mode, this pin will transmit waveform; in decoder mode, this pin will switch to LOW if comparison is OK
24	18	20	VDD	The positive power supply of UM3758

Control

Functional Description

General

The operating mode of the UM3758 series is controlled by the MODE pin. When the "MODE" pin is connected to V_{DD} the circuit will automatically switch to encoder mode, then "TX/RX OUT" pin acts as data out pin and "RX INP" pin act as an idle pin. When "MODE" pin is connected to V_{SS} the circuit will switch to decoder mode, then "TX/RX OUT" pin will switch to LOW if comparison is OK, otherwise this pin will keep HIGH, and "RX/INP" receives waveform from detect circuit.

Encoder Mode

The encoder mode is selected by connecting "MODE" pin to V_{DD}.

The transmit sequence is initiated by the power connection and continuously transmits till power down. Each transmitted address bit is encoded into address

pulses (see Fig. 1). A logic zero is encoded as two consecutive long pulses, a logic one as two consecutive short pulses and an open as a long pulse followed by a short pulse. Each transmitted data bit is encoded into logic zero or one and the data pulse is the same as the address pulse (see Fig. 1), i.e., the state of data pin is either one or zero. The data is one when connected to V_{DD} or open and zero when connected to V_{SS}.

The UM3758-180A samples the 18 bit tri-state address and encodes this parallel address data for transmitting. These 18 address pins may be in either of three states (0, 1, open) allowing $3^{18} = 387,420,489$ possible combinations then the UM3758-120A provides 12-bit address and allows $3^{12} = 531,441$ possible combinations.

The UM3758-108A/B and UM3758-084A/B provide address bits and data bits, as described in Table 1.

Part Number	Address Bits	Address Combinations	Data Bits	Data Combinations
UM3758-108A/ B/AM/BM	10	59,049	8	256
UM3758-084A/ B/AM/BM	8	6,561	4	16

Table 1

Decoder Mode

The decoder mode is selected by connecting "MODE" pin to V_{SS}.

The decoder receives the serial data from the detect circuit and outputs the comparison result or data, if it is valid. The received data may include two types — without data and with data.

For decoder without data ICs, such as UM3758-180A and UM3758-120A the address word is examined bit by bit as received; if two successive address words match the address bits of decoder, the "TX/RX OUT" pin will switch to LOW and two successive unmatched address words will cause "TX/RX OUT" pin to return to HIGH (see Fig. 3-1).

For decoder with data IC, such as UM3758-108A/B and UM3758-084A/B, the address word with data word are examined bit by bit as received. The first 10 bits

(ex. UM3758-108A/B) are assumed to be address bits. If the address bits match the address bits from detect circuit, the next eight data bits are stored and matched to the last valid data stored. When the second word with data is received, the address bits must match again, and if it does, the data bits are checked against the previous stored data bits. If the two words (eight bits data each) of data match, the data is transferred to the output data pins (D1, D2 to D8). If the decoder is momentary type, the data pins will latch the data till the "TX/RX OUT" pin switches to HIGH; for latch decoder, the data pins will latch the data till the next valid data appears (see Fig. 3-2). Although the address bits are tri-state (0, 1, open), the data information must be either one or zero. An open state will be decoded as a logic one. The above table (Table 1) also describes these (decoder with data).

Timing Waveforms

Tri-State Encoded Pulses

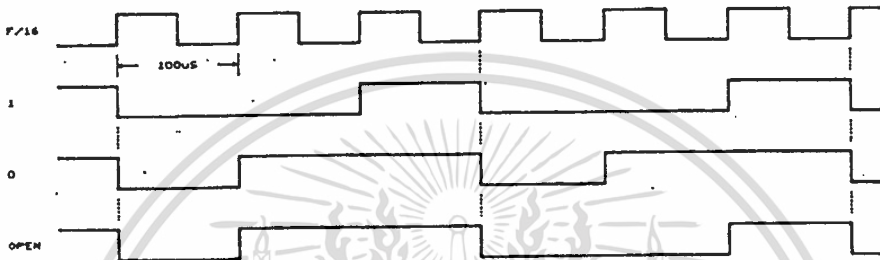


Fig. 1

Encoder Mode

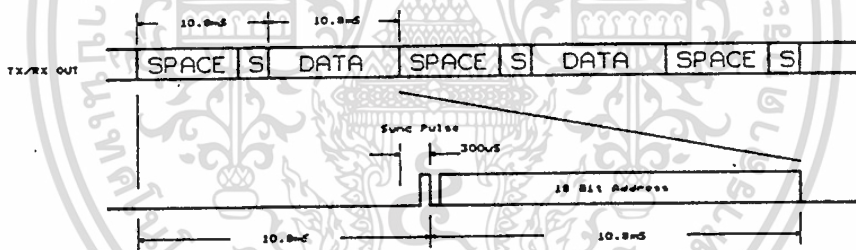


Fig. 2

Decoder Mode (without data):

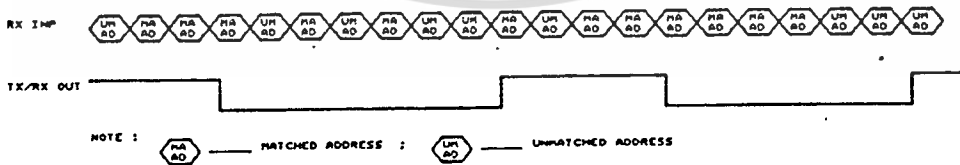
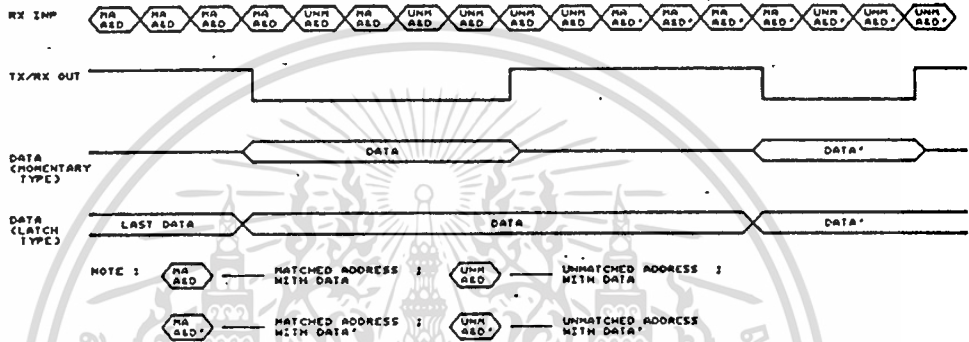
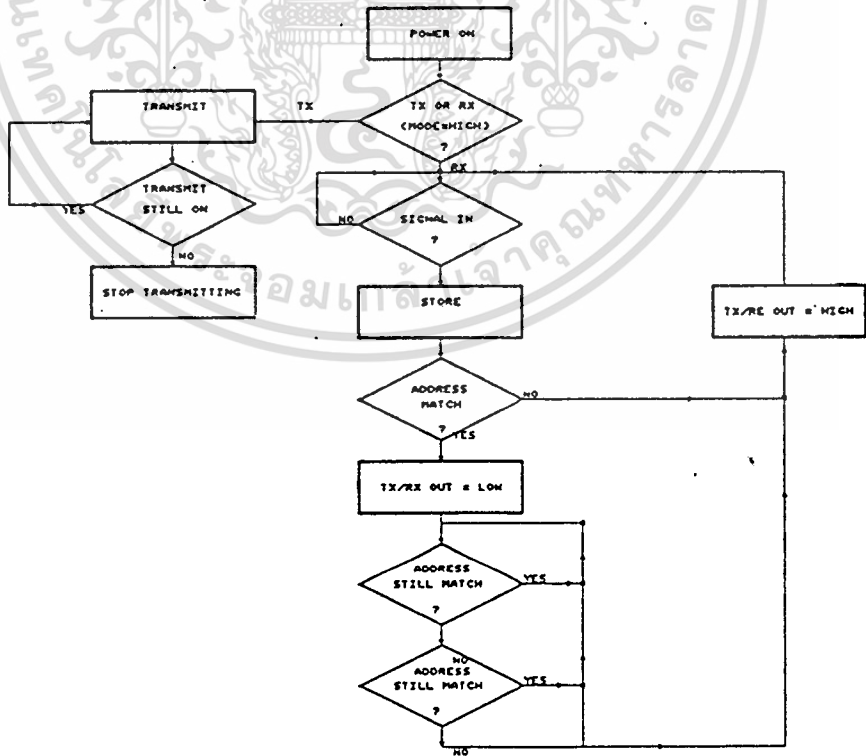
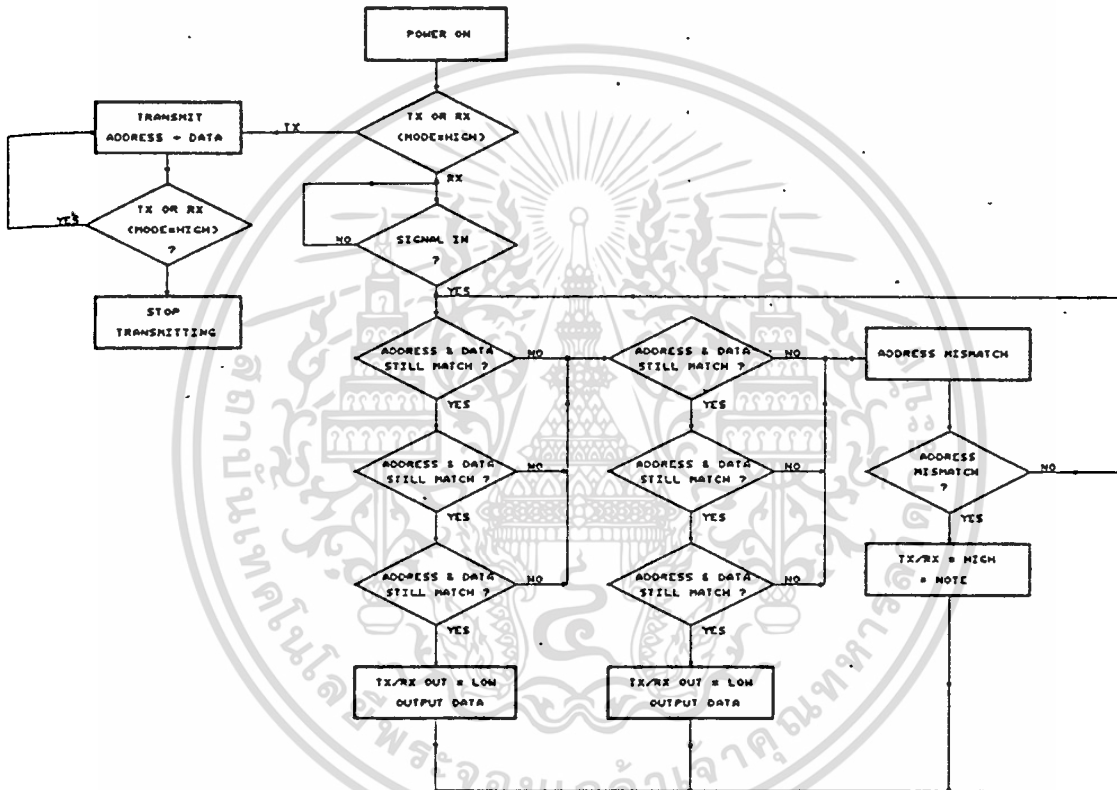


Fig. 3 -1

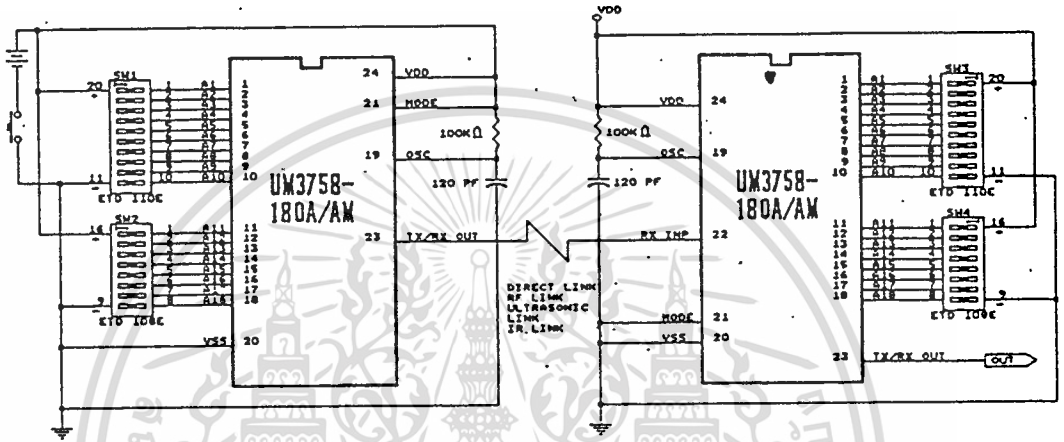
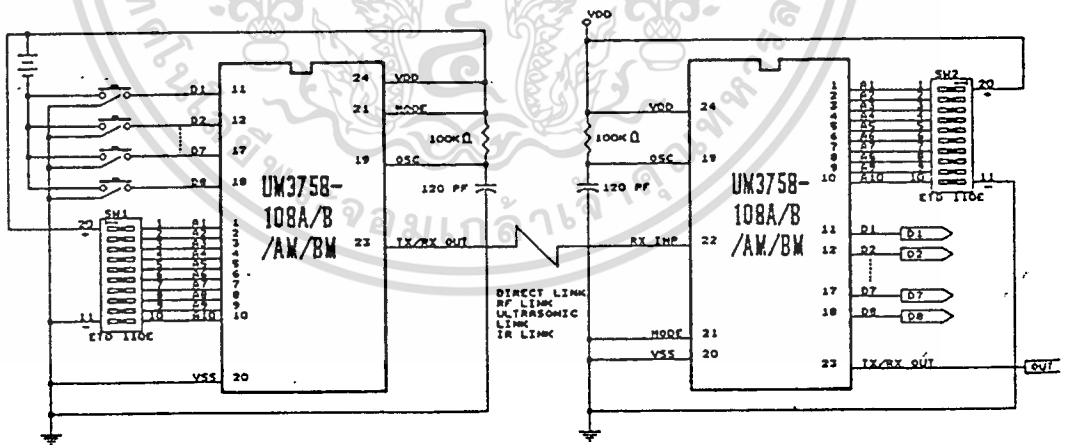
Timing Waveforms (Continued)
Decoder Mode (with data) :

Fig. 3-2
UM3758 Operation Flowchart (without data bit)


UM3758 Operation Flowchart (with data bit)


* Note : For LATCH Type ————— Keep current data
 For MOMENTARY Type ——— All Data fall to LOW

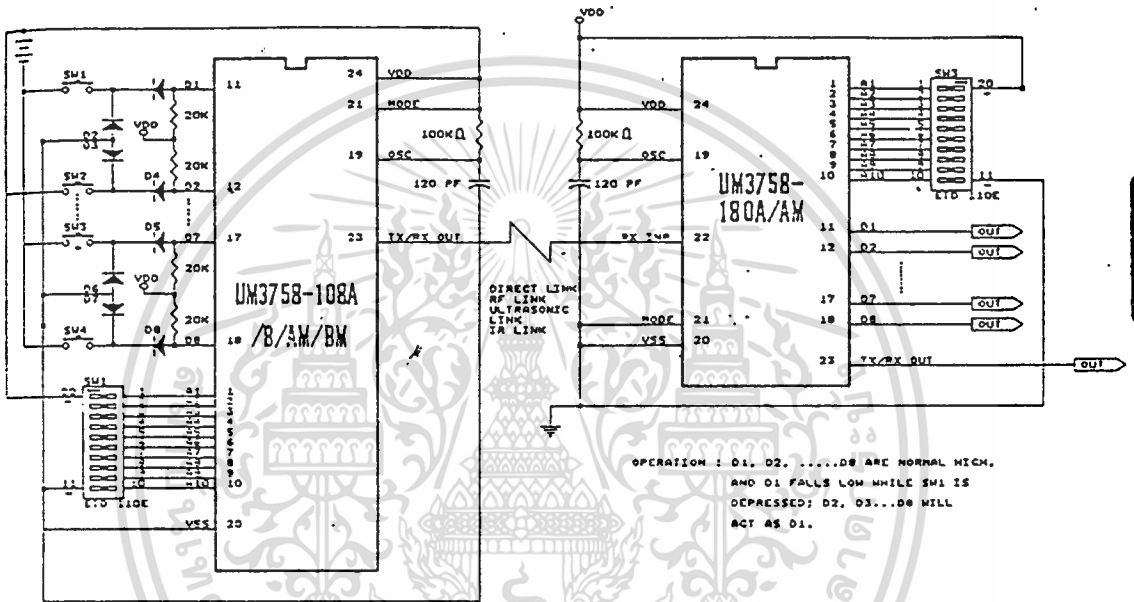
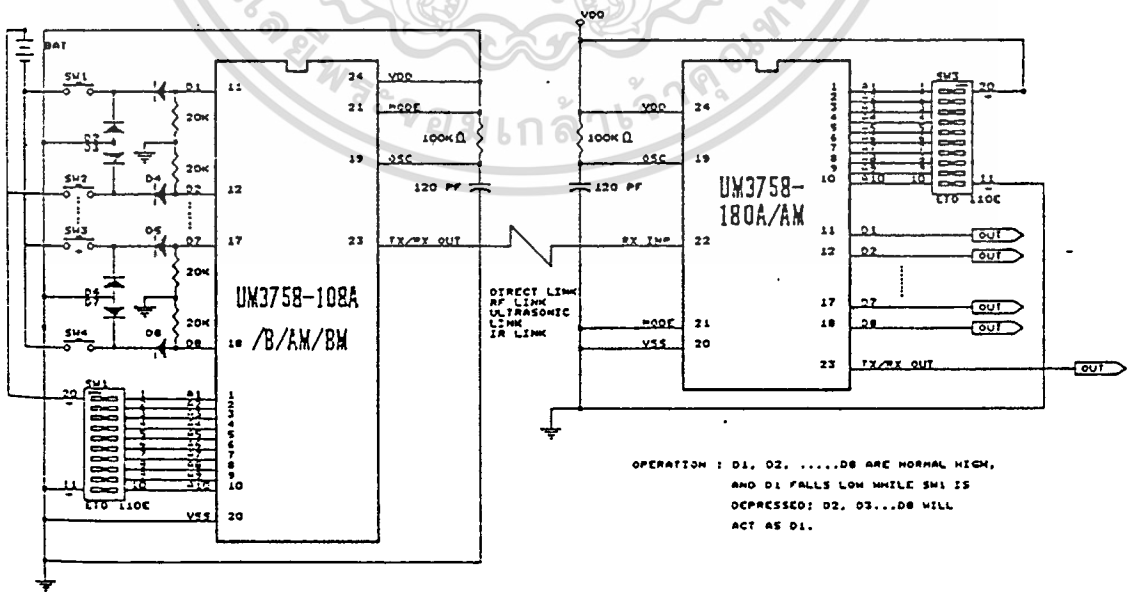
* Address MISMATCH INCLUDES * NO SIGNAL IN *

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Circuit (without data bit)

Application Circuits (with data bit)
(A) Use Three-Contact Pushbutton


Note: ETD 108E — 8-Pin Tri-State DIP switch made by EXCEL CELL ELECTRONIC CO., LTD. IN TAIWAN R.O.C.

ETD 110E — 10-Pin Tri-State DIP switch made by EXCEL CELL ELECTRONIC CO., LTD. IN TAIWAN R.O.C.

Application Circuits (Continued)
(B) Use Normal Two-Contact Pushbutton
(B) — 1 Application Circuit with Data Bit High to Low

(B) — 2 Application Circuit with Data Bit Low to High


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ordering Information

Part No.	Addresses	Data	Data Output Type	Package Type
UM3758-180A	18	0	—	24L DIP
UM3758-180AM	18	0	—	24L SOP
UM3758-108A	10	8	LATCHED	24L DIP
UM3758-108AM	10	8	LATCHED	24L SOP
UM3758-108B	10	8	MOMENTARY	24L DIP
UM3758-108BM	10	8	MOMENTARY	24L SOP
UM3758-120A	12	0	—	18L DIP
UM3758-120AM	12	0	—	20L SOP
UM3758-084A	8	4	LATCHED	18L DIP
UM3758-084AM	6	4	LATCHED	20L SOP
UM3758-084B	3	4	MOMENTARY	18L DIP
UM3758-084BM	8	4	MOMENTARY	20L SOP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ถ้าไม่ได้รับความช่วยเหลือจาก อาจารย์ เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ ที่ให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหามากมาย ด้วยดีมาตลอด และขอขอบคุณ อาจารย์ วินัส จันท์ครบ อาจารย์ ประจำภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์ ที่ให้คำปรึกษาด้านเครื่องรับ-ส่งวิทยุ และภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมฯ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้เอื้อเฟื้อเรื่องสถานที่ และเครื่องมืออำนวยความสะดวกงานนี้ให้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ธวัชชัย เลื่อนฉวี, "ดิจิตอลเทคนิค", ห้างหุ้นส่วนจำกัด การพิมพ์, 220 หน้า, 2532
2. นรินทร์ เนาวประทีป, "การปฏิบัติงาน Z-80", ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์, 283 หน้า, 2531
3. ประสิทธิ์ ประพัฒน์มงคลการ, "หลักการระบบสื่อสาร", หจก. เอช-เอ็น การพิมพ์, 383 หน้า, 2533
4. พิพัฒน์ เลาสงคราม, "ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-48 MCS-51", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 299 หน้า, 2536
5. ยืน ภู่วรรณ, "การสื่อสารข้อมูลและไมโครคอมพิวเตอร์เน็ตเวิร์ค", สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น
6. ยืน ภู่วรรณ, "ทฤษฎีและการประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80", สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2533
7. สุชาติ กังวารจิตต์, "หลักการทางานเครื่องรับส่งวิทยุ และระบบวิทยุสื่อสาร", หจก. เอช-เอ็น การพิมพ์, 386 หน้า, 2532
8. สุริยัน ศรีสวัสดิ์กุล, "ระบบสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์", ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 208 หน้า
9. Frank R.Dungar, "Electronic Communication System", Delmar, 1987
10. Kenneth J.Ayala, "The 8051 Microcontroller", West Publishing Company, 241 p., 1991
11. Wayne Tomasi, "Advanced Electronic Communications Systems", Simon & Schuster Company, 414 p., 1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้