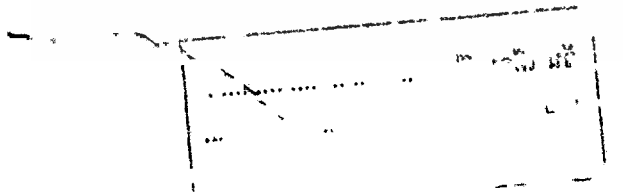
ระบบแสดงผลไร้สาย

REMOTE DISPLAY

โดย

นายวิทยา ครีตะ

นายศรณัฏฐ์ ปโมชนียกุล



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแสดงผลไร้สาย

REMOTE DISPLAY

โดย

วิทยา ศรีตะ 34106328

ศรณ์ภูฐ์ ปโมชนียกุล 34107356

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. รัตติกร วรากูลศิริพันธ์

วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบแสดงผลไร้สาย

ผู้จัดทำ

1.นาย วิทยา ศรีตะ 34106328

2.นายศรณัฏฐ์ ปโมชนียกุล 34107356

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. รัตติกร วรากูลศิริพันธ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแสดงผลไร้สาย

วิทยา ศรีตะ 34106328
ศรณัฏฐ์ ปโมชนียกุล 34107356
ดร. รัตติกร วรากูลศิริพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ออกแบบและสร้างต้นแบบของเครื่องรับส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุโดยใช้วิธีการมอดูเลตแบบ FSK เพื่อส่งข้อมูลการแสดงผลไปให้ตัวแสดงผล เพื่อทำการแสดงผลข้อมูลออกมา ในการรับส่งข้อมูลมีการใช้โปรโตคอลควบคุมทำให้สามารถส่งข้อมูลในรูปแบบกระจาย(Boardcast network)ได้ โดยฝ่ายรับจะรับเฉพาะข้อมูลที่ตรงกับหมายเลขของตัวเองเท่านั้น ซึ่งทำให้สามารถใช้ช่องสัญญาณได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REMOTE DISPLAY

Vittaya Sreeta 34106328

Soranat Pamochaneeyakun 34107356

Dr. Ruttikorn Warakulsiripunth Advisor

1994

Abstract

This project presents how to design and construct a receiver-transmitter prototype using FSK modulator to send data for display. The transmittion use protocol which allows data transfer in form of boardcast network. The receiver will receive only it's data. This method is very efficient in the use of communication channal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

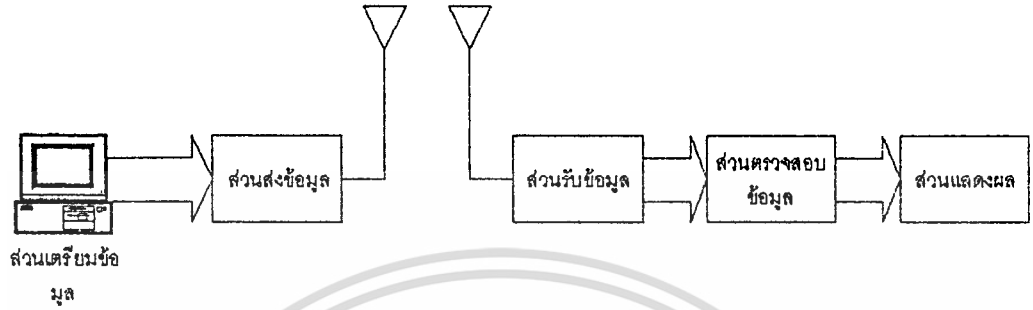
สารบัญ

	หน้า
บทที่ ๑ โครงสร้างของระบบ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้น	2
2.1 ทฤษฎีการสแกน	2
2.2 การส่งข้อมูลอนุกรม	2
2.3 การอินเตอร์เฟส RS-232 C	5
2.4 การส่งข้อมูลแบบขนาน	9
2.5 โปรโตคอล	10
2.6 การส่งสัญญาณดิจิตอลแบบแบนด์พาส	10
2.7 การดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลแบบไบนารี	14
2.8 ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ	16
2.9 โครงสร้างของ 8051	18
2.10 8255 PPI	33
บทที่ 3 แนวทางการออกแบบ	41
3.1 การออกแบบส่วนวงจร	41
3.2 การออกแบบในส่วนโปรแกรม	52
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	68
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	72
ภาคผนวก	73
กิตติกรรมประกาศ	84
เอกสารอ้างอิง	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1.
โครงสร้างระบบ

ระบบแสดงผลไร้สาย(REMOTE DISPLAY) มีโครงสร้างโดยรวมของระบบดังรูป



รูปที่ 1. แสดงโครงสร้งโดยรวมของระบบทั้งหมด

ซึ่งสามารถแบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ดังนี้

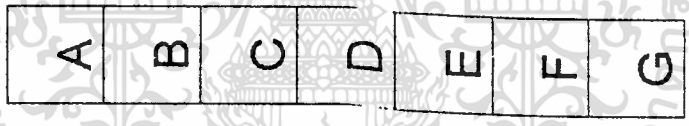
1. ส่วนเตรียมข้อมูล เป็นส่วนที่ทำงานโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ส่วนนี้จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ส่งผ่านเข้าทางแป้นพิมพ์(keyboard) และทำการนำข้อมูลมาจัดรูปแบบตามที่ได้กำหนดไว้ แล้วทำการส่งข้อมูลไปยังส่วนส่งข้อมูลโดยผ่านทาง พอร์ตอนุกรม(serial port) RS232C ในลักษณะ ASYNCRONUS
2. ส่วนส่งข้อมูล จะรับสัญญาณจากพอร์ตอนุกรม RS232C จากส่วนเตรียมข้อมูล และทำการมอดูเลตข้อมูลโดยวิธี FREQUENCY SHIFT KEYING แล้วทำการส่งออกอากาศต่อไป มีส่วนประกอบดังรูป
3. ส่วนรับข้อมูล จะรับสัญญาณ FREQUENCY SHIFT KEYING เข้ามาแล้วทำการดีมอดูเลตสัญญาณ ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ASYNCRONUS แล้วทำการส่งให้ส่วนตรวจสอบข้อมูลต่อไป
4. ส่วนตรวจสอบข้อมูล จะนำข้อมูลที่ได้จากส่วนรับข้อมูลมาตรวจสอบตำแหน่ง (ADDRESS) ที่มากับข้อมูลว่าตรงกับเครื่องรับหรือไม่ หากตรงกันก็จะเก็บข้อมูลไว้และทำการตรวจความผิดพลาดของข้อมูล หากไม่มีการผิดพลาดก็จะส่งไปให้ส่วนแสดงผลต่อไป
5. ส่วนแสดงผล จะนำข้อมูลที่ได้จากส่วนตรวจสอบข้อมูลมาแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2.
ทฤษฎีเบื้องต้น

2.1ทฤษฎีการสแกน

การแสดงผลโดย LED หลักการสำคัญอยู่ที่การสแกน(scan) ซึ่งการสแกนเราสามารถทำได้สองวิธี คือ การ สแกนทางคอลัมน์ กับการสแกนทางโรว์ โดยการสแกนทางคอลัมน์จะทำการส่งข้อมูลออกทางโรว์ โดยส่งข้อมูลที่ 1 ออกไป แล้วให้คอลัมน์ที่ 1แอคทีฟ เสร็จแล้วส่งข้อมูลตัวที่ 2 ออกไป ให้คอลัมน์ที่ 2 แอคทีฟ ทำเช่นนี้ต่อไปจนครบ จะเป็นการสแกนครบ 1รอบ ดังนั้นถ้าจำนวนหลักที่จะแสดงผลออกมามีมาก วิธีนี้จะไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน เพราะเมื่อให้ LED ในคอลัมน์ที่ 1 ติด กว่าที่ LED ที่คอลัมน์สุดท้ายจะติดต้องใช้เวลานาน ส่วนการสแกนทางโรว์ จะทำการส่งข้อมูลออกไปทางคอลัมน์ โดยการส่งข้อมูลออกไปจนครบหมดทุกหลักก่อน แล้วใช้โรว์ที่ 1แอคทีฟ จากนั้นส่งข้อมูลชุดถัดไปจนครบหมดทุกหลัก แล้วให้โรว์ที่ 2 แอคทีฟ ทำเช่นนี้จนการ สแกนครบหมดทุกโรว์ จะเป็นการสแกนครบ 1 รอบ วิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรได้หลายหลัก และถ้าจำกัดเวลาได้เหมาะสมจะไม่ทำให้เกิดการพริ้ว แต่มีข้อเสียคือการเขียนโปรแกรมควบคุมทำได้ยาก โดยเฉพาะการควบคุมทำให้อักษรเลื่อน ในโครงงานนี้เนื่องจากเราต้องแสดงผลข้อความจำนวน 72 หลัก จึงใช้วิธีการสแกนทางโรว์



รูปที่ 2.1.1 แสดงรูปแบบข้อมูลในการแสดงผล

2.2การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การส่งข้อมูลแบบอนุกรมมี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แบบอะซิงโครนัส(Asyncronous)
2. แบบซิงโครนัส

การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือ การส่งข้อมูลจะเริ่มต้นส่งที่เวลาใดก็ได้ และช่วงเวลาระหว่างข้อมูลแต่ละตัวไม่มีความแน่นอน

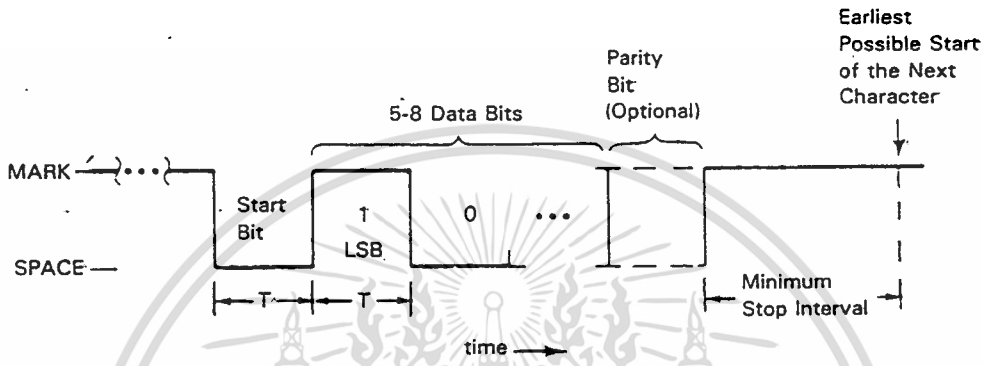
การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส คือ การส่งข้อมูลที่เวลาว่างระหว่างข้อมูลแต่ละ byte จะถูกกำจัดออกไป bit แรกของข้อมูลจะถูกส่งตามหลัง bit สุดท้ายของข้อมูลตัวที่ส่งมาก่อนนั้นแล้วอย่างต่อเนื่อง นั่นก็คือ บนสายส่งข้อมูลนั้น จะต้องมีอะไรถูกส่งออกมาเสมอ และถ้ามีช่วงเวลาที่อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมสายไม่มีอะไรเป็นพิเศษที่จะส่ง ช่วงเวลานี้ก็จะต้องถูกเติมอักษรข้อมูลที่ไม่ใช่อักขระ ซึ่งกำหนดจุดมุ่งหมายพิเศษเฉพาะเพื่อจะใช้รักษาความเป็นซิงโครนัสของสายส่งสัญญาณนั้นไว้

2.2.1รูปแบบของข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

จากรูป เป็นภาพทั่วไปของตัวอักษรแบบอะซิงโครนัส เวลาจะผ่านไปในลักษณะเคลื่อนไปสู่ด้านขวามือของหน้ากระดาษ สถานะของสายการสื่อสารแบบไบนารี จะเรียกว่า มาร์ค((mark) และสเปซ (space) ซึ่งคือ 1 และ 0 นั่นเอง



รูป 2.2.1 ภาพทั่วไปของสัญญาณอักษรอะซิงโครนัส

ในช่วงเวลาระหว่างตัวอักษร สถานะของสายส่งสัญญาณจะถูกเก็บรักษาไว้ให้มีค่าเป็น mark และโดยคำนิยามของการส่งสัญญาณแบบอะซิงโครนัส การส่งตัวอักษรสามารถเริ่มจากเวลาใดก็ได้เมื่อสายว่าง แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ จะต้องมีสภาวะบางอย่างที่จะใช้บอกให้กับเครื่องรับให้รู้ว่า ในช่วงเวลาใดกำลังมีข้อมูลตัวอักษรปรากฏอยู่บนสาย สภาวะที่ใช้บอกนั้นคือบิทเริ่มต้น (start bit) บิทเริ่มต้นนี้ไม่ใช่บิทข้อมูล แต่เป็นสัญญาณควบคุม (control signal) ที่จุดเริ่มต้นของ "บิทเริ่มต้น" นี้ สถานะของสายส่งข้อมูล จะเปลี่ยนจากมาร์คเป็นสเปซ และจะถูกรักษาให้อยู่ในสถานะสเปซนี้ตลอดช่วงเวลาที่จำกัด T ค่าหนึ่ง ที่เรียกว่า เวลาบิท (bit time)

ถัดจากบิทเริ่มต้นไปทันทีนั้นจะเป็นบิทข้อมูลตัวอักษร ซึ่งจะเป็นเนื้อหาข้อมูลของตัวอักษรแต่ละตัวที่ถูกส่ง ลิทที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (least significant bit) ซึ่งนิยมเขียนย่อว่า LSB จะถูกส่งตามบิทเริ่มต้น ก่อนเป็นลำดับแรก แต่ละช่วงเวลาของบิทข้อมูลจะมีความยาวเท่ากับ T ซึ่งเท่ากับช่วงเวลาของบิทเริ่มต้น เวลาบิท T นี้เป็นค่าพารามิเตอร์พื้นฐานที่สำคัญของสายการสื่อสาร อัตราการส่งข้อมูล (data rate) ของสายการสื่อสารในหน่วย บิทต่อวินาที สามารถคำนวนได้โดยความสัมพันธ์ต่อไปนี้คือ

อัตราส่งข้อมูล = 1/T (บิท/วินาที : b/s) (2.1)

อัตราส่งข้อมูล (b/s) นี้มักจะถูกอ้างถึงว่าคือ อัตราบอด (baud rate) ของสายการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า ค่าสถานะของบิทข้อมูลนั้นจะเกิดขึ้นต่อเนื่องกัน ดังนั้นถ้าข้อมูลแต่ละบิทมีค่าเหมือนกัน ก็จะไม่มีสภาวะที่จะทำให้เราสังเกตรอยต่อประสานระหว่างแต่ละบิทได้เลย มันมีเพียงความรู้ที่ว่า เวลาบิท T เป็นตัวกำหนดว่า บิทนั้นเมื่อเริ่มต้นแล้วจะไปสิ้นสุดที่ใด

สำหรับความยาวตัวอักษร จะอยู่ระหว่าง 5-8 บิทข้อมูล และจะมีบิทเพิ่มขึ้นมาทำหน้าที่ตรวจสอบความผิดพลาดอีก 1 บิทคือ พาริตีบิท (parity bit) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

พาริตีคู่ (even parity)

ทำการกำหนดค่าพาริตีโดยการนับจำนวนของบิทข้อมูลที่มีสถานะเป็นมาร์ค สถานะของพาริตีบิทจะถูกจัดให้เป็นมาร์ค หรือ สเปซ เพื่อทำให้จำนวนบิททั้งหมดรวมทั้งพาริตีบิทมีจำนวนที่เป็นมาร์ครวมกันแล้วเป็นเลขคู่ (การนับนี้ไม่รวมบิทเริ่มต้น)

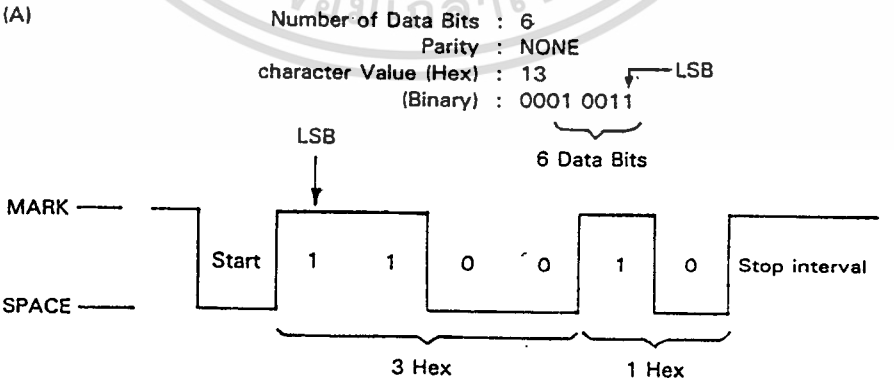
พาริตีคี่ (odd parity)

มีหลักการคล้ายกับหลักการแรก ต่างกันแต่การเลือกค่าของพาริตีบิทนั้น จะทำให้จำนวนของบิทที่เป็นมาร์ค ในจำนวนบิทที่รวมกันแล้วมีค่าเป็นจำนวนคี่แทนที่จะเป็นจำนวนคู่

และจะต้องให้เครื่องรับและเครื่องส่งใช้ระบบการตรวจพาริตี เป็นระบบเดียวกัน

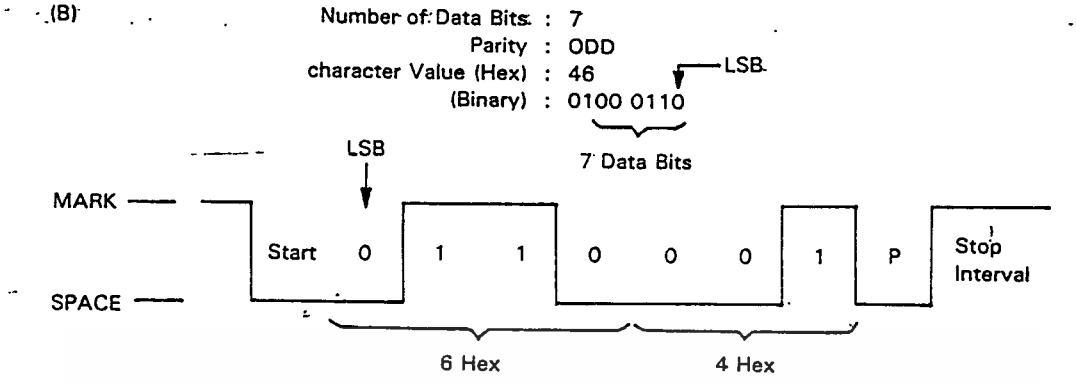
เมื่อสิ้นสุดบิทสุดท้ายแล้ว สถานะของสายส่งข้อมูลก็จะถูกบังคับกลับเป็นมาร์คอีกครั้ง นี่คือการเริ่มต้นของช่วงการหยุด (stop interval) หรือ "บิทสิ้นสุด" (stop bit) มันจะเป็นจุดเริ่มต้นของเวลาว่าง (idle time) ระหว่าง การส่งตัวอักษรแบบอะซิงโครนัส แต่เพื่อเป็นการประกันว่าจะมีการเปลี่ยนสถานะของสายจากมาร์คเป็นสเปซในการเริ่มต้นของบิทเริ่มต้นของการส่งตัวอักษรตัวใหม่ นั้นก็จะเกิดความจำเป็นที่จะต้องจัดค่าช่วงการหยุดจากท้ายสุดของบิทสุดท้ายของตัวอักษรตัวเก่าให้เกิดมีขึ้น

2.2.2 ตัวอย่างรูปคลื่นของการส่งแบบอะซิงโครนัส

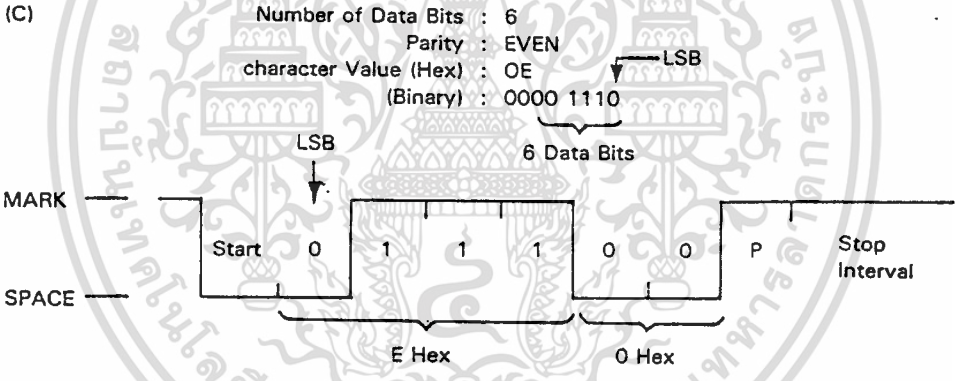


รูป 2.2.2 ตัวอย่างรูปคลื่นของอักษรอะซิงโครนัส 6 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2.3 ตัวอย่างรูปคลื่นของอักษรอะซิงโครนัส 7 บิทที่มีพาริตี้บิท



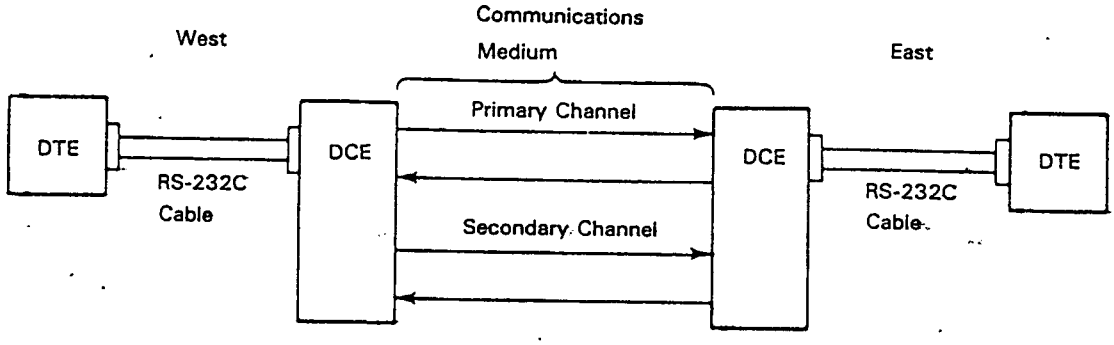
รูป 2.2.4 ตัวอย่างรูปคลื่นของอักษรอะซิงโครนัส 6 บิทที่มีพาริตี้บิท

2.3 การอินเตอร์เฟส RS-232 C

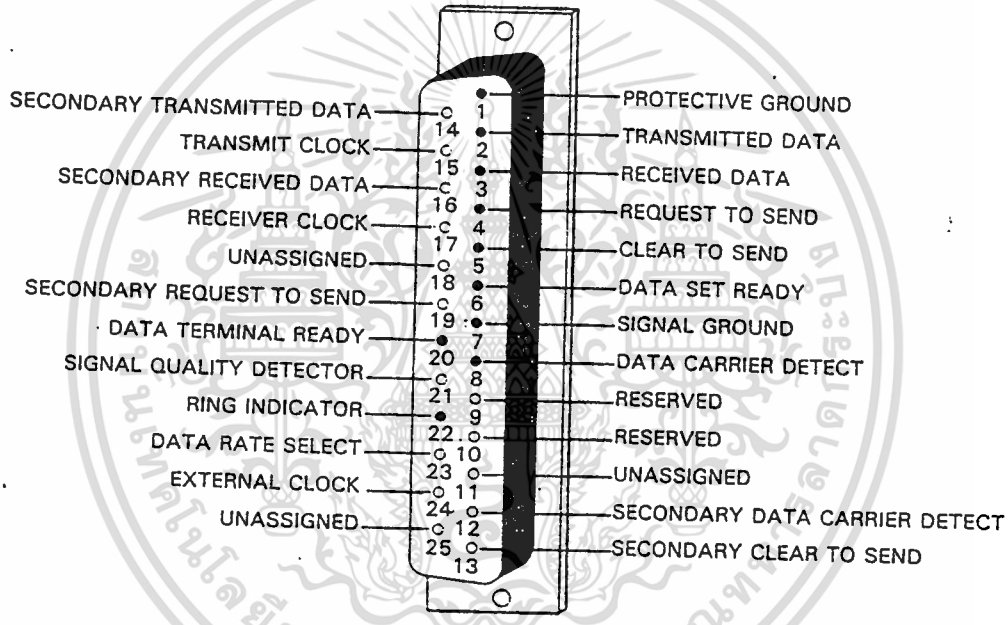
2.3.1 แบบจำลองของวงจรการสื่อสารแบบ RS-232 C

ข้อกำหนดตาม RS-232 C นั้น บอกถึงการเดินสายในเคเบิลที่ต่อระหว่าง DTE กับ DCE เป็นเคเบิลที่ต่อกับปลั๊ก 25 ขา ที่เสียบเข้ากับคอนเนคเตอร์ "serial port" ที่หลัง PC หรืออุปกรณ์ปลายทางต่าง ๆ ปลั๊กนี้มีลักษณะดังแสดงในรูป ประการแรกข้อกำหนดจะกำหนดระดับโวลเตจและคุณสมบัติทางไฟฟ้าอย่างอื่นของสายในเคเบิล พร้อมทั้งอธิบายหน้าที่ของมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3.1 แบบจำลองของวงจรการสื่อสารที่ใช้ RS-232C

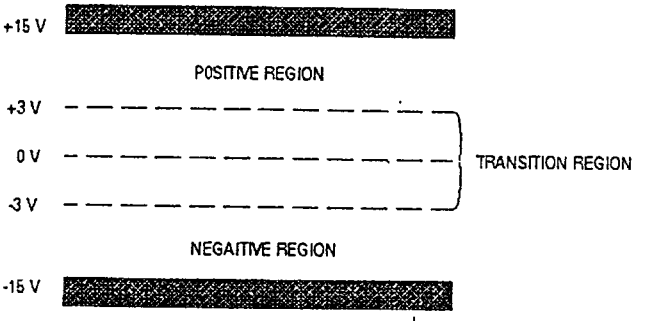


รูป 2.3.2 RS-232 C Female Connector

ข้อกำหนดทางไฟฟ้า

มีรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้าบนสายแต่ละสายในเคเบิล RS-232 C คือ ข้อจำกัดเกี่ยวกับโวลเตจจึงถูกกำหนดลงในสองบริเวณดังแสดงในรูป บริเวณบวก (positive region) อยู่ระหว่าง +3 โวลท์ DC ถึง +15 โวลท์ DC และบริเวณลบ (negative region) อยู่ระหว่าง -3 โวลท์ ถึง -15 โวลท์ DC บริเวณระหว่าง -3 โวลท์ ถึง 3 โวลท์ ถือเป็น บริเวณเปลี่ยนถ่ายสถานะ (transition region) มีข้อกำหนดให้สัญญาณจะมีสถานะอยู่ในบริเวณนี้ได้ไม่เกิน 1 มิลลิวินาที ในบริเวณเปลี่ยนถ่ายสถานะนี้จะไม่มีการกำหนดสถานภาพให้กับสัญญาณแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3.3 ระดับโวลท์เตจของสัญญาณที่ RS-232 C กำหนดใช้

บริเวณเหล่านี้ใช้เกี่ยวพันกับสถานะไบนารีของสายสัญญาณในลักษณะที่เป็นเอกเทศ การแปลความหมายของระดับโวลเตจขึ้นอยู่กับหน้าที่ของสาย ซึ่งกำหนดแบ่งเป็นไปตามตารางที่

ตารางที่ 2.3.1 หน้าที่ของสายและความหมายของโวลท์เตจที่กำหนดให้

WIRE FUNCTION	VOLTAGE LEVEL	
	Positive	Negative
data	SPACE (0)	MARK (1)
Modem Control & Timming	On (asserted)	Off (negated)

RS-232 C นั้นจำกัดค่าความจุไฟฟ้าของสายสัญญาณ (วัดเทียบกับกราวด์) อย่างมากสุดคือ 2500 PF สำหรับสายเคเบิลที่มีฉนวนและช่วงว่างระหว่างสายอย่างสามัญทั่วไป สายยาวประมาณ 50 ฟุต จะมีค่าความจุไฟฟ้าประมาณนั้น ดังนั้นถ้าไม่ใช้สายชนิดพิเศษแล้ว ระยะห่างมากสุดระหว่าง DTE และ DCE คือ 50 ฟุต หรือประมาณ 15 เมตร

ขาขั้วต่อ RS-232 C และหน้าที่มีดังนี้

ขาที่ 1 และขาที่ 7 เป็นขากราวด์ โดยขาที่ 1 เป็นกราวด์ของเครื่องเพื่อวัตถุประสงค์หลักในการป้องกันสัญญาณรบกวนโดยรอบ และลดการสอดแทรกของสัญญาณอันจะเกิดมีขึ้นได้ ขาที่ 7 เป็นขากราวด์ซึ่งใช้เพื่อต่อให้เกิดเส้นทางหรือจุดอ้างอิงร่วมกันของสัญญาณทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลสัญญาณนาฬิกา หรือสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ขา 7 นั้นจำเป็นต้องต่อระหว่าง DTE และ DCE เพื่อให้เครื่องทำงานได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin	Signal Name	Direction DTE	Direction DCE	Abbreviation
1	PROTECTIVE (FRAME) GROUND			
2	TRANSMIT DATA	→		XMT
3	RECEIVE DATA	←		RCV
4	REQUEST TO SEND	→		RTS
5	CLEAR TO SEND	←		CTS
6	DATA SET READY	←		DSR
7	SIGNAL GROUND (COMMON RETURN)			GRD
8	CARRIER DETECT	←		CAR_DET
9	–			
10	–			
11	–			
12	SECONDARY CARRIER DETECT	←		SEC_CAR_DET
13	SECONDARY CLEAR TO SEND	←		SEC_CTS
14	SECONDARY TRANSMIT DATA	→		SEC_XMT
15	TRANSMIT CLOCK (DCE SOURCE)	←		XMT_CLK
16	SECONDARY RECEIVE DATA	←		SEC_RCV
17	RECEIVE CLOCK	←		RCV_CLK
18	–			
19	SECONDARY REQUEST TO SEND	→		SEC_RTS
20	DATA TERMINAL READY	→		DTR
21	SIGNAL QUALITY DETECTOR	←		SQD
22	RING INDICATOR	←		RI
23	DATA RATE SELECTOR	→		DR_SEL
24	TRANSMIT CLOCK (DTE SOURCE)	→		XMT_CLK
25	–			

ตาราง 2.3.2 การกำหนดขาของขั้วต่อ RS-232 C

ขาที่ 2 และขาที่ 3 เป็นขาสำหรับส่งและรับข้อมูลตามลำดับ คำว่าส่งหรือรับในที่นี้ให้ยึดเอาตัว CPU หรือ DTE เป็นหลักว่าเป็นผู้ส่งหรือรับ ตามเกณฑ์ของ RS-232 C DTE จะส่งข้อมูลออกมาที่ขา 2 และรับข้อมูลจากขา 3

ขาที่ 4 และ 5 คือขา RTS และ CTS สัญญาณบนขา 4 นั้น DTE ใช้แสดงต่อ DCE เมื่อประสงค์จะส่งข้อมูล สัญญาณ RTS นี้อาจใช้เพื่อเปิดเครื่องโมเด็ม DTE จะไม่ส่งข้อมูลจนกระทั่งได้รับสัญญาณ CTS บนขา 5 จาก DCE ซึ่ง CTS เป็นสัญญาณตอบรับจาก DCE ว่าตัว DCE นั้นพร้อมในการสื่อสารแล้ว ในกรณีที่ DCE มีความพร้อม และเตรียมคลื่นพาห์ที่จะใช้ในการส่งข้อมูลอยู่แล้วก็ไม่มีความจะเป็นที่จะต้องหน่วงเวลาระหว่าง RTS และ CTS

ขาที่ 6 และ 20 เป็นขา DSR และ DTR สัญญาณ DTR นั้น DCE ใช้แจ้ง DTE ให้รู้ว่าโมเด็มได้เปิดเครื่องรออยู่แล้ว และก็ไม่ได้ปฏิบัติตัวอยู่ในโหมดทดลอง (test mode) กล่าวคือ ชุดสื่อสาร (communication set) นั้นเตรียมพร้อมอยู่แล้ว สัญญาณ DTR นั้นใช้เพื่อ DTE แจ้ง DCE ในการพร้อมที่จะตอบรับการสื่อสารที่จะมีผ่านโมเด็มเข้ามาแล้ว

ขาที่ 8 เป็นขาที่ใช้ในการตรวจจับการรับสัญญาณจากสาย บางครั้งอาจเรียกว่า data carrier detect แทนคำว่า carrier detect ที่ใช้ในตาราง modem จะทำการยืนยันด้วยสัญญาณ CAR-DET ในเมื่อมันได้รับสัญญาณคลื่นพาห์ที่มีระดับพอเพียงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในการรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTE ส่วนใหญ่ต้องการสัญญาณนี้ ก่อนที่จะมีการยอมส่งหรือรับข้อมูล และด้วยเหตุนี้เอง ในการส่งข้อมูลที่ไม่ผ่านโมเด็ม (การส่งข้อมูลโดยตรงระหว่าง DTE ต่อ DTE) ขาที่ 8 นั้นปรกติจะถูกต่อโดยตรงกับขาที่ 20

ขาที่ 22 เป็นขา RI (Ring Indicator) สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่ DCE บอก DTE ว่า มีการเรียกโทรศัพท์เข้ามาตามสายปรกติ โมเด็มจะถูกออกแบบให้เสมือนต่อโดยตรงอยู่กับสายโทรศัพท์ ในกรณีที่โมเด็มเป็นแบบตอบรับอัตโนมัติ โมเด็มจะมีความสามารถในการตรวจรับสัญญาณเรียกเข้ามาทางโทรศัพท์ได้ และจะส่งสัญญาณ RI สู่ DTE ในขณะที่มีสัญญาณเรียก (ringing tone) เข้ามา และโมเด็มจะทำการตอบรับโดยการจัดวงจรเสมือนมีการยกหูโทรศัพท์รับ เมื่อได้คำสั่งจาก DTE ซึ่งปกติ DTE จะสั่งให้โมเด็มตอบรับการสื่อสารนั้นโดยใช้สัญญาณ DTR ส่งผ่านขาที่ 20

ขาที่ 15, 17, 27 และ 24 นั้นจะใช้เมื่อโมเด็มทำงานส่งแบบซิงโครนัส เพราะโมเด็มทางด้านส่งจะต้องส่งข้อมูลบางอย่าง (0 หรือ 1) ที่แต่ละช่องเวลาบิท (bit time) โมเด็มจะควบคุมจังหวะสัญญาณนาฬิกาจาก DTE และในทำนองเดียวกัน โมเด็มที่ทำหน้าที่รับก็จะต้องส่งบิทข้อมูลและจังหวะสัญญาณนาฬิกาที่ร่วมมาด้วยกันออกมาด้วย ขาที่ 15 และขาที่ 17 จะใช้สนองความต้องการเหล่านี้ และในกรณีที่สัญญาณควบคุมไม่ได้เกิดจากโมเด็มทางด้านเครื่องส่ง เช่นในกรณีที่มีการมัลติเพล็กซ์รวมกับสถานีอื่น จะใช้การควบคุมผ่านขาที่ 24 และสำหรับขาที่ 21 นั้น จะใช้เพื่อแสดงว่าคลื่นพาห์ที่รับเข้ามานั้นมีคุณสมบัติเป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ก่อนแล้ว

ขาที่ 23 ใช้เพื่อส่งสัญญาณเลือกอัตราการส่งสัญญาณข้อมูล ในกรณีที่โมเด็มเป็นแบบชนิดที่สามารถเปลี่ยนอัตราการส่งข้อมูลได้ จะใช้ขาที่ 23 นี้เป็นตัวคอยควบคุม อัตราการส่งข้อมูลที่ใช้นั้นปรกติโมเด็มทางด้านส่งจะเป็นตัวเลือกอัตราการส่งข้อมูลนี้ และจะแจ้งให้ทั้ง DTE ด้านส่งและโมเด็มด้านรับให้บอก DTE ด้านรับอีกต่อหนึ่ง

ขาที่ 12, 13, 14, 16 และ 19 เป็นขาสัญญาณที่ใช้กับช่องสัญญาณรอง โมเด็มบางเครื่องจะมีช่องสัญญาณใช้สองช่องคือช่องสัญญาณหลักและช่องสัญญาณรอง ขาสัญญาณทั้ง 5 ของช่องสัญญาณรองนั้น มีหน้าที่เหมือนกับหน้าที่ทางช่องสัญญาณหลัก ต่างกันแต่ว่าอัตราการส่งสัญญาณทางช่องสัญญาณรองนั้น ปกติมักจะช้ากว่าอัตราการส่งของช่องสัญญาณหลัก และช่องสัญญาณรองนั้นจะมีทิศทางการส่งสัญญาณสวนกันกับทิศทางของช่องสัญญาณหลัก

ลักษณะของข้อมูลที่ส่งผ่านอินเตอร์เฟส RS-232 C นั้นเป็นการส่งแบบลำดับ อาจจะเป็นแบบอะซิงโครนัส หรือแบบซิงโครนัสก็ได้ ขึ้นอยู่กับ DTE

2.4 การส่งข้อมูลแบบขนาน

การส่งข้อมูลแบบขนานนั้น หากอุปกรณ์ทั้ง 2 ตัว มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลไม่เท่ากัน จะต้องมีการตรวจสภาพความพร้อมเพรียงของผู้รับและผู้ส่ง ซึ่งเรียกว่า ระบบ handshanking สัญญาณในระบบ handshanking ที่สำคัญคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
034819

1. Ready/busy

2. Strobe

3. Acknowlage

สำหรับการทำงานจะมีดังนี้

1. ผู้ส่งจะตรวจสอบสัญญาณ Ready/busy ของผู้รับ ซึ่งถ้าหากเป็น LOW ก็คือ ผู้รับพร้อมรับข้อมูล
2. เมื่อพบว่าผู้รับพร้อมรับข้อมูล ก็จะส่งสัญญาณ strobe ไปบอกให้ผู้รับทำการรับข้อมูล
3. เมื่อผู้รับทำการรับข้อมูลเรียบร้อย ก็จะส่งสัญญาณ Acknowlage มาให้แก่ผู้ส่ง

2.5 โปรโตคอล

โปรโตคอล คือชุดของกฎที่มีไว้เพื่อจัดการกับอุปกรณ์ที่ร่วมกันใช้ช่องสัญญาณให้ทำตามกระบวนการสื่อสารอย่างมีลำดับ โปรโตคอลใช้กับการส่งถ่ายข้อมูลในอุปกรณ์ชนิดโหมดบล็อก ซึ่งปกติจะมีอุปกรณ์ปลายทางต่ออยู่ในระบบหลายจุด

หน้าที่หลักของโปรโตคอล

- สร้างกรอบข่าวสาร (framing) หน้าที่คือการแบ่งข่าวสารออกเป็นบล็อก ๆ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนเนื้อหา (text) และส่วนควบคุม มีการกำหนดขนาดของบล็อกที่ยาวที่สุด การแบ่งข่าวสารจะต้องไม่เกินข้อจำกัดเหล่านี้ ส่วนที่เพิ่มมาคือ ข้อมูลควบคุม เช่น BBC และ ฟิลด์ที่อยู่เป็นต้น
- การควบคุมความผิดพลาด มีหน้าที่คือ การตรวจจับความผิดพลาด เช่น การใช้ CRC 16 บิท และการแก้ไขเมื่อมีการตรวจพบความผิดพลาด เช่น การร้องขอให้ส่งสัญญาณข่าวสารกลับมาให้ใหม่ ซึ่งรายละเอียดจะเกี่ยวข้องกันอย่างมากกับประสิทธิภาพของการส่งข้อมูลนั้น ๆ
- การควบคุมสาย คือ ชุดกฎเกณฑ์ ที่ใช้กำหนดว่าอุปกรณ์ตัวใดบนช่องการสื่อสารจะได้รับความยินยอมให้ทำการติดต่อสื่อสารได้ในเวลาที่จะกำหนดให้

- การควบคุมการไหล
- การควบคุมลำดับ

2.6 การส่งสัญญาณดิจิตอลแบบแบนด์พาส

การมอดูเลต(modulate)สัญญาณดิจิตอล เป็นการนำสัญญาณดิจิตอลที่ต้องการส่งไปเปลี่ยนแปลงข่าวสารในสัญญาณคลื่นพาห์ซึ่งก็หมายถึงอาจจะเปลี่ยนขนาด เปลี่ยนความถี่ หรือเปลี่ยนเฟสของสัญญาณคลื่นพาห์(carrier)ให้เปลี่ยนแปลงไปตามสัญญาณดิจิตอลที่เข้ามามอดูเลต การมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลเข้ากับคลื่นพาห์นี้เราสามารถใช้สัญญาณ 1 สัญญาณ หรือ 1 สัญลักษณ์แทนสัญญาณดิจิตอล 1 บิตหรือมากกว่า 1 บิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการพิจารณาว่าการมอดูเลตใดมีประสิทธิภาพในการใช้แบนด์วิดท์มากกว่ากันนั้น จะดูจากอัตราข้อมูลที่ สามารถส่งได้ต่อแบนด์วิดท์ 1 Hz คือ ถ้าให้ R_b bps เป็นอัตราข้อมูลที่ส่งได้โดยใช้แบนด์วิดท์กว้าง B_T Hz ประสิทธิภาพในการใช้แบนด์วิดท์ η_B จะเขียนได้ดังนี้

$$\eta_B = \frac{R_B}{B_T} \text{ bps/Hz} \qquad (2.6.1)$$

ดังนั้นในการมอดูเลตแบบเดียวกันที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเท่ากัน แบบที่ใช้ 1 สัญลักษณ์แทน N บิต ก็จะมีอัตราการส่งข้อมูลเร็วกว่าแบบที่ใช้ 1 สัญลักษณ์แทน 1 บิตอยู่ N เท่า และถ้าแบนด์วิดท์ที่ต้องการของกรณีแรกมากกว่าของกรณีหลังไม่ถึง N เท่า ก็จัดได้ว่าการมอดูเลตแบบแรกมีประสิทธิภาพในการใช้แบนด์วิดท์ดีกว่าแบบหลัง

การมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลจะกระทำได้ 3 แบบหลัก ๆ คือ

1. การมอดูเลตโดยการเปลี่ยนของสัญญาณคลื่นพาห์ หรือเรียกโดยทั่วไปว่า ออน อ๊อฟ คีย์อิง (on-off keying)
2. การมอดูเลตโดยการเปลี่ยนเฟสของคลื่นพาห์(PHASE SHIFT KEYING หรือ PSK)
3. การมอดูเลตโดยการเปลี่ยนความถี่ของคลื่นพาห์(FREQUENCY SHIFT KEYING หรือ FSK)

แต่ใน project นี้ใช้วิธี FSK ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงแต่เฉพาะการมอดูเลตแบบ FSK เท่านั้น

2.6.1 การมอดูเลตโดยการเปลี่ยนความถี่ของคลื่นพาห์

การมอดูเลตโดยการเปลี่ยนความถี่ของคลื่นพาห์ ทำได้ 2 วิธีคือ

1. การใช้สวิทช์ตอบสนองสัญญาณดิจิตอลแล้วทำการเลือกออสซิลเลเตอร์ที่มีความถี่ที่ต้องการเพื่อทำการส่งออกไป จำนวนออสซิลเลเตอร์ที่เตรียมไว้จะต้องเท่ากับจำนวนของสัญญาณการมอดูเลต วิธีนี้เฟสของสัญญาณแต่ละช่วงจะไม่ต่อเนื่องกัน โดยทั่วไปเรียกวิธีการนี้ว่า FSK (Frequency shift keying)
2. โดยการมอดูเลตจากออสซิลเลเตอร์ตัวเดียว ดังนั้นเฟสของสัญญาณจะต่อเนื่อง บางครั้งจึงเรียกว่า CPFSK (continuous-phase frequency shift keying)

เมื่อวิเคราะห์สัญญาณ CPFSK สามารถเขียนในอาณาจักรของเวลาได้ดังนี้

$$X_c(t) = A_c \sum_k \cos(\omega_c t + \theta + a_k \omega_d t) p(t - kD) \qquad (2.6.2)$$

โดยที่ $a_k\omega_d$ เป็นความถี่ที่เลื่อนออกไปจากความถี่คลื่นพาห์ และ a_k แสดงระดับของสัญญาณดิจิตอลโดยมีค่าเป็น $\pm1,\pm2,\pm3,\ldots,\pm(M-1)$ นั่นคือ ความถี่ของสัญญาณที่อยู่ถัดจากกันจะห่างกัน $2f_d$ และถ้าต้องการให้สัญญาณ $x_c(t)$ มีเฟสต่อเนื่องกันตรงรอยต่อระหว่างสัญญาณก็จะทำได้โดยจัดให้ $2\omega_d D = 2\pi N$ โดยที่ N เป็นเลขจำนวนเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการมอดูเลตแบบ FSK หรือ CPFSK นี้ ในกรณีที่สัญญาณดิจิตอลมีมากกว่า 2 ระดับจะไม่สู้มีที่ใช้มากนัก ถ้าเปรียบเทียบกับการมอดูเลตแบบ QAM หรือแบบ PSK ดังนั้นในที่นี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์สเปกตรัมของกรณีสัญญาณดิจิตอล 2 ระดับเท่านั้น ถ้าให้อัตราข้อมูลเป็น R_B bps ตามเงื่อนไขที่จะให้เฟสต่อเนื่องระหว่างช่วงการเปลี่ยนสัญญาณ จะหา f_d ได้ดังนี้

$$f_d = \frac{1}{2D} = \frac{R_B}{2} \qquad (2.6.3)$$

p(t-kD) ซึ่งมีค่าเป็น 1 ในช่วงของ kD ถึง (k+1)D นั้นจะเขียนในรูปของยูนิตสเต็ปฟังก์ชั่นได้ดังนี้

$$p(t-kD) = u(t-kD) - u(t-kD-D) \qquad (2.6.4)$$

เมื่อกระจายสมการ 2.6.2 ให้อยู่ในรูปของส่วนประกอบอินเฟสและส่วนประกอบควอดเดรเจอร์ โดยที่ $a_k = \pm 1$ จะได้ผลดังนี้

$$x_c(t) = A_c \sum_k \left[\cos a_k \omega_d t \cos(\omega_c t + \theta) - \sin a_k \omega_d t \sin(\omega_c t + \theta)\right] p(t-kD) \qquad (2.6.5)$$

และเมื่อพิจารณาค่า $\cos a_k \omega_d t$ และ $\sin a_k \omega_d$ จะได้ว่า ในกรณีที่ $a_k = \pm 1$ นี้จะได้

$$\begin{aligned} \cos a_k \omega_d t &= \cos \omega_d t = \cos(\pi R_B t) \\ \sin a_k \omega_d &= a_k \sin \omega_d t = a_k \sin(\pi R_B t) \end{aligned} \qquad (2.6.6)$$

เมื่อแทนค่าสมการ 2.6.6 ลงในสมการ 2.6.5 จะได้ $x_i(t)$ และ $x_q(t)$ ออกมาในรูปต่อไปนี้

$$\begin{aligned} x_i(t) &= \cos(\pi R_B t) \\ x_q(t) &= \sum_k a_k \sin(\pi R_B t)\left[u(t-kD) - u(t-kD-D)\right] \end{aligned} \qquad (2.6.7)$$

ในการหาความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังของสัญญาณ $x_i(t)$ และ $x_q(t)$ นี้ เราจะใช้สมมุติฐานให้ $x_i(t)$ และ $x_q(t)$ เป็นอิสระกันเชิงสถิติ เมื่อพิจารณา $x_i(t)$ ตามสมการ 2.6.7 จะเห็นได้ว่า $x_i(t)$ ไม่มีลักษณะเป็นสัญญาณแรนดัม เพราะไม่ได้ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณดิจิตอลที่เข้ามา เนื่องจาก $x_i(t)$ อยู่ในรูปของสัญญาณไซน์จึงให้สเปกตรัมแบบเส้นที่ความถี่ $\pm R_B/2$ ดังนั้นเมื่อเขียนความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังของสัญญาณ $x_i(t)$ จะได้ผลดังนี้

$$\left|X_i(f)\right|^2 = \frac{1}{4}\left[\delta(f - \frac{R_B}{2}) + \delta(f + \frac{R_B}{2})\right] \qquad (2.6.8)$$

สำหรับกรณีของสัญญาณ $x_q(t)$ นั้น a_k จะเป็นตัวแปรแรนดัมโดยที่สัญญาณพัลส์มีรูปร่างเป็น $p_q(t-kD) = \sin(\pi R_B t)\left[u(t-kD) - u(t-kD-D)\right]$ แทนที่จะเป็นพัลส์รูปสี่เหลี่ยม การหาความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังของสัญญาณนี้ก็จะทำได้โดยอาศัยหลักการของสัญญาณแรนดัม เนื่องจาก

$$\overline{a_k} = 0 \,, \overline{a_k{}^2} = 1 \qquad (2.6.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ

$$\left|F\left[p_q(t)\right]\right|^2 = \left|P_q(f)^2\right| = \frac{1}{4R_B{}^2}\left[\operatorname{sinc}\frac{\pi(\mathrm{f}-\mathrm{R_B}/2)}{\mathrm{R_B}} + \operatorname{sinc}\frac{\pi(\mathrm{f}+\mathrm{R_B}/2)}{\mathrm{R_B}}\right]^2$$

$$= \frac{4}{\pi^2 R_B{}^2}\left[\frac{\cos(\pi f/R_B)}{(2f/R_B)^2-1}\right]^2$$

(2.6.10)

จากสมการ 2.6.9 และสมการ 2.6.10 นี้ จะสามารถเขียนความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังของส่วนประกอบ $X_q(t)$ได้ดังนี้

$$\left|X_q(f)^2\right| = R_B\left|P_q(f)^2\right| = \frac{4}{\pi^2 R_B}\left[\frac{\cos(\pi f/R_B)}{(2f/R_B)^2-1}\right]^2 \qquad (2.6.11)$$

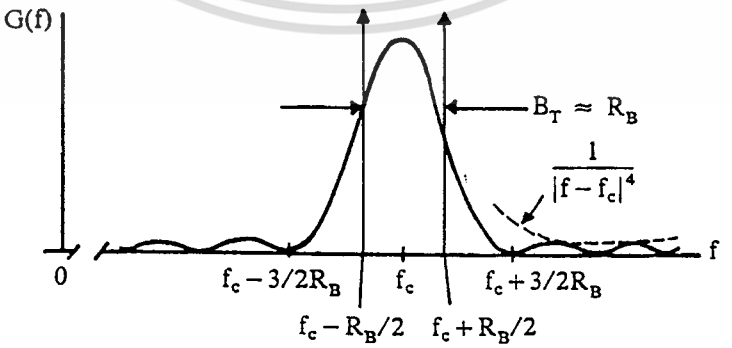
จากสมการ 2.6.9 และสมการ 2.6.11 เราจะสามารถเขียนความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังของสัญญาณรวมได้ในรูปต่อไปนี้

$$G(f) = \frac{A_c^2}{4}\left[\left|X_i(f-f_c)\right|^2 + \left|X_i(f+f_c)\right|^2 + \left|X_q(f-f_c)\right|^2 + \left|X_q(f-f_c)^2\right|\right]$$

$$= \frac{A_c{}^2}{4}\frac{1}{4}\left[\begin{array}{l}\delta(f-f_c-\frac{R_B}{2})+\delta(f-f_c+\frac{R_B}{2})+\delta(f+f_c-\frac{R_B}{2})\\ +\delta(f+f_c+\frac{R_B}{2})\end{array}\right]$$

$$+\frac{A_c{}^2}{\pi^2 R_B}\left[\frac{\cos\{\pi(f-f_c)/R_B\}}{\{2(f-f_c)/R_B\}^2-1}\right]^2 + \frac{A_c{}^2}{\pi^2 R_B}\left[\frac{\cos\{\pi(f+f_c)/R_B\}}{\{2(f+f_c)/R_B\}^2-1}\right]^2$$

(2.6.12)



รูปที่ 2.6.1 แสดงความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังของสัญญาณ CPFSK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6.1 แสดงความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังตามสมการ 2.6.12 นี้ โดยแสดงในความถี่ด้านบวกด้านเดียว ความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังที่ได้นี้จะมีจุดศูนย์กลางคู่แรกที่ตำแหน่ง $f_c \pm 3R_B/2$ ซึ่งกว้างของสัญญาณแบบ ASK และแบบ FSK อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการลดต่ำลงของความหนาแน่นสเปกตรัมกำลังจะแปรตาม $1/|f - f_c|^4$ ดังนั้นจะสามารถอนุโลมให้แบนด์วิดท์ที่ต้องการเป็น $B_T \approx R_B$ เช่นเดียวกับกรณีสัญญาณ ASK และ PSK ได้

2.7 การดีมอดูเลตสัญญาณดิจิตอลแบบไบนารี

2.7.1 ควอดเดรเจอร์ดีเทคชั่น(Quadrature detection)

การดีมอดูเลตสัญญาณ FM แบบควอดเดรเจอร์ดีเทคชั่น เป็นการใช้วงจรแยกแยะเฟส (Phase discriminator) ในการดึงเอาสัญญาณเบสแบนด์ออกมาจากสัญญาณ FM โดยหลักการของวงจรแยกแยะเฟสจะอาศัยหลักการพื้นฐานของการดิฟเฟอเรนซิเอท ซึ่งแสดงให้อยู่ในรูปการประมาณค่าได้ดังนี้

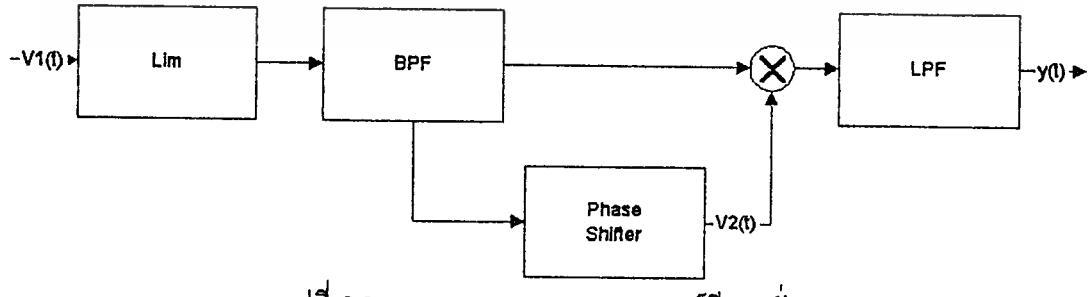
$$\frac{d}{dt}\phi(t) = \frac{1}{\tau}[\phi(t) - \phi(t-\tau)] \quad (2.7.1)$$

ในกรณีของสัญญาณ FM นั้น $\phi(t) = k\int_{-\infty}^{t} m(t)dt$

ดังนั้นจะสามารถได้สมการ

$$[\phi(t) - \phi(t-\tau)] \approx \tau \frac{d}{dt}\phi(t) = k\tau m(t) \quad (2.7.3)$$

ซึ่งจากสมการแสดงให้เห็นว่า หากสร้างสัญญาณ $\phi(t-\tau)$ และสร้างวงจรที่ให้ผลต่างระหว่าง $\phi(t)$ และ $\phi(t-\tau)$ สัญญาณที่ได้ออกมาจะเป็นสัญญาณเบสแบนด์ สำหรับการสร้างสัญญาณ $\phi(t-\tau)$ จะทำได้โดยการใช้วงจรหน่วงเวลาหรือวงจรเฟสชิฟเตอร์แบบเชิงเส้น ส่วนการสร้างสัญญาณ $\phi(t) - \phi(t-\tau)$ ทำโดยการนำสัญญาณ FM เดิมกับสัญญาณ FM ที่ถูกหน่วงมาเข้าวงจรคูณแล้วกรองด้วยฟิลเตอร์ผ่านความถี่ต่ำ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวแสดงตามบล็อกไดอะแกรมดังรูป วงจรลิมิตเตอร์และวงจรผ่านแถบความถี่มีไว้จัดการกับระดับสัญญาณที่อาจจะเปลี่ยนแปลงตามเวลา และให้ผ่านเฉพาะความถี่ที่เกี่ยวข้องตามลำดับ



รูปที่ 2.7.1 แสดงระบบควอดเดรเจอร์ดีเทคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควอดเดรเจอร์ดีเทคชั่น เป็นชื่อเรียกระบบดีเทคชั่นที่ตั้งการหน่วงเวลาของวงจรหน่วงเวลาให้มีค่า τ ที่ทำให้ $\omega_c\tau = \pi/2$ ดังนั้นถ้าให้สัญญาณ FM ที่เข้ามาเขียนได้เป็น $V_1(t) = \cos[\omega_c t + \phi(t)]$ สัญญาณที่ผ่านวงจรหน่วงเวลาก็จะเขียนได้เป็น

$$V_2(t) = \cos[\omega_c(t-\tau) + \phi(t-\tau)] = \sin[\omega_c t + \phi(t-\tau)] \quad (2.7.4)$$

เมื่อคูณสัญญาณ $V_1(t)$ และ $V_2(t)$ ด้วยวงจรคูณแล้วผ่านฟิลเตอร์ผ่านความถี่ต่ำผลที่ได้ออกมาก็จะเขียนได้เป็น

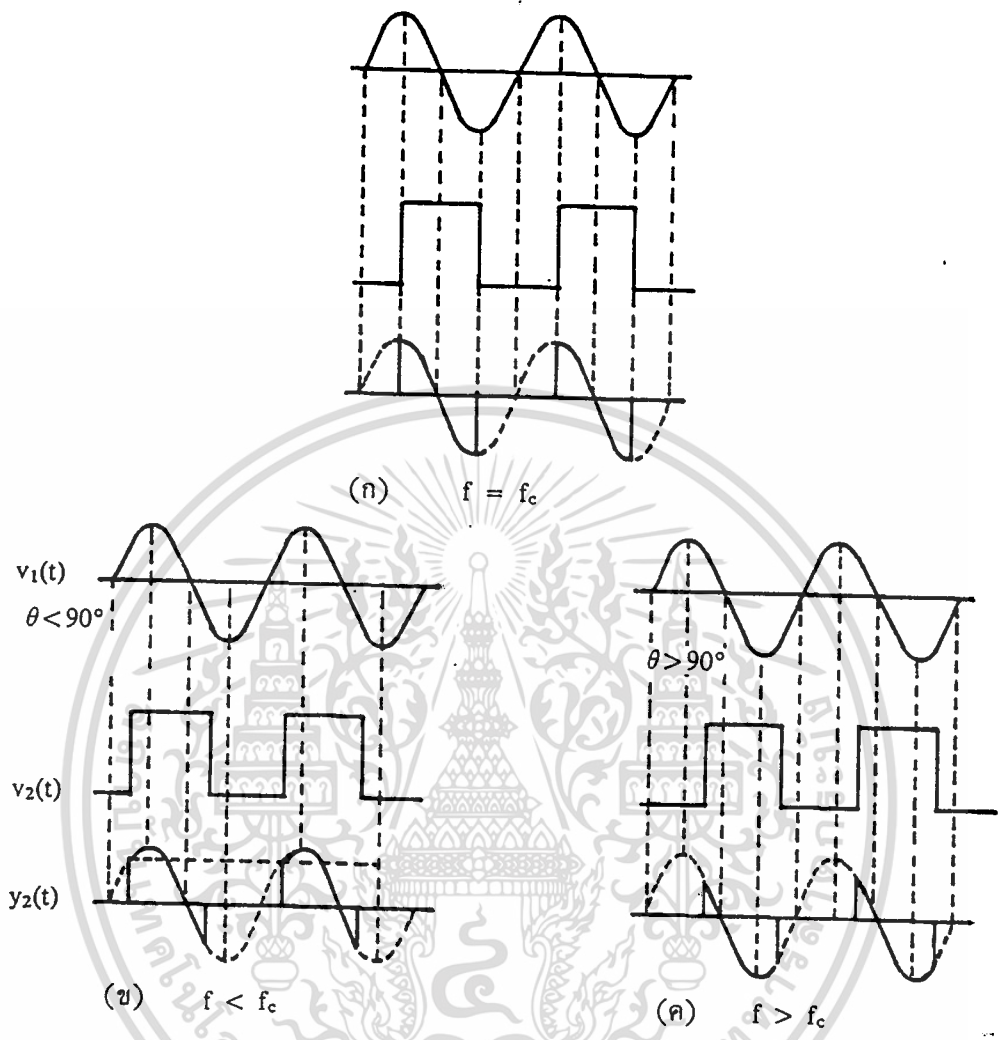
$$y(t) = \sin[\phi(t) - \phi(t-\tau)] \quad (2.7.5)$$

และเนื่องจาก τ มีค่าเล็กมาก ทำให้ $[\phi(t) - \phi(t-\tau)] << \pi$ เราจึงสามารถประมาณค่าสมการ 2.7.5 เป็นดังนี้

$$y(t) = \phi(t) - \phi(t-\tau) = k\tau m(t) \quad (2.7.6)$$

เพื่อให้เห็นภาพของการทำงานได้ง่าย รูปที่ xx แสดงการคูณสัญญาณ FM กับสัญญาณที่ถูกหน่วงเวลาออกไป โดยที่แสดงสัญญาณที่ถูกหน่วงเวลาออกไปในรูปของสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม ในระบบของควอดเดรเจอร์ดีเทคชั่นในสภาพที่สัญญาณความถี่ fc เข้ามา เฟสของสัญญาณที่ถูกหน่วงเวลาจะช้ากว่าสัญญาณเดิม $\pi/2$ ซึ่งทำให้ผลคูณหรือครอสคอร์รีเลชั่นระหว่างสัญญาณทั้งสองมีค่าเป็นศูนย์ดังแสดงไว้ในรูป (ก) ในกรณีที่ความถี่ชั่วขณะต่ำหรือสูงกว่า fc ครอสคอร์รีเลชั่นก็จะไม่เป็นศูนย์และมีค่าแปรตามความถี่เบี่ยงเบนที่เกิดขึ้น ซึ่งค่าเฉลี่ยของ $y_2(t)$ ก็จะเป็นสัญญาณที่แปรตามสัญญาณความถี่เบสแบนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

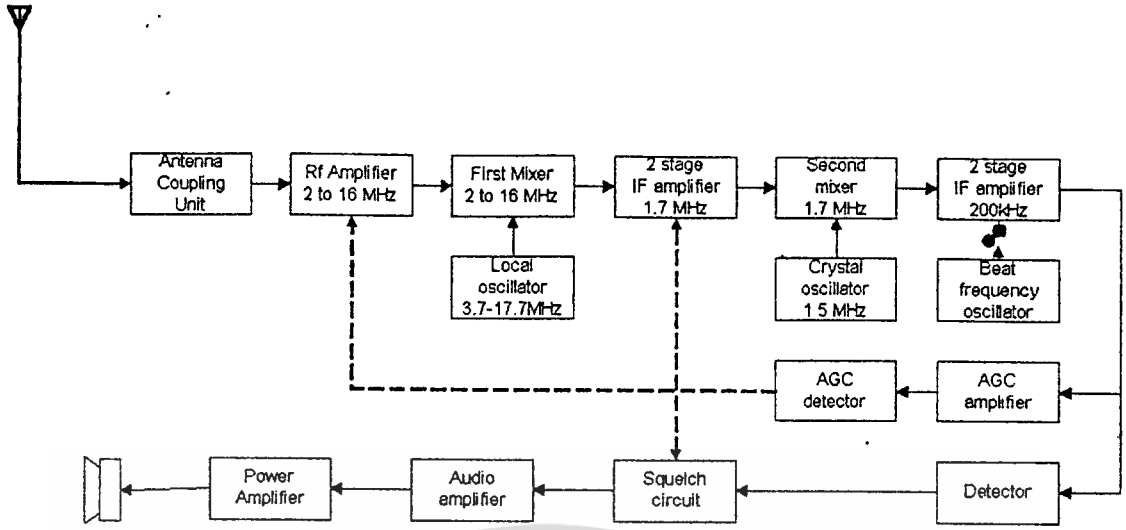


รูปที่ 2.7.2 รูปร่างของสัญญาณที่ได้จากการคูณสัญญาณในระบบควอดเดรเจอร์ดีเทคชั่น

2.8 ทฤษฎีเครื่องรับวิทยุ

เครื่องรับวิทยุเป็นหัวใจของการสื่อสาร รวมไปถึงการใช้งานในทางบันเทิงในปัจจุบันเครื่องรับวิทยุแบบ superheterodyne เป็นที่นิยมใช้กันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องรับวิทยุ

2.8.2ส่วนประกอบของเครื่องรับวิทยุ superheterodyne

การทำงานของเครื่องรับวิทยุแบบนี้จะเสมือนการเลือกรับความที่บีทที่เกิดจากการรวมกันของสัญญาณที่รับเข้ามากับสัญญาณจากวงจรออสซิเลเตอร์ประกอบด้วยส่วนของDouble convertion,Delay AGC และยังมีส่วนประกอบอื่นอีกโดยจะแยกอธิบายดังนี้

ภาคอินพุท จึงจะประกอบไปด้วยวงจรขยายความถี่วิทยุ(RF AMP) ซึ่งอาจจะมีวงจรขยาย 1หรือ 2 เสตท เพื่อเพิ่มค่า sensitivity และลด สัญญาณรบกวน สำหรับการใช้งานที่ต้องรับสัญญาณที่มีช่วงความถี่กว้าง ซึ่งการเปลี่ยนค่า C ไม่สามารถครอบคุมความถี่ที่ใช้งานเราอาจใช้การปรับค่า Coil ของ ภาคขยายสัญญาณวิทยุมิกเซอร์และวงจรออสซิเลเตอร์ หรือจะใช้ Frequency Synthesis ก็ได้

ภาค Tuning จะเป็นการเลือกรับสัญญาณเฉพาะที่เราต้องการ โดยจะระกอบด้วย วงรจออสซิเลเตอร์ที่ปรับค่าการออสซิเลตโดยใช้ C ทริมเมอร์ เป็นตัวควบคุมการเลือกรับสัญญาณ ปัจจุบันจะใช้ Frequency systhesis แทน

ภาค Double Conversion สำหรับเครื่องรับที่มีคุณสมบัติในการรับสัญญาณดีจะมีความถี่ IF สองค่า ซึ่งความถี่ IF แรกจะมีค่าในหน่วย เมกกะเฮิร์ซ และความถี่ IF ภาคที่สองจะมีค่าต่ำลงมา โดยสัญญาณจากภาคขยายสัญญาณวิทยุจะถูกรวมเข้ากับสัญญาณเอาทพุทของภาคออสซิเลเตอร์จะได้เอาทพุทที่มีความถี่เป็นค่าผลต่างของสัญญาณทั้งสองนำไปขยายสัญญาณโดยใช้ภาคขยาย IF แล้วป้อนให้มิกเซอร์ในภาคที่สองซึ่งจะทำการลดความถี่ลงมาอีกแล้วทำการขยายสัญญาณโดยภาคขยาย IF ภาคที่สองเพื่อป้อนให้ภาคดีเทคเตอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของเครื่องรับ Superheterodyne จะสามารถกำจัดความถี่เงา Image Frequency โดยการให้ความถี่ของภาคขยายIFภาคแรกมีความถี่สูงซึ่งจะทำให้สัญญาณเงาถูกลดทอนมากขึ้นเนื่องจากความถี่ของสัญญารเงากับความถี่ของสัญญาณที่ต้องการรับห่างกันมากขึ้น

ภาค Delay AGC โดยการทำงานของภาคนี้จะทำการลดอัตราการขยายของเครื่องรับเมื่อสัญญาณมีความแรงขึ้น โดยจะทำให้เอาทพุทมีค่าความแรงของสัญญาณคงที่ สัญญาณ AGC ที่ได้นี้จะนำไปควบคุมอัตราการขยายของเครื่องรับ

การเปลี่ยนแปลงของค่า sensivity และselectivity

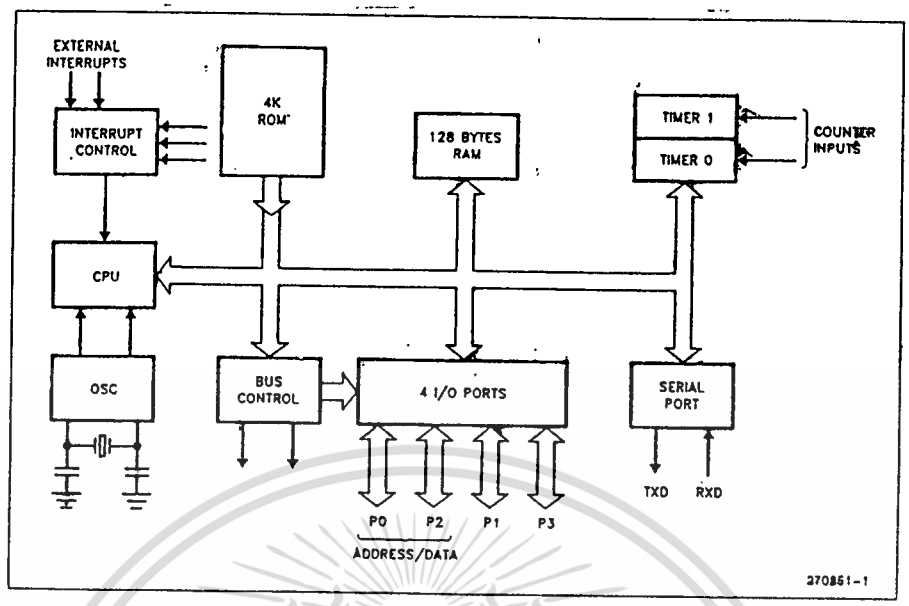
ค่าอัตราส่วนความแรงของสัญญาณที่แรงที่สุดต่อสัญญาณที่เล็กที่สุดของเครื่องรับจะมีค่าประมาณ 100000:1 เครื่องรับจะต้องสามารถรับสัญญาณที่เบาที่สุดได้ และเมื่อสัญญาณที่มีขนาดใหญ่เข้ามาก็ต้องสามารถลดทอนอัตราขยายลงได้ในอัตราส่วน 100000:1 เพื่อป้องกันการเกิด Overload แต่วงจร AGC ทั่วไปไม่สามารถทำเช่นนั้นได้ จึงอาจทำให้เกิด Overload ได้ เครื่องรับวิทยุจึงต้องมีตัวควบคุมค่า sensitivity โดยใช้ potentiometer ซึ่งจะไปปรับค่าไบอัสของวงจร RF Amp เพื่อควบคุม sensitivity ของเครื่องรับโดยใช้ร่วมกับสัญญาณ AGC เพื่อควบคุมให้เครื่องรับสามารถรับสัญญาณที่มีความแรงแตกต่างกันได้

selectivity เป็นสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง โดยจะใช้ค่า bandwidth ของตัว IF ของช่วงความถี่ต่ำมีค่าประมาณ 1-12 kHz ซึ่งจะลดสัญญาณรบกวน และป้องกันการแทรกสอดของสัญญาณช่องข้างๆ ในการเพิ่มค่า selectivity เราอาจใช้ Cystal Fillter,Ceramic Fillter หรือ Mechanic fillter กับภาคขยายIF

2.9 โครงสร้างของ 8051

ภายใน 8051 จะประกอบด้วย GATE ต่าง ๆ ซึ่ง GATE เหล่านี้จะถูกนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่ต่าง ๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง (Instruction Decoder), วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา(Clock Signal Generator) โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังไดอะแกรมในรูปที่ 2.9.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9.1 ไดอะแกรมโครงสร้างของ 8051

เนื่องจากลักษณะของ 8051 เป็นคอมพิวเตอร์จึงประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

ส่วนที่ 1 คือ CPU (Central Processing Unit) หรือตัวประมวลผล ส่วนนี้จะมีวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Contral Unit)สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ, อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออกจากตัว 8051 ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ(Interrupt Control) และส่วนควบคุมบัส (BusControl) ก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วยการสร้างสัญญาณควบคุมจากส่วน CPU ในส่วนนี้ยังมีอีกตัวคือ (Arithmetic Logic Unit) หรือ AUL ส่วนนี้จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเช่น บวก ลบ คูณ หาร ข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในรีจีสเตอร์

ส่วนที่ 2 คือ หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล จะมีแอสเดรส (Address) แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำการนำเอาข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่าการเขียน (Write) และการนำเอาข้อมูลออกมาจากหน่วยความจำเรียกว่าการอ่าน(Read) นไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วๆไป รวมทั้ง 8051 ข้อมูลแต่ละตำแหน่งจะมีค่าได้เพียง 8 หลักของเลขฐานสอง(8 บิทเท่ากับ 1ไบท์)การติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่มคือ

1.แอสแดรสหรือค่าตำแหน่งที่ต้องการติดต่อใน 8051 จะติดต่อกับหน่วยความจำประเภท ProgramMemory หรือ Data Memory ได้สูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง

2.ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำที่ตำแหน่งในข้อ 1

3.สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

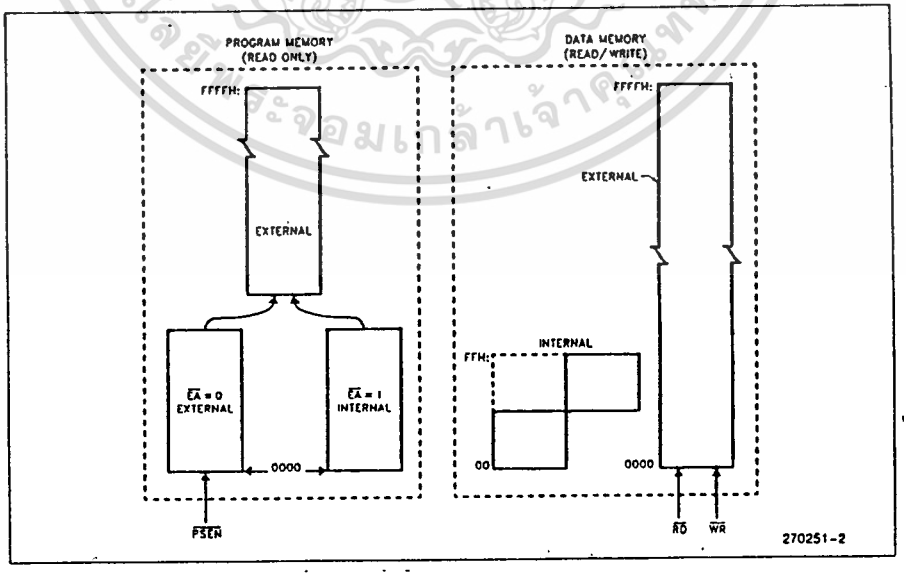
ส่วนที่ 3 คือ อุปกรณ์อินพุทและเอ้าพุท (Input/Output Device) เป็นส่วนที่จะใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือออกจาก 8051 ทำให้ 8051 ติดต่อกับภายนอกได้

2.9.1 การจัดหน่วยความจำของ 8051

หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามลักษณะการใช้งานคือ

หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory)

เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปรหัสภาษาเครื่อง เมื่อ 8051 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำประเภทนี้เข้าไปถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้นๆ หน่วยความจำประเภทนี้ต้องเป็นแบบ Read Only Memory (ROM) การเขียนข้อมูลลงไปบน ROM จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ในระหว่างการทำงานผู้ใช้จะไม่สามารถใช้คำสั่งเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำแบบนี้ได้ จำนวนตำแหน่งสูงสุดของหน่วยความจำนี้ที่ 8051 จะใช้งานได้คือ 65536 ตำแหน่ง ค่าของตำแหน่งจะเขียนเป็นเลขฐาน 16 ได้ตั้งแต่ 0000H ถึง FFFFH หน่วยความจำ ตำแหน่ง 0000Hถึง 0FFFH จำนวน 4 กิโลไบท์ นั้นผู้ใช้จะเลือกได้ว่าเป็นตำแหน่งของ ROM ที่อยู่ภายในหรือภายนอก 8051 ถ้าต้องการให้ 8051 ทำงานตามคำสั่งที่เก็บไว้ใน ROM ภายในก็ให้ป้อนสัญญาณลอจิก High (1) ที่ขา EA ของ 8051 แต่ถ้าต้องการให้ทำงานในโปรแกรมที่เก็บไว้ใน ROM ภายนอก ก็ให้ต่อลอจิก Low(0) ที่ขา EA ส่วนหน่วยความจำที่ตำแหน่ง 1FFFH ถึง FFFFH จะต้องต่ออยู่ภายนอกเสมอ



รูปที่ 2.9.2 แผนภูมิหน่วยความจำของ 8051

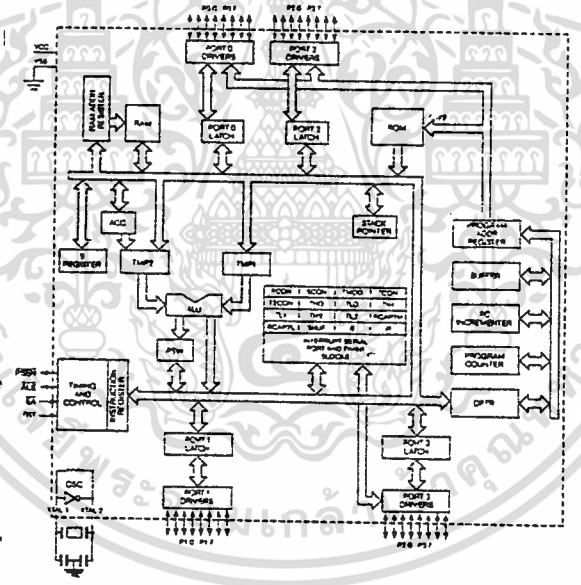
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

เป็นหน่วยความจำที่ 8051 ใช้สำหรับพัก เก็บข้อมูล แล้วเรียกมาใช้ใหม่ในระหว่างการทำงานการอ่านหรือเขียนจะกระทำโดยคำสั่งที่เก็บไว้ใน Program Memory หน่วยความจำแบบนี้เป็นประเภท Random Access Memory (RAM) หน่วยความจำแบบ Data Memory ของ 8051 จะมีอยู่ 2 ชุดชุดหนึ่งอยู่ภายใน 8051 จำนวน 128 ไบท์ ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH และอีกชุดหนึ่งจะต่ออยู่ภายนอกของวงจรรวม 8051 มีได้สูงสุด 65536 ไบท์ (64 กิโลไบท์) อยู่ที่ตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFH ดังแสดงในรูป 2.9.2

2.9.2 สถาปัตยกรรมของ 8051

สถาปัตยกรรมภายในของ 8051 จะอธิบายถึงส่วนย่อย ๆ ภายในเพียงชิพเดียว และสัญญาณภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขา (Pin) ที่มีอยู่ 40 ขาดังรูปที่ 2.9.3



รูปที่ 2.9.3

สถาปัตยกรรมภายในของ 8051

8051ไมโครคอนโทลเลอร์ที่บรรจุอยู่ในวงจรรวมแบบ Dual Inline Package (DIP) ซึ่งแต่ละข้างจะมีขาอยู่ 20 ขา รวมทั้งหมด 40 ขานั้นจะใช้งานต่าง ๆ กันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.Vcc ขา 40 เป็นขาที่ต้องป้อนไฟเลี้ยง +5 โวลท์เข้าไปเพื่อให้วงจรรวมทำงานได้ระดับโวลท์เตจของลอจิก 0 และ 1 ของ 8051 จึงต่อเข้ากับอุปกรณ์แบบ TTL ได้โดยตรง

2.Vss ขา 20 เป็นขาที่ต้องต่อกับกราวด์ (Ground) ของแหล่งจ่ายไฟ

3.Port 0 เป็นพอร์ทขนานแบบ 8 บิท อยู่ที่ขา 39 ถึงขา 32 เริ่มจากบิท 0 ถึงบิท 7 ตามลำดับในรูปที่ 2.5 ซึ่งบิท 7 จะเป็นบิทที่มีนัยสำคัญสูงที่สุด และบิท 0 จะเป็นที่มีนัยสำคัญต่ำที่สุด พอร์ท 0 นี้จะใช้สำหรับทั้งการรับและการส่งตำแหน่งและข้อมูลกับหน่วยความจำ

4.Port 1 เป็นพอร์ทขนานขนาด 8 บิท ในรูปที่ 2.5 คือขา P1.0 ถึง P1.7 (ขา 1-8) พอร์ท 1 นี้จะเป็นตัวรับ-ส่งข้อมูลเท่านั้นข้อมูลที่ส่งออกมาจะถูก Latch แล้วส่งออกไปทางแต่ละขาในเบอร์ 8052 ขา P1.0 และ P1.7.จะใช้เป็น T2 และ T2EX

5.Port 2 เป็นแบบขนาน 8 bit คือขา P2.0 ถึง P2.7 ดังรูป 2.5 ใช้ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องการติดต่อค่าตำแหน่งนี้เป็น 8 bit บนของค่าตำแหน่งและใช้สำหรับรับส่งข้อมูลกับภายนอก เมื่อใช้เป็นพอร์ทอินพุทก็สามารถทำได้ด้วยการต่อสัญญาณภายนอกเข้ามาโดยตรง ถ้าสัญญาณภายนอกเป็นศูนย์ (0) ก็จะมีกระแสไหลออก (source current)ในการที่ใช้พอร์ทนี้เป็นพอร์ทรับข้อมูลเข้าจะต้องเขียน 1 ไปยังแต่ละบิทเสียก่อน

6.Port 3 คือขาP3.0-P3.7 หรือขา 10-17 พอร์ทนี้แต่ละบิทจะใช้เป็นคำสั่งในการควบคุมการทำงานแต่ละบิทของพอร์ท 3 จะมีฟังก์ชั่นดังนี้

P3.0/RXD (SERIAL INPUT PORT) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

P3.1/TXD (SERIAL OUTPUT PORT) เป็นขาที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2/INT0 (EXTERNAL INTERRUPT) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3/INT1 (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก .

P3.4/T0 (Timer/Counter 0 External Input)เป็นขารับสัญญาณเข้าไปยัง Timer/Counter 1 ที่ทำหน้าที่นับจำนวนไซเคิลของสัญญาณ T0 นี้หรือสัญญาณนาฬิกาก็ได้

P3.5/T1 (Timer/Counter 1 External Input) เป็นขารับสัญญาณเข้าไปยัง Timer/Counter 1 ซึ่งมีการทำงานเหมือนกับ T0

P3.6/WR (External Data Memory Write Strobe) เป็นขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก 8051

P3.7/RD (External Data Memory Read Strobe) เป็นขาควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

7.RST ขารีเซ็ทขานี้จะใช้ทำการรีเซ็ทการทำงานของ 8051 ที่ขา RST ภายใน 8051จะมีตัวต้านทานต่อระหว่างขานี้กับกราวด์ ถ้าป้อนขานี้ที่สถานะลอจิก 1 จะเป็นการรีเซ็ทการทำงาน ดังนั้นจึงสามารถต่อตัวเก็บประจุภายนอกระหว่างขา RST กับไฟเลี้ยง +5 โวลท์เพื่อให้เกิดการรีเซ็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Register	Value In Binary
*ACC	00000000
*B	00000000
*PSW	00000000
SP	00000111
DPTR	
DPH	00000000
DPL	00000000
*P0	11111111
*P1	11111111
*P2	11111111
*P3	11111111
*IP	8051 XXX00000, 8052 XX000000
*IE	8051 0XX00000, 8052 0X000000
TMOD	00000000
*TCON	00000000
*+ T2CON	00000000
TH0	00000000
TL0	00000000
TH1	00000000
TL1	00000000
+TH2	00000000
+TL2	00000000
+RCAP2H	00000000
+RCAP2L	00000000
*SCON	00000000
SBUF	Indeterminate
PCON	HMOS 0XXXXXXX CHMOS 0XXX0000

X = Undefined
* = Bit Addressable
+ = 8052 only

ตารางที่ 2.9.1 แสดงค่า รีจีสเตอร์หลังจากการรีเซ็ท

เมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้แก่ 8051 ซึ่งเรียกว่า Power on reset การรีเซ็ททำให้ค่าในรีจีสเตอร์ต่าง ๆ เปลี่ยนไปเป็นค่าหนึ่งดังในตาราง

8. ALE (Address Latch Enable) ขานี้จะส่งสัญญาณที่มีความถี่ 1/6 เท่าของสัญญาณนาฬิกาจากออสซิลเลเตอร์ สัญญาณนี้จะใช้บอกกับอุปกรณ์ภายนอก 8051 ว่าขณะนี้สัญญาณนี้ Ative (เป็นลอจิก 1) จะมีการส่งข้อมูลที่เป็น 8 บิทล่างของตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก ที่ต้องการติดต่อออกไปทางพอร์ท 0 อุปกรณ์ภายนอกจะใช้สัญญาณนี้ในการ Latch ข้อมูลไว้เพราะพอร์ท 0 จะส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำออกมาเพียงชั่วขณะเท่านั้น ซึ่งในเวลาต่อมาพอร์ท 0 จะใช้รับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอก

9. PSEN (Program Store Enable) ขานี้ปกติจะให้ลอจิก 1 แต่จะส่งลอจิก 0 เมื่อต้องการอ่านคำสั่ง (Fetch Instruction) ที่จะนำไปทำงานมาจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก

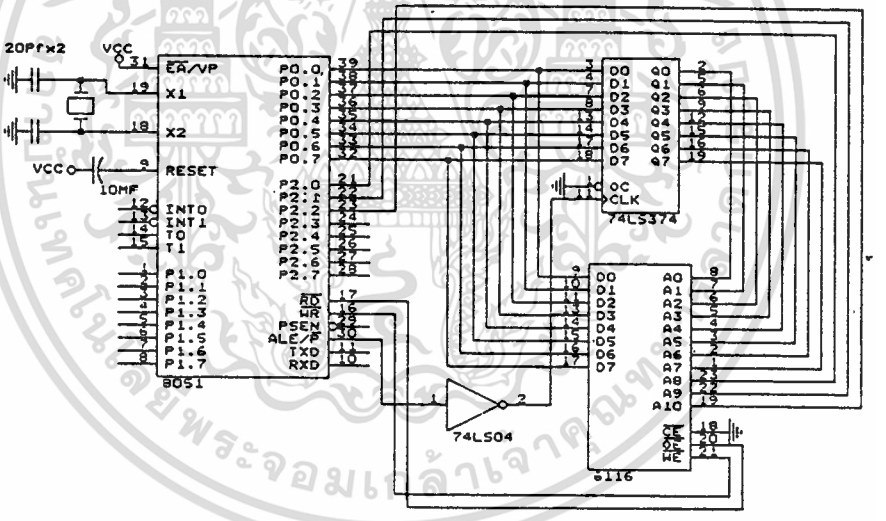
10. EA (External Access) ขานี้เป็นอินพุทที่ต่อเข้าไปยังวงจร Timing and Controlเพื่อควบคุมการสร้างสัญญาณ PSEN ถ้าป้อนลอจิก 0 ไปที่ขา EA แสดงว่าโปรแกรมในตำแหน่ง 0000H- 0 FFFHที่ต้องการทำงานถูกเก็บไว้ภายนอกจะต้องสร้างสัญญาณ PSEN ออกไปยังภายนอกเพื่อทำการ FETCH คำสั่งในการทำงานแต่ถ้า EA เป็น logic 1 จะหมายความว่าโปรแกรมในตำแหน่ง 0000H-0FFFH ถูกเก็บไว้ภายใน 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. .XTAL 1 ขานี้จะต่อเข้ากับขาของ Inverting Amplifier (วงจรขยายแบบป้อนกลับสัญญาณ) ที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์และถ้าต้องการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกมาเป็นสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานของ 8051 ก็ให้ป้อนสัญญาณเข้ามาที่จุดนี้ แต่ถ้าต้องการใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ภายในก็ให้ต่อ Crytal หรือเซรามิคเรโซเนเตอร์และคาปาซิเตอร์ ซึ่งค่าคาปาซิเตอร์ควรมีค่าประมาณ 20 PF

12. XTAL 2 ขานี้เป็นจุดเอ้าพุทของวงจรขยาบแบบกลับเฟสสัญญาณที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ และถ้าจะใช้สัญญาณนาฬิกาที่สร้างมาจากภายนอก ให้ปล่อยขานี้ลอยไว้แล้วป้อนสัญญาณนาฬิกาเข้าที่ขา XTAL 1 เท่านั้น

2.9.3 การทำงานของ 8051



รูปที่ 2.9.4 แสดงวงจรการใช้งาน 8051

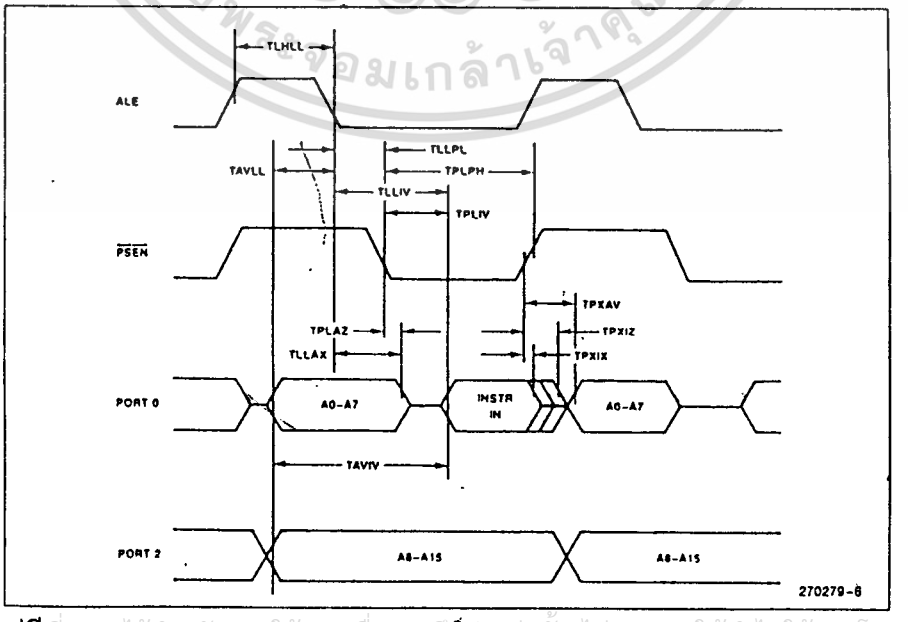
จากรูปที่ 2.9.4 เมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้กับ 8051 ซึ่งมีวงจร Power on reset ต่ออยู่จะมีการรีเซ็ทเกิดขึ้น การทำงานภายในจะเริ่มจากบล็อก Program Counter ซึ่งเป็นวงจรนับชนิดหนึ่งส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมไปบนบัสหมายเลข 1บัสนี้มีขนาด 16 บิท ค่าตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำจนี้จะถูกส่งไปเก็บไว้ที่ Program ADDR Register ที่เป็นวงจร Latch ข้อมูลซึ่ง ค่าตำแหน่งหน่วยความจำ จะปรากฏที่บนบัส 16 บิทหมายเลข 2 ถ้าเป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำแรกหลังการรีเซ็ทค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะเป็น 0000H หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจะเลือกได้ว่าเป็น ROM ภายในหรือภายนอก 8051โดยการป้อนสภาวะลอจิกเข้าไปที่ 8051 ทางขา EA ซึ่งต่ออยู่กับส่วนTiming and Control ทำหน้าที่ถอดรหัส (Dcoder) แล้วสร้างสัญญาณควบคุมต่อไป ถ้าป้อนสัญญาณลอจิก 1 ให้ EA จะเป็นการเลือก ROM ภายใน 8051โดยที่วงจร Timing and Control จะสร้างสัญญาณไปยัง ROM ภายในให้ส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งจากตำแหน่งที่ถูกชี้ด้วยค่าตำแหน่งที่ส่งมาทางบัสหมายเลข 2 ข้อมูลจาก ROM จะถูกไปยังบัสหมายเลข 3 ที่เรียกว่า Internal Data Bus แล้วนำไปเก็บไว้ที่ Instruction Register (เป็นวงจร Latch) เพื่อส่งต่อไปให้กับวงจร Timing and Control ทำการถอดรหัสแล้วควบคุมการทำงานส่วนอื่น ๆ ต่อไป ในกรณีเลือก ROM ภายนอก 8051 โดยป้อนสัญญาณลอจิก 0 เข้าไปที่ขา EA จะทำให้วงจร Timing and Control ส่งสัญญาณไปยังพอร์ท 0 และพอร์ท 2 เพื่อส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนบัสหมายเลข 2 ออกไปชี้หน่วยความจำภายนอกจากนั้นจะอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับมาทางพอร์ท 0 ไปยัง Internal Data Bus แล้วไปเก็บที่ Instruction Register เพื่อทำงานต่อไปเหมือนกับการอ่านคำสั่งจาก ROM ภายในการทำงานในช่วงส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำไปยังหน่วยความจำแล้วอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามาเก็บไว้ใน Instruction Register เรียกว่าเป็นช่วงการ Fetch(Fetch Cycle) ช่วงต่อไปจะเป็นช่วงทำงานตามคำสั่งเรียกว่า Execute Cycle

2.9.5 ไดอะแกรมเวลาของการติดต่อกับหน่วยความจำ

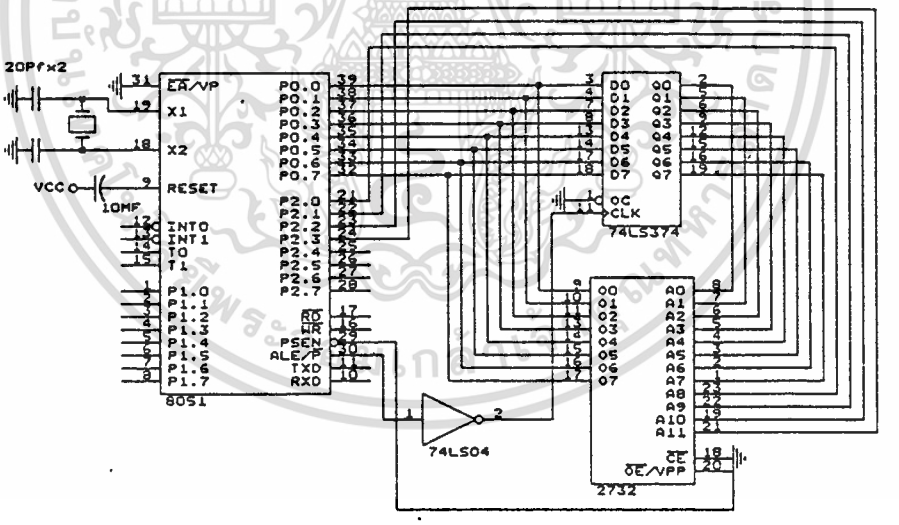
การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก 8051 นั้น ลำดับสัญญาณเวลา (Timing Diagram) ของสัญญาณที่ทำการอ่านคำสั่งมีดังรูปที่ 2.9.6



รูปที่ 2.9.6 Timing Diagram ของการอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านคำสั่ง (Fetch) จาก Program area ภายนอกจะเริ่มจาก 8051 ส่งสัญญาณลอจิก 1 ออกมาทางขา ALE ขณะนี้สัญญาณที่ขา PSEN จะเป็น 1 จากนั้นพอร์ท 0 จะส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิทล่างและพอร์ท 2 จะส่งหน่วยความจำ 8 บิทบนออกมาแล้วสัญญาณ ALE จะกลับเป็น 0 อุปกรณ์ภายนอกสามารถใช้ขอบขาลงของสัญญาณ ALE เพื่อ Latch ตำแหน่งหน่วยความจำพอร์ท 0ไว้จากนั้นพอร์ท 0 ก็จะยกเลิกการส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำเข้าสู่สภาวะ High Impedance และสัญญาณ PSEN จะเป็น 0 เพื่อเตรียมรับคำสั่งที่ส่งออกจากหน่วยความจำภายนอกเข้าไปยัง 8051เพื่อทำงานต่อไป เมื่อคำสั่งถูกอ่านเข้าไปเก็บใน Instruction Register แล้วสัญญาณ PSEN จะกลับเป็น 1 พร้อมกับสัญญาณ ALE ก็จะกลับเป็น High เพื่อการอ่านคำสั่งต่อไปทำงาน ข้อมูลในพอร์ท 2 จะคงที่ตลอดเวลาตั้งแต่สัญญาณ ALE เป็น 1 จนกระทั่งเปลี่ยนเป็น 0 และกลับเป็น 1 อีกครั้งหนึ่งจากนั้นจะเริ่มลำดับการ Fetch ข้อมูลไบท์ที่ 2 จากหน่วยความจำโปรแกรม ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณตามเวลาเหมือนกับการ Fetch ไบท์แรก จาก Timing Diagram จะออกแบบวงจรที่มี Program Memory อยู่ภายนอก 8051 ได้ดังตัวอย่างรูปที่ 2.9.7



รูปที่ 2.9.7 วงจรที่มี Program Memory อยู่ภายนอก

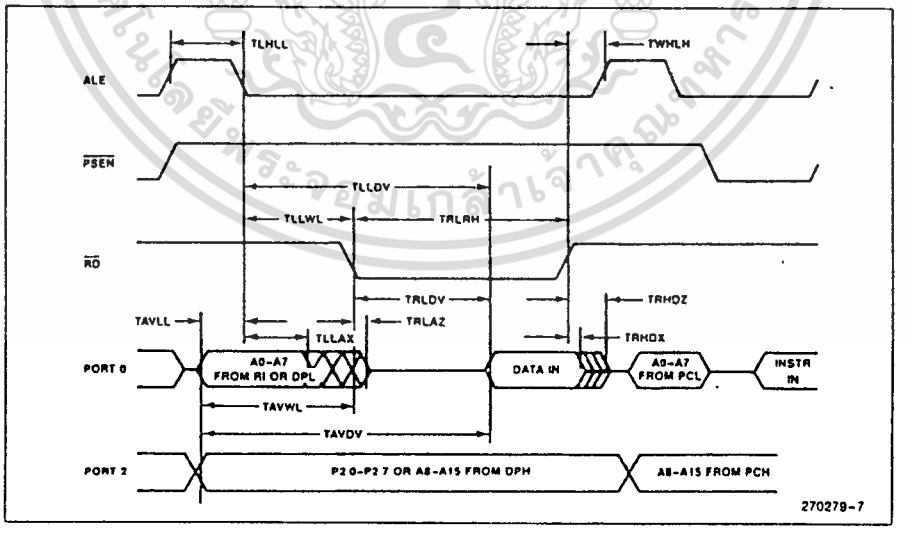
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74LS374 ในรูปข้างบนจะทำหน้าที่ Latch ตำแหน่งในหน่วยความจำ 8 บิทล่างที่เวลาขอบขาลงของสัญญาณ ALE ซึ่งสัญญาณ ALE จะถูกกลับให้เป็นตรงข้ามโดย Inverter 74LS04ก่อนที่จะป้อนให้กับขา CLK ของ 74LS374 และที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณที่ออกจาก 74LS04 จะLatch ตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลที่ออกจาก 74LS374 จะเป็นค่า 8 บิทล่างของตำแหน่งหน่วยความจำที่ต้องการจะติดต่อ ในวงจรได้ต่อค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิท เข้ากับ A0-A7 ของ EPROM และข้อมูลจากพอร์ท 2 บิท P2.0-P2.3 จะต่อเข้ากับ A8-A11 ของขา EPROM โดยตรงเพราะค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิทบนที่ออกมาจากพอร์ท 2 จะคงที่ตลอดเวลา ขา PSEN ของ 8051 จะถูกต่อเข้ากับขา OE ของ EPROM เบอร์ 2732 ดังนั้นเมื่อสัญญาณ PSEN มีสภาวะลอจิกเป็น 0 ก็จะส่งคำสั่งที่เก็บใน EPROM ตำแหน่งที่ชี้โดยข้อมูลที่ขาA0-A11 ออกมายังพอร์ท 0 และถูก 8051 เก็บไปทำงานต่อไป

2.9.6 การอ่าน-เขียนข้อมูลกับหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก 8051

การอ่าน-เขียนข้อมูลกับ Data Memory ภายใน 8051 นั้นจะมีสัญญาณมาจาก Timing and Control โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทำความเข้าใจ แต่การอ่าน-เขียนข้อมูลกับ Data Memory อันเนื่องมาจากคำสั่ง MOVX นั้น เมื่อคำสั่งดังกล่าวถูกเข้ามายัง Instruction Register แล้ว Timing and Control จะทำการถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมดังนี้

1) การอ่านข้อมูลจาก External Data Memory จะมีไดอะแกรมสัญญาณเวลาดังรูปที่ 2.9.8



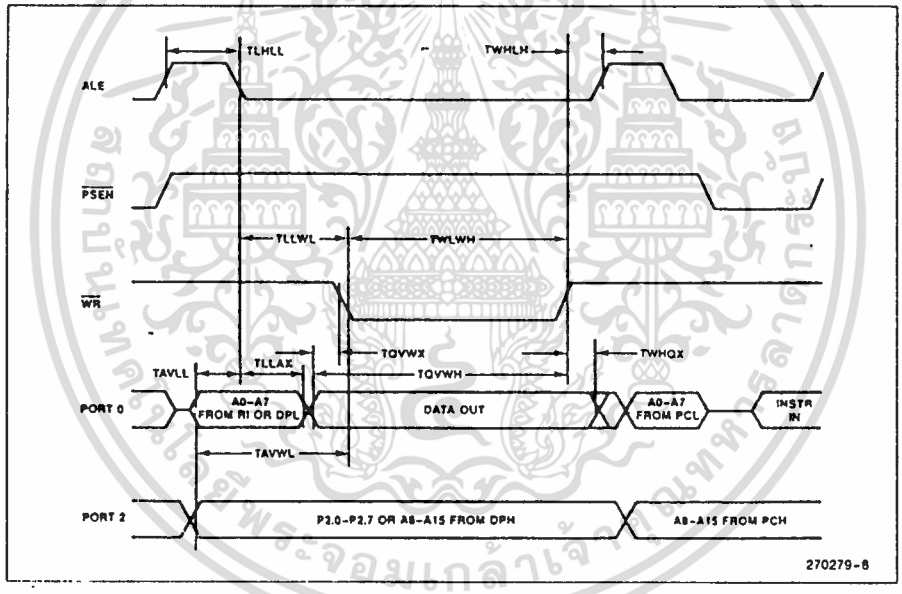
รูปที่ 2.9.8 Timing Diagram ของการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก 8051

การทำงานเริ่มจากการส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก 8 บิทล่างออกทางพอร์ท 0 และ 8 บิทบน ออกทางพอร์ท 2 เมื่อส่งค่าตำแหน่งแล้ว สัญญาณ ALE ซึ่งเดิมมีลอจิกเป็น 1 จะ

เอกสารนี้ป้องกันลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับมาเป็น 0 เพื่อให้อุปกรณ์ภายนอกสามารถ Latch ตำแหน่งหน่วยความจำไว้เหมือนกับการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก 8051 เพื่อส่งไปยังหน่วยความจำแม้ว่าข้อมูลบนพอร์ท 0 จะเปลี่ยนแปลงไปก็ยังจะมีค่าตำแหน่งหน่วยความจำส่งไปยังหน่วยความจำในระหว่างการติดต่อกับ Data Memory นี้สัญญาณ PSEN จะเป็น 1 ตลอด เพราะสัญญาณ PSEN จะ Active (เป็น 0)ก็ต่อเมื่อมีการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก 8051 เท่านั้น 8051 จะส่งสัญญาณลอจิก 0 ออกมาทางขา RD เพื่อบอกกับหน่วยความจำภายนอกว่าต้องการอ่านข้อมูลเข้าไปเมื่อ 8051 ส่งสัญญาณ RD เป็นลอจิก 0 จะทำให้พอร์ท 0 เข้าสถานะ High Impedance พร้อมที่ให้หน่วยตวามจำภายนอกส่งข้อมูลมาบนพอร์ท 0 ข้อมูลจะถูกอ่านที่เวลาขอบขาขึ้นของสัญญาณ RD จากนั้นสัญญาณ ALE ก็จะกลับเป็น 1 เพื่อเริ่มการทำงานคำสั่งต่อไป

2)การเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก 8051 จะมีไดอะแกรมสัญญาณตามเวลา ดังรูปที่ 2.9.9

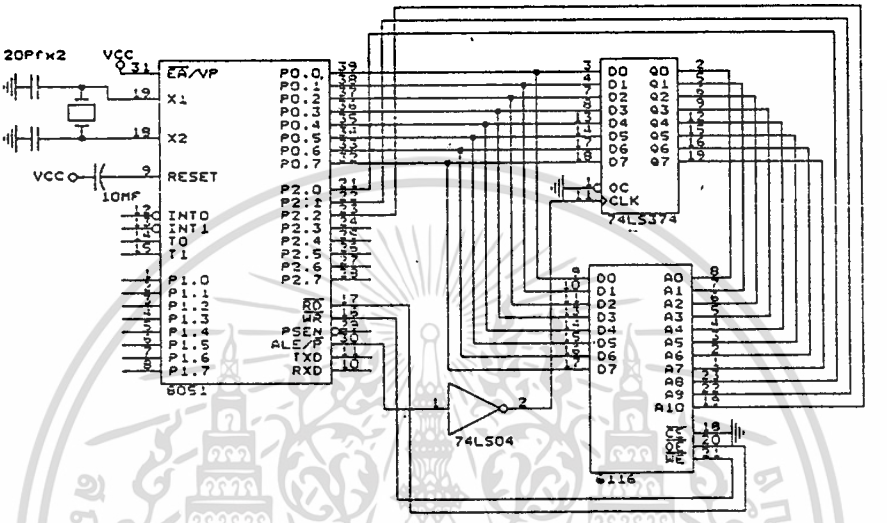


รูปที่ 2.9.9 Timing Diagram ของการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำข้อมูลภายนอก 8051

เมื่อ 8051 ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิทล่างไปยังพอร์ท 0 และ 8 บิทบนลงไปพอร์ท 2 แล้วสัญญาณ ALE จะกลับเป็น 0 อุปกรณ์ภายนอกจะสามารถใช้สัญญาณนี้ในการ Latch ค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนพอร์ท 0 เหมือนกับในการอ่านข้อมูลจากหน่วยควมจำภายนอก เมื่อสัญญาณ ALE เป็น 0 แล้ว 8051 จะส่งข้อมูลที่ต้องการเขียนไปยังพอร์ท 0 แล้วให้สัญญาณ WR เปลี่ยนสภาวะลอจิกเป็น 0 ขณะนี้หน่วยความจำภายนอก จะต้องเขียนข้อมูลไปเก็บยังตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นสัญญาณ WR จะกลับเป็น 1 เพื่อเป็นการบอกสิ้นสุดการเขียนข้อมูลแล้วสัญญาณ ALE ก็จะกลับเป็น 1 เพื่อ Fetch คำสั่งต่อไปทำงาน

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

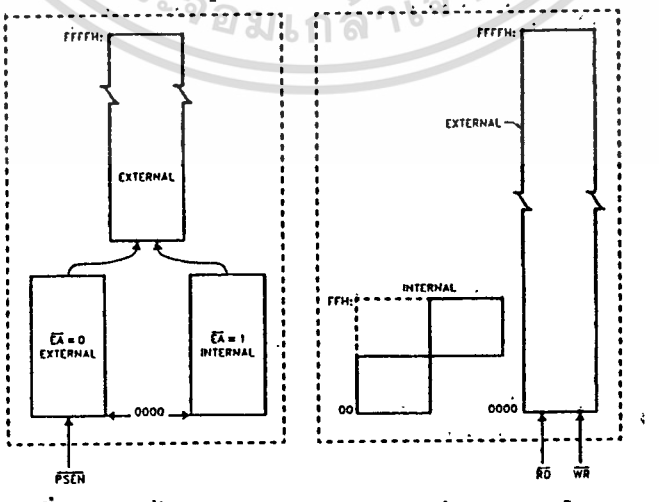
หน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอกที่สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้จะสามารถเขียนเป็นรูปวงจรได้ดังรูปที่ 2.9.10 จากรูป 2.9.10 74LS374 จะใช้สำหรับ Latch ค่าตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิทล่างไว้ แม้ว่าข้อมูลบนพอร์ทจะเปลี่ยนไปสัญญาณ RD และ WR จะอ่านหรือเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก 6116 เป็นหน่วยความจำแบบ RAM ที่สามารถจะอ่านหรือเขียนข้อมูลได้



รูปที่ 2.9.10 วงจรที่มีหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก 8051

2.9.7 รีจีสเตอร์ของ 8051

หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกเป็น 2 แบบคือหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม (Program Area)และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Area) ดังในไดอะแกรมรูปที่ 2.9.11



รูปที่ 2.9.11 ไดอะแกรมภาพของหน่วยความจำ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม เป็นหน่วยความจำที่ 8051 ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมภาษาเครื่องที่ 8051 จะทำงานเมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้ 8051 หรือมีการรีเซ็ท (Reset) 8051จ ะทำให้เริ่มการทำงานจากคำสั่งในโปรแกรมตำแหน่งที่ 0000H เมื่อทำงาน 1 คำสั่งก็จะทำให้ PC ที่ชี้ตำแหน่งโปรแกรมมีค่าเพิ่มขึ้นเพื่อชี้ตำแหน่งของคำสั่งต่อไปตำแหน่งสุดท้ายของหน่วยความจำคือ FFFFH หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมนี้สามารถที่จะเลือกได้ว่าเป็นหน่วยความจำที่อยู่ภายใน 8051 หรือภายนอก 8051 ก็ได้หน่วยความจำสูงสุดสำหรับโปรแกรมภายนอก 8051 มีได้ถึง 64 K Byte ทำให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางหน่วยความจำในช่วงนี้ 8051 สามารถอ่านข้อมูลได้อย่างเดียวไม่สามารถเขียนข้อมูลในระหว่างการทำงานได้

หน่วยความจำสำหรับข้อมูล เป็นหน่วยความจำที่ 8051 ใช้สำหรับเก็บหรือพักข้อมูลระหว่างที่ทำงาน หน่วยความจำสำหรับข้อมูลมี 2 แบบ แบบหนึ่งมีขนาด 128 ไบท์อยู่ภายในและหน่วยความจำอีกแบบหนึ่งจะมีขนาด 64 KByte ต้องต่อเพิ่มเติมเข้าไปจากภายนอก 8051 หน่วยความจำภายในตำแหน่ง 00H - 7FH นี้สามารถอ้างถึงได้โดยตรงคือมีคำสั่งให้อ่านหรือเขียนข้อมูลไปยังตำแหน่งนั้นโดยตรงแต่หน่วยความจำตำแหน่ง 80H-FFH นั้นเป็นรีจีสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register , SFR)หน่วยความจำภายในช่วงนี้เป็นรีจีสเตอร์สำหรับงานเฉพาะอย่างหน่วยความจำรับข้อมูลภายใน 8051 ช่วง 00H-07FH สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ

2.9.7.1. Register Bank 0-3

อยู่ในหน่วยความจำช่วงตำแหน่งที่ 00H-1FH หน่วยความจำนี้จะแบ่งได้เป็น 4 ชุด ชุดละ 8 ไบท์ แต่ละชุดเรียกว่า BANK แต่ละไบท์ใน 1 BANK จะมีชื่อเรียกรีจีสเตอร์ว่า R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 และ R7 รีจีสเตอร์เหล่านี้จะถูกเรียกใช้งานในระหว่างการทำงานของโปรแกรมได้อย่างสะดวก และรีจีสเตอร์เหล่านี้จะมีชื่อซ้ำกันในทุก BANK การงานจึงต้องเรียกใช้งานทีละ BANKเท่านั้น โดยการกำหนดในรีจีสเตอร์ PSW เมื่อเริ่มการ Reset การทำงานของ 8051 จะเริ่มการใช้งานในรีจีสเตอร์ R0 ถึง R7 ที่ BANK 0 ซึ่งรีจีสเตอร์ R0 ถึง R7 ในแต่ละ BANK จะอ้างอิงในหน่วยความจำสำหรับข้อมูลใน 8051 ดังในตาราง

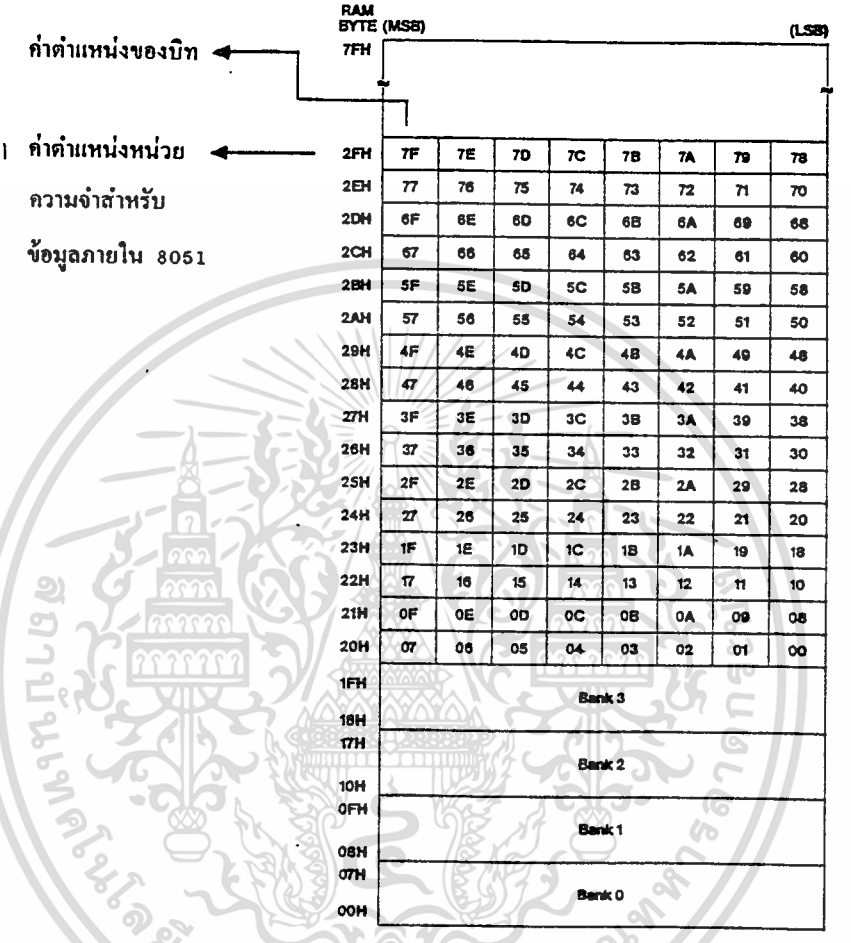
RS1	RS0	Register Bank	Address
0	0	0	00H-07H
0	1	1	08H-0FH
1	0	2	10H-17H
1	1	3	18H-1FH

ตารางที่ 2.9.2 แสดงการจัด Bank ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.7.2 Bit Address Area

เป็นหน่วยความจำในตำแหน่ง 20H-2FH หน่วยความจำแต่ละบิทในช่วงนี้ จะสามารถตรวจสอบหรือตั้งค่าเป็น 1 หรือ 0 ได้โดยการโปรแกรมภาษาเครื่อง แต่ละบิทของข้อมูลในหน่วยความจำช่วงนี้จะมีค่าของตำแหน่งดังใน Memory Map รูปที่ 2.9.12



รูปที่ 2.9.12 แสดงค่าตำแหน่งของแต่ละบิท

ในรูปที่ 2.9.12 ตัวเลขข้างซ้ายเป็นค่าตำแหน่งของหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายใน 8051 ซึ่งแต่ละบิทในตำแหน่งนั้นจะมีค่าเป็นเลขฐาน 16 ที่จะใช้เป็นค่าอ้างอิงในคำสั่งจัดการกับข้อมูล
บิทนั้น

2.9.7.3 Scratched Pod Area

เป็นช่วงของหน่วยความจำตำแหน่ง 30H-7FH หน่วยความจำช่วงนี้จะใช้สำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปถ้ารีจีสเตอร์ Stack Pointer ชี้มายังหน่วยความจำช่วงนี้จะต้องระวังไม่ให้เกิดการเขียนทับใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่ 8051 ทำงานจะมีรีจีสเตอร์ตัวหนึ่งที่เก็บสภาวะ (Flag) ที่เกิดขึ้นระหว่างการคำนวณ เช่น ตัวทด (Carry) หรือจะใช้เลือก BANK ของรีจีสเตอร์ภายใน 8051 ก็ได้ รีจีสเตอร์ตัวนี้คือ Program Status Word (PSW) มีขนาด 8 บิท แต่ละบิทจะใช้เก็บสถานะการทำงานต่าง ๆ ไว้ดังรูปที่ 2.13

PSW: PROGRAM STATUS WORD. BIT ADDRESSABLE.

CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P

CY	PSW.7	Carry Flag.
AC	PSW.6	Auxiliary Carry Flag.
F0	PSW.5	Flag 0 available to the user for general purpose..
RS1	PSW.4	Register Bank selector bit 1 (SEE NOTE 1).
RS0	PSW.3	Register Bank selector bit 0 (SEE NOTE 1).
OV	PSW.2	Overflow Flag.
—	PSW.1	User definable flag.
P	PSW.0	Parity flag. Set/cleared by hardware each instruction cycle to indicate an odd/even number of '1' bits in the accumulator.

รูปที่ 2.9.13 Program Status Word (PSW)

PSW.0 บิท 0 เรียกว่าบิทพาริตี้ เป็น บิทบอกสถานะ ว่าในรีจีสเตอร์ Accumulator หรือ รีจีเคอร์ A มี 1 เป็นจำนวนคี่หรือคู่

PSW.1 บิท 1 บิทนี้ไม่มีการใช้งาน

PSW.2 บิท 2 เรียกว่า Overflow Flag เป็นบิทที่บอกว่าการคำนวณนั้นทำให้เกิดตัวทดขึ้นในระหว่างการคำนวณ ตัวทดนี้เป็นตัวทดที่เกิดจากบิท 6 ไปยังบิท

PSW.3, PSW.4 บิท 3 และ บิท 4 สองบิทนี้จะใช้งานร่วมกันเพื่อเป็นตัวบอกว่าขณะนี้ได้ใช้รีจีสเตอร์ R0 ถึง R7 ใน BANK ไหนอยู่ ดังตาราง

บิท 4 (RB1)	บิทที่ 3 (RB0)	Register bank	address
0	0	0	00H-07H
0	1	1	08H-0FH
1	0	2	10H-17H
1	1	3	18H-1FH

ตารางที่ 2.93 แสดงการจัดบิทที่ 3 และ 4 ของ PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PSW.5 บิท 5 เรียกว่าบิทเอนกประสงค์ เป็นบิทที่ผู้ใช้สามารถใช้เป็นคำสั่งกำหนดค่าให้เป็น 0 หรือ 1 ก็ได้โดยที่ การทำงานของคำสั่งอื่นจะไม่ทำให้บิทนี้มีการเปลี่ยนแปลง บิทนี้มีประโยชน์สำหรับการส่งสถานะของโปรแกรมระหว่างการทำงานของโปรแกรมย่อย (Subriutine)

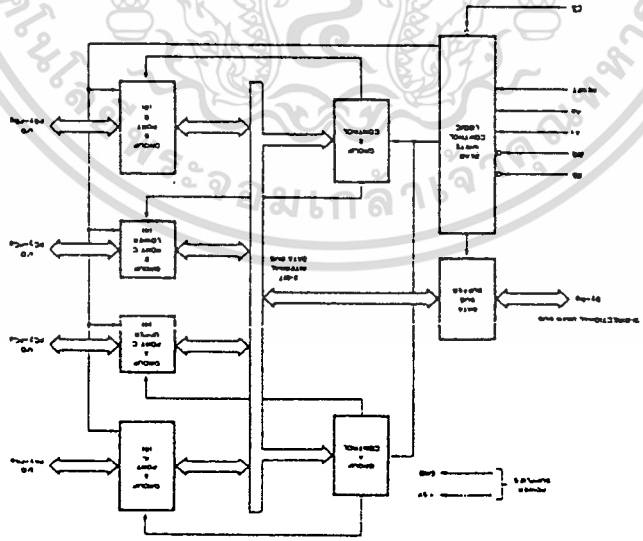
PSW.6 บิท 6 เรียกว่า Auxiliary Carry Flag เป็นบิทที่ใช้สำหรับเก็บตัวทดที่เกิดขึ้นระหว่างการคำนวณ ตัวทดนี้เป็นตัวทดที่เกิดการคำนวณของบิท 3 ข้ามไปยังบิท 4

PSW.7 บิท 7 เรียกว่า Carry Flag เป็นบิทที่บอกสถานะการคำนวณทางคณิตศาสตร์ว่าผลลัพธ์นั้นทำให้เกิดตัวทดหรือไม่

2.10.การใช้งาน 8255 PPI ลักษณะทั่วไปของ 8255 PPI

2.10.1 8255 PPI (Programmable Peripheral Interface)

เป็น LSI ขนาด 40 ขา ทำหน้าที่อินเตอร์เฟสระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับอุปกรณ์ 8255 ถูกออกแบบมาใช้งานกับไมโครโปเซสเซอร์เบอร์ 8080 บล็อคไดอะแกรมของ 8255แสดงดังรูปที่2.15 ซึ่งมีส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก 4 กลุ่มคือ PA0-PA7, PB0-PB7, PC0-PC3, PC4-PC7 กลุ่มของสัญญาณควบคุมมี 2 กลุ่มคือ Group A Control และ Group B Control ซึ่งเป็นสัญญาณควบคุมการทำงานของทั้ง 3 พอร์ท Data Bus Buffer และ Read / Write Control Logic ใช้สำหรับติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ทางบัสข้อมูล และสัญญาณควบคุมการอ่านและเขียนข้อมูลกับรีจีสเตอร์ที่อยู่ภายใน 8255



รูปที่ 2.10.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมของ 8255

2.10.2 สัญญาณต่าง ๆ ของ 8255

หน้าที่ของแต่ละขาของ 8255 มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.D0-D7 เป็นขาข้อมูลที่ใช้ต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์

2.CS (Chip Select Input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิก 0 ซีพียู สามารถติดต่อกับ 8255 ได้

3.RD (Read Input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิกเป็น 0 พร้อมกับ CS 8255 จะส่งข้อมูลออกมาทางบัสข้อมูล

4. WR (Write Input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิกเป็น 0 พร้อมกับ CS ข้อมูลที่อยู่บนบัสของระบบจะถูกเขียนลงไปใน 8255

5.A0-A7 (Address Input) ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งรีจีสเตอร์ภายใน 8255 ที่ซีพียูต้องการติดต่อด้วย

6.Reset เมื่อขานี้มีลอจิกเป็น 1 แล้ว 8255 จะอยู่ในช่วงรี เซ็ท พอร์ททุกพอร์ทจะอยู่ในโหมดของอินพุทพอร์ท

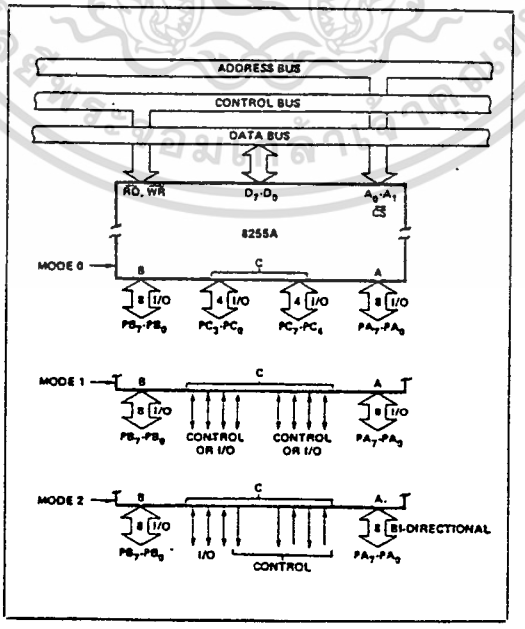
7.PA0-PA7 เป็นพอร์ทข้อมูลที่ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

8.PB0-PB7 เป็นพอร์ทข้อมูลที่ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

9.PC0-PC7 เป็นพอร์ทข้อมูลที่ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

2.10.3 การต่อ 8255 กับ ซีพียู

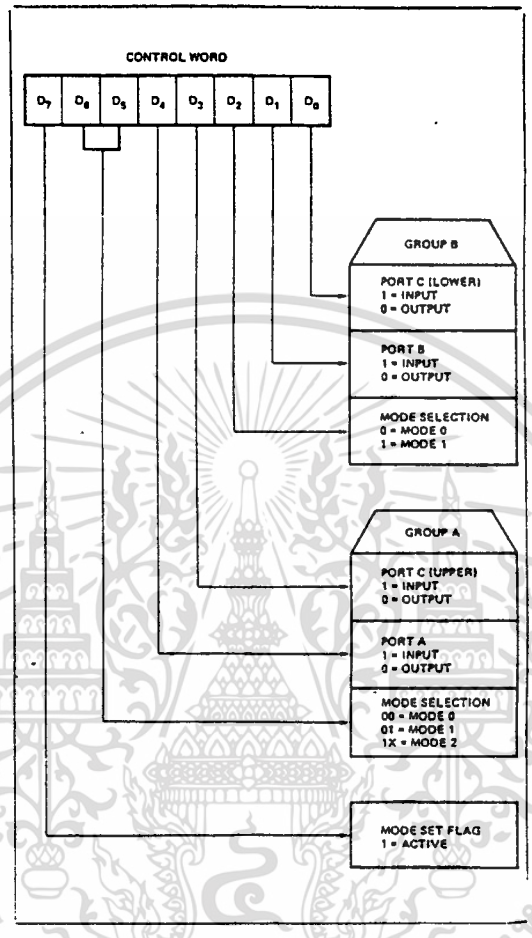
การต่อ 8255 กับซีพียูนั้น 8255 เป็นอุปกรณ์อินพุทเอาต์พุท ซึ่งเหมือนกับอุปกรณ์ภายนอกชนิดอื่น ๆขา A0 และ A1 จะต่อโดยตรงกับขา A0, A1 ของซีพียู ขา CS ของ 8255 จะต่ออยู่กับภาคถอดรหัสของแอดเดรส ดังตารางข้างล่างจะแสดงการต่อพอร์ทต่าง ๆ



ตารางที่ 2.10.1 แสดงการต่อพอร์ทต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของพอร์ท A, B, C จะกำหนดโดยข้อมูลที่ส่งไปยังพอร์ทควบคุม โดยแต่ละบิทจะแสดงความหมายดังรูปที่ 2.16 ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานได้ 3 โหมด



รูปที่ 2.10.2 แสดง Control Word ของ 8255

2.10.4 การใช้งาน 8255 ในโหมด 0

การทำงานของ 8255 ในโหมด 0 จะเป็นพอร์ทอินพุท หรือเอาต์พุทแบบธรรมดา สามารถกำหนดให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 ได้โดยส่ง Control Word ไปยังพอร์ทควบคุม มีค่าดังนี้

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

(1 0 0 0 0 0 0 0)

สามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

D7 = 0 คือ กำหนดให้ข้อมูลเป็น Control Word

D6,D5 = 0 คือ กำหนดให้พอร์ท A ใน 8255 ทำงานในโหมด 0

D4 = 0 คือ กำหนดให้พอร์ท A เป็นเอาต์พุท

D3 = 0 คือ กำหนดให้ 4 บิทบนของพอร์ท C เป็นเอาต์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D2 = 0 คือ กำหนดพอร์ท B ทำงานในโหมด 0

D1 = 0 คือ กำหนดพอร์ท B เป็นเอาต์พุท

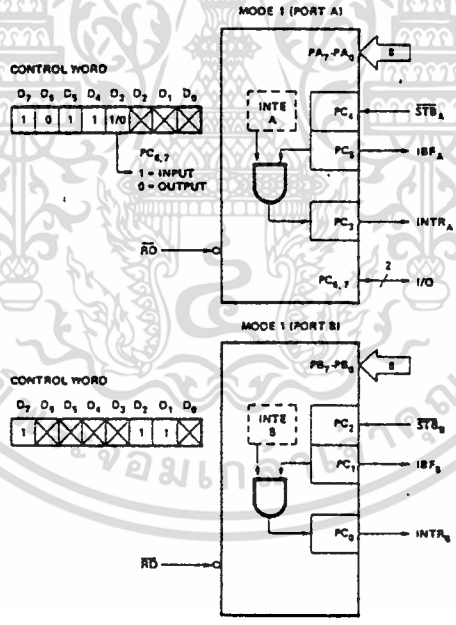
D0 = 0 คือ กำหนด 4 บิทล่างของพอร์ท C เป็นเอาต์พุท

จาก Control Word ที่ส่งออกไปจะกำหนดให้พอร์ท A,B,C เป็นเอาต์พุทพอร์ททั้งหมด ซึ่งสามารถต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ทั้งหมด 24 บิท

2.10.5 การใช้งาน 8255 ในโหมด 1

การใช้งาน 8255 ในโหมด 1 นี้จะเป็นการรับส่งข้อมูลแบบมีการตรวจสอบความพร้อม (Handcheke)โดยใช้พอร์ท A และ B เป็นพอร์ทข้อมูลขนาด 8 บิท 2 พอร์ท และใช้สัญญาณ 4 บิทสูงของพอร์ท C เป็นสัญญาณตรวจสอบของพอร์ท A และ 4 บิทต่ำของพอร์ท C เป็นสัญญาณตรวจสอบของพอร์ท B

การส่งหรือรับข้อมูลแบบมีการตรวจสอบคืออุปกรณ์ภายนอกจะตรวจสอบสภาวะของ 8255 ว่ามีสภาพที่พร้อมจะรับข้อมูลหรือไม่ โดยใช้สัญญาณตรวจสอบที่พอร์ท C ดังรูป



รูปที่ 2.10.3 แสดงการรับส่งข้อมูลของ 8255 แบบมีการตรวจสอบสัญญาณ

รูป (A) แสดงถึงการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมายัง 8255 โดยอุปกรณ์ภายนอกจะตรวจสอบสัญญาณ IBF (Input Buffer Full)ของ 8255 ก่อนว่าข้อมูลเก่าใน 8255 ถูกซีพียูอ่านไปหรือยังเมื่อข้อมูลใน 8255 ถูกอ่านไปแล้ว สัญญาณ IBF ก็จะถูกรีเซ็ท อุปกรณ์ก็จะส่งข้อมูลมาให้กับ 8255 อีกและเมื่อ 8255 ได้รับข้อมูลแล้วสัญญาณ IBF ก็จะแอคทีพจนกว่าซีพียูจะอ่านข้อมูลออกไป สัญญาณ IBF จึงจะถูกรีเซ็ทอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป (B) แสดงการส่งข้อมูลจาก 8255 ไปยังอุปกรณ์ภายนอก โดย 8255 จะมีสัญญาณ OBF (Output Buffer Full) บอกให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่าตัว 8255 มีข้อมูลพร้อมที่จะส่งออกไปแล้วให้อุปกรณ์ภายนอกส่งสัญญาณ Strobe มารับข้อมูลไปได้ เมื่ออุปกรณ์ส่งสัญญาณ Strobe เพื่อรับข้อมูลไปแล้วสัญญาณ OBF ก็จะถูกรีเซ็ท เพื่อแสดงข้อมูลใน 8255 ได้ถูกส่งออกไปแล้ว ในช่วงนี้ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งข้อมูลใหม่เข้ามายัง 8255 อีก

การส่งข้อมูลแบบมีการตรวจสอบความพร้อมจะมีประโยชน์มากในกรณีที่อุปกรณ์ภายนอกมีการทำงานช้ากว่าการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ การทำงานในลักษณะนี้ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งข้อมูลไปยังเอาต์พุทบัพเฟอร์แล้วไปทำงานอย่างอื่นได้ จนกว่าอุปกรณ์ภายนอกจะรับข้อมูลออกไป ไมโครโปรเซสเซอร์จึงจะกลับมาส่งข้อมูลออกไปยังเอาต์พุทบัพเฟอร์อีก

เมื่อใช้ 8255 ในโหมด 1 พอร์ท C จะทำงานดังนี้

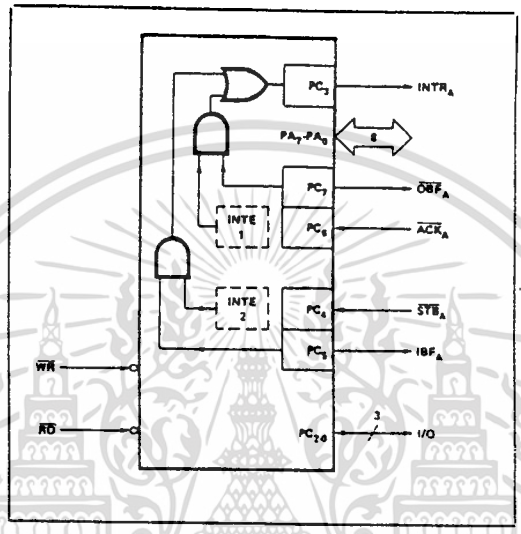
	MODE 0		MODE 1		MODE 2	
	IN	OUT	IN	OUT	GROUP A ONLY	
PA_0	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_1	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_2	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_3	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_4	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_5	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_6	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PA_7	IN	OUT	IN	OUT	↔	
PB_0	IN	OUT	IN	OUT	—	MODE 0 OR MODE 1 ONLY
PB_1	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_2	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_3	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_4	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_5	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_6	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_7	IN	OUT	IN	OUT	—	
PC_0	IN	OUT	$INTR_B$	$INTR_B$	I/O	
PC_1	IN	OUT	IBF_B	$\overline{OBF}_B$	I/O	
PC_2	IN	OUT	$\overline{STB}_B$	$\overline{ACK}_B$	I/O	
PC_3	IN	OUT	$INTR_A$	$INTR_A$	$INTR_A$	
PC_4	IN	OUT	$\overline{STB}_A$	I/O	$\overline{STB}_A$	
PC_5	IN	OUT	IBF_A	I/O	IBF_A	
PC_6	IN	OUT	I/O	$\overline{ACK}_A$	$\overline{ACK}_A$	
PC_7	IN	OUT	I/O	$\overline{OBF}_A$	$\overline{OBF}_A$	

ตารางที่ 2.10.2 แสดงฟาต่าง ๆ ของ port C in Mode 1

การทำงานของสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของ 8255 ในโหมด 1 ซึ่งสามารถใช้สัญญาณ INTA หรือ INTB เป็นสัญญาณอินเทอร์รัพท์ที่ส่งให้กับซีพียูได้โดยจะต้องเขียนโปรแกรมตรวจสอบสัญญาณ IBF หรือ OBF ก่อนว่าเป็นการรับหรือส่งข้อมูลของพอร์ท A หรือ B แล้วจึงทำ การรับหรือส่งข้อมูลออกไปที่พอร์ทนั้นต่อไป ซึ่งจะทำให้ซีพียูไม่ต้องคอยตรวจสอบสัญญาณ IBF หรือ OBF อยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

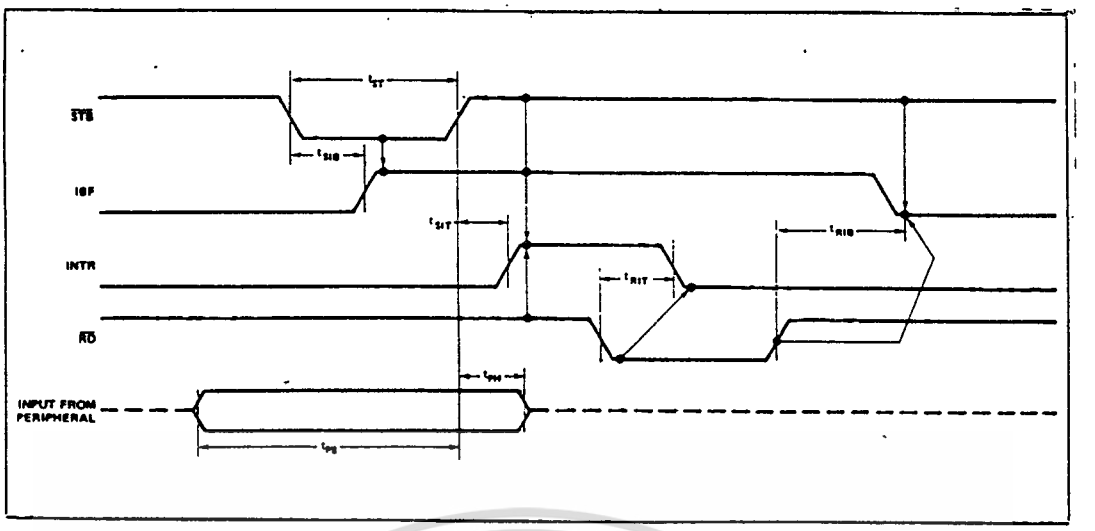
ในกรณีของการส่งข้อมูลออกไปยังภายนอกไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องตรวจสอบสภาวะของสัญญาณ OBF ก่อน ซึ่งทำได้โดยการอ่านข้อมูลจากพอร์ท C เข้ามาด้วยคำสั่งอินพุท แล้วตรวจสอบบิท 7 ถ้าบิท 7 มีค่าเป็น 1 แสดงว่าอุปกรณ์ภายนอกได้นำข้อมูลที่อยู่ใน 8255 ไปแล้ว ไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะส่งข้อมูลมายังพอร์ท A อีก จะทำให้ D7 ของพอร์ท C มีค่าเป็น 0 เพื่อแสดงให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า 8255 มีข้อมูลพร้อมที่จะส่งออกไปแล้ว อุปกรณ์ภายนอกจะส่งสัญญาณ ACK เข้ามาทางบิท 6 ของพอร์ท C เพื่อรับข้อมูลออกไปดังผังแสดงการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 2.10.4 แสดงผังงานการส่งข้อมูล

กรณีของการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกผ่าน 8255 ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการตรวจสอบสัญญาณ IBF คือบิท D1 ของพอร์ท C เมื่อบิทนี้มีค่าลอจิก 1 แสดงว่าอุปกรณ์ภายนอกได้ส่งข้อมูลเข้ามาในพอร์ท B ด้วยสัญญาณ STB แล้ว ในขณะนี้ไมโครโปรเซสเซอร์ส่มรถอ่านข้อมูลจากพอร์ B เข้ามาได้โดยใช้คำสั่งอินพุท เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ได้อ่านข้อมูลเข้ามาแล้วจะทำให้สัญญาณ IBF มีค่าลอจิกเป็น 0 เพื่อบอกให้อุปกรณ์ภายนอกส่งข้อมูลเข้ามายัง 8255 อีก ดังแสดงผังการรับข้อมูลของ 8255

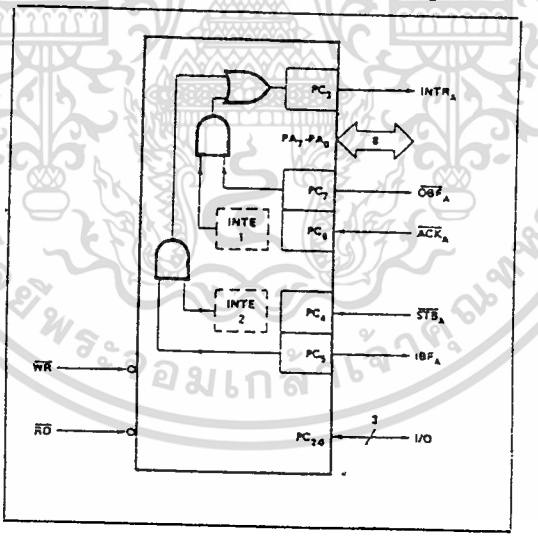
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10.5 แสดงผังงานการรับข้อมูล

2.10.6 การใช้งาน 8255 ในโหมด 2

การทำงานของ 8255 ในโหมดท 2 จะใช้พอร์ท A สำหรับส่งข้อมูลแบบสองทิศทาง (Bidirectional Data Port) โดยข้อมูลสามารถส่งออกหรือรับเข้ามาทางพอร์ท A ได้ เมื่อ 8255 ถูกโปรแกรมให้ทำงานในโหมดนี้พอร์ท A จะมีการทำงานดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.10.5 แสดงการทำงานของพอร์ท A ในโหมด 2

รูปที่ 2.20 แสดงถึง Output Latch และ Input Latch ของพอร์ท A ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับ 8255 และ 8255 กับอุปกรณ์ภายนอก

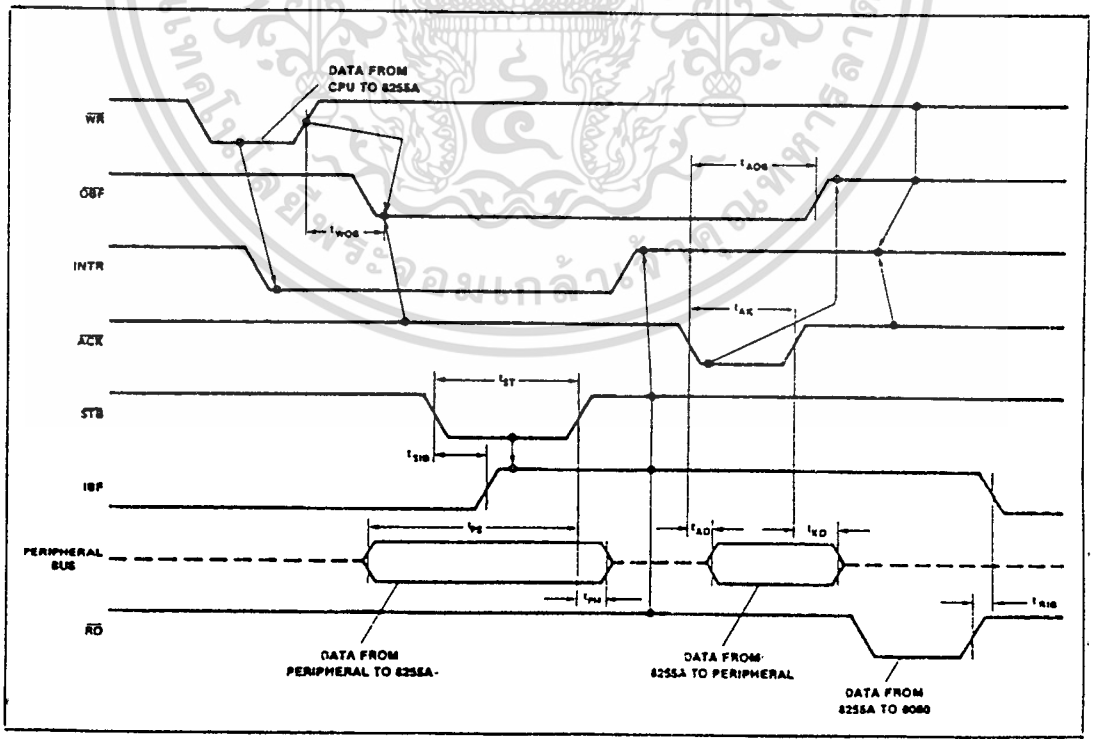
การส่งข้อมูลไปให้กับอุปกรณ์ภายนอกนั้นจะเริ่มจากซีพียูส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ท A ซึ่งจะทำให้สัญญาณ OBF แอคทีฟ สัญญาณ OBF จะบอกให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า ขณะนี้ที่พอร์ท A ได้รับข้อมูลจากไมโครโปรเซสเซอร์แล้วและเป็นตัวบอกไมโครโปรเซสเซอร์ว่าข้อมูลที่ส่งมานั้นยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ได้ส่งไปยังอุปกรณ์ภายนอกส่งสัญญาณ ACK เข้ามายัง 8255 ข้อมูลในเอาต์พุทแลตท์ก็จะถูกส่งออกไปทางพอร์ท A และสัญญาณ OBA ก็จะถูกรีเซ็ทเพื่อบอกให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทราบว่าข้อมูลที่ส่งมานั้นได้ส่งไปให้อุปกรณ์ภายนอกแล้ว ในช่วงนี้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถส่งข้อมูลใหม่มายัง 8255 ได้อีก

การรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก อุปกรณ์จะต้องตรวจสอบสัญญาณ IBF ก่อนถ้า IBF มีค่าลอจิก 1 แสดงว่ามีข้อมูลอยู่ในอินพุทแลตท์ และข้อมูลยังไม่ถูกไมโครโปรเซสเซอร์อ่านไปถ้า IBF มีค่าลอจิก 0 แสดงว่าข้อมูลในอินพุทแลตท์ถูกอ่านไปแล้ว อุปกรณ์ภายนอกจะส่งข้อมูลเข้ามาที่พอร์ท A พร้อมด้วยสัญญาณSTB เพื่อทำให้ข้อมูลเข้าไปยังอินพุทแลตท์ของพอร์ท A และเซ็ทสัญญาณ IBF มีค่าเป็น 1 ซีพียูก็จะอ่านข้อมูลจากพอร์ท A ออกไปจะทำให้สัญญาณ IBF มีค่าลอจิก 0 ในขณะนี้อุปกรณ์ภายนอกสามารถส่งข้อมูลเข้ามายังพอร์ท A ได้อีก

สัญญาณ INTA นั้นสามารถใช้เป็นสัญญาณอินเทอร์รัพเพื่อต่อให้กับไมโครโปรเซสเซอร์ได้ โดยสัญญาณ INTA นี้จะแอคทีฟเมื่อ 8255 ต้องการให้ไมโครโปรเซสเซอร์ส่งข้อมูลมายัง 8255 หรืออ่านข้อมูลจาก 8255 ออกไป ซึ่งไมโครโปรเซสเซอร์จะทราบเป็นกรณีใดโดยการตรวจสอบสัญญาณ IBF และ OBF การทำงานของบิทต่างๆ ในพอร์ท C ในขณะที่ 8255 ทำงานอยู่ในโหมด 2 จะเป็นดังรูปซึ่งสามารถตรวจสอบบิทต่าง ๆ ได้โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์อ่านข้อมูลจากพอร์ท C เข้ามา



ตารางที่ 2.10.3 แสดงการทำงานของพอร์ท C ในโหมด 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

แนวทางการออกแบบ

3.1การออกแบบในส่วนของวงจร

3.1.1การออกแบบวงจรส่วนตรวจสอบข้อมูล

วงจรตรวจสอบข้อมูลนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 เพราะมี serial interface อยู่ในตัว ในการออกแบบได้เลือกให้มี ROM 8K และให้มี RAM 8K นอกจากนี้ ยังต้องออกแบบส่วนเชื่อมต่อข้อมูลแบบขนาน โดยใช้ P0 ของ 8031 เป็นส่วนกำเนิดสัญญาณตรวจสอบความพร้อมเพรียง(hand shanking) และเนื่องจากมี port ที่ต้องส่งข้อมูลเพียง 1 port จึงเลือกใช้ 74LS374 เป็นตัว latch ข้อมูลเพื่อทำการส่งให้ส่วนแสดงผล ซึ่งหากส่วนนี้ใช้ 8255 ก็จะเป็นการสิ้นเปลือง และได้เลือกใช้ buffer เบอร์ 74ls245 เป็น port รับ address จาก DIP SWITCH

การออกแบบวงจรส่วนแสดงผล

ในส่วนแสดงผลยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1.ส่วนควบคุม ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 เป็นตัวควบคุมการแสดงผลของ LED และรับข้อมูลจากส่วนตรวจสอบข้อมูลโดยใช้ P0 เป็นสัญญาณ HAND SHANKING และใช้ 74 LS245 เป็นอินพุทพอร์ต สำหรับการส่งข้อมูลออกแสดงผลจะส่งออกไปยัง LED โดยผ่านทาง 8255 ซึ่งใช้เพียง 2 พอร์ตเท่านั้น โดยการให้ PORT A เป็นข้อมูลที่จะแสดงตามตำแหน่งแถวต่าง ๆ โดยสั่งได้ครั้งละ 8 แถว และให้ PORT B เป็นพอร์ตควบคุมตำแหน่งของแถวและหลัก ซึ่ง 4 บิทล่างจะควบคุมตำแหน่งของหลัก และกำหนดให้ B6-B4 ควบคุมตำแหน่งของแถว B7 จะควบคุมการติดดับของ LED ซึ่งจะเห็นได้ว่าใช้การแสดงผลโดยการสแกนในแนวแถว เพราะเนื่องจาก LED ที่ใช้มีจำนวนหลักมากถ้าหากสแกนในแนวของเปลี่ยนหลัก จะเกิดอาการกระพริบขึ้น

2.ส่วนแสดงผลโดยใช้ LED จะรับข้อมูลจาก 8255 มาโดยข้อมูลจากพอร์ต A จะถูกต่อไปยัง 74LS374 ทุกตัวเพื่อเก็บข้อมูลการแสดงผลในแต่ละหลัก ซึ่ง latch ตัวใดจะรับข้อมูลก็จะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ถูกส่งมาจากพอร์ต B ของ 8255 และถูกถอดรหัสโดย 74ls145 เมื่อโปรแกรมส่งข้อมูลเข้ามาเก็บใน latch ทุกตัวแล้วก็จะสั่งให้แสดงผลครั้งละ 1 แถว โดยสั่งผ่านทางพอร์ต B ของ 8255 และถูกถอดรหัสโดย 74LS138 ไปสั่งให้แถวนั้นแสดงผล แต่เนื่องจาก 74LS374 ไม่สามารถจะขับกระแสได้พอจึงจำเป็นต้องใส่วงจรช่วยขับกระแสเข้าไป ซึ่งก็คือ IC เบอร์ MC1413 ซึ่งขับกระแสได้ถึง 300 mA สำหรับกระแสที่ขับ LED 1 ตัวจะถูกกำหนดโดยตัวต้านทานที่ต่ออยู่กับ MC1413 ส่วนในแต่ละแถวก็ต้องใส่ทรานซิสเตอร์เข้าไปขับกระแสด้วย

การออกแบบวงจรส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ

ในส่วนของวงจรส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุนั้น ได้เลือกใช้ IC เบอร์ MC2831A ซึ่งเป็น FM transmitter โดยได้เปลี่ยนสัญญาณที่เข้าไปมอดูเลตจากสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้ใน data sheet พบว่ามี maximum deviation +5 kHz ทำให้มีแบนด์วิดท์ 10 kHz ซึ่งเพียงพอในการส่งสัญญาณ FSK ด้วยความเร็ว 4800 bps ในการทำงานของวงจรนั้นสัญญาณจาก พอร์ตอนุกรมจะเข้ามายังทรานซิสเตอร์เพื่อเปลี่ยนระดับให้เป็นแรงดันไฟฟ้า 0-5 โวลท์ จากนั้นก็จะถูกลดทอนสัญญาณเพื่อที่จะปรับมอดูเลชั่นอินเด็กซ์(modulation index) และค่าความถี่ที่เลื่อนไป เมื่อสัญญาณถูกลดทอนแล้วก็จะเข้าสู่ขา 3 ของ MC2831 เพื่อไปเปลี่ยนแปลงค่ารีแอคแตนซ์ (reactance) สัญญาณที่ได้จะถูกขยายและทวีความถี่(multiplier)แล้วออกมาทางขา 14 จากนั้นสัญญาณก็จะถูกจูน (TUNE) ให้ผ่านไปได้เฉพาะฮาร์มอร์นิคส์(Harmonics)ที่ 2 ของคริสตอลออสซิลเลเตอร์(crystal oscillator) ซึ่งมีความถี่ 49.83MHz และส่งออกอากาศต่อไป

การออกแบบวงจรรับข้อมูล

วงจรรับข้อมูลได้เลือกใช้ IC เบอร์ MC3362 ซึ่งเป็น FM RECEIVER ซึ่งมีคุณลักษณะในการทำงานดังนี้

IC เบอร์ MC3362 ทำงานในรูปแบบของ DUAL CONVERSION มีออสซิลเลเตอร์ (OSCILLATOR),มี mixer และมีการดีเทคเตอร์แบบควอดเดรเจอร์(Quadrature Detector) ในตัว นอกจากนี้ใน IC ยังมีวงจรเปรียบเทียบ(Comparator) เพื่อใช้กับ FSK Detection

-มีวงจร Dual Conversion ในตัว

-สามารถใช้งานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 2-6 โวลท์

-มี sensivity สูง -3.0 dB หรือ 10.7 uV

-ต่ออุปกรณ์ภายนอกน้อยชิ้น

การใช้งาน

โลคอลออสซิลเลเตอร์(Local oscillator) ตัวแรกสามารถใช้งานได้ทั้งแบบกำหนดความถี่คงที่โดยใช้วงจร LC หรือจะใช้งานในแบบเปลี่ยนความถี่ได้โดยใช้วงจรเฟสล็อกลูป(Phase lock loop) เข้าช่วย ซึ่งสามารถใช้งานได้ถึงความถี่ 190 MHz และนอกจากนี้ยังสามารถใช้ออสซิลเลเตอร์ภายนอกได้อีกด้วย สำหรับโลคอลออสซิลเลเตอร์ตัวที่ 2 เป็นออสซิลเลเตอร์แบบ common base colpitts กำเนิดความถี่ 10.245MHz โดยใช้คริสตอลควบคุม

mixer ภายในเป็นแบบ Double balance เพื่อที่จะลด spurios response เกณฑ์ของมิกเซอร์ตัวแรกเท่ากับ 18 dB และเกณฑ์ของมิกเซอร์ตัวที่สองเท่ากับ 22 dB สัญญาณที่ออกจากมิกเซอร์ตัวแรกจะถูกกรองโดย ceramic band pass filter 10.7 MHz และเข้าสู่มิกเซอร์ตัวที่สองและสัญญาณที่ได้ก็จะถูกกรองด้วย ceramics band pass filter 455 kHz จากนั้นสัญญาณก็จะเข้าสู่วงจรลิมิตเตอร์ซึ่งมี sentivity 10 uV หรือ -3.0 dB ซึ่งได้สัญญาณราบเรียบกว้างตลอด 1 MHz จากนั้นสัญญาณก็จะเข้าสู่วงจร quadrature detector ซึ่งภายในมี quadrature capacitor อยู่และต้องต่อ quadrature coil ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่ออกจากดีเทคเตอร์(detector) จะถูกจัดรูป(shaping)แล้วจึงได้สัญญาณออกมา สัญญาณจะถูกนำไปเข้าวงจรเปรียบเทียบเพื่อสร้างสัญญาณดิจิตอลที่ส่งมาแบบ FSK โดยใช้วิธี Detect zero crossing

สำหรับในส่วนที่นำมาใช้งานนั้น ใช้งานที่ความถี่ 49.83 MHz จึงใช้ออสซิลเลเตอร์แบบ LC tank

การหาความถี่ของออสซิลเลเตอร์ มีวิธีดังนี้

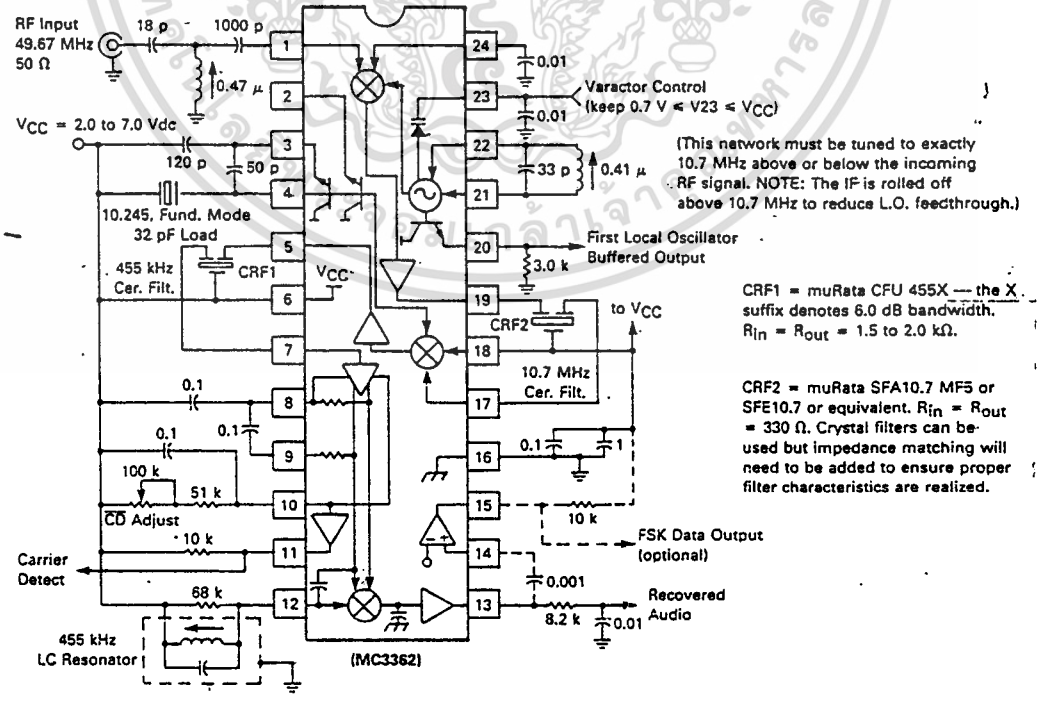
จากสมการ

$$\begin{aligned} f_{osc} &= f_{in} - f_{IF} \\ &= 49.83 - 10.7 \text{ MHz} \\ &= 39.13 \text{ MHz} \end{aligned}$$

เมื่อได้ความถี่ออสซิลเลเตอร์ และกำหนดค่า c=30 pF หาค่า L ได้จาก

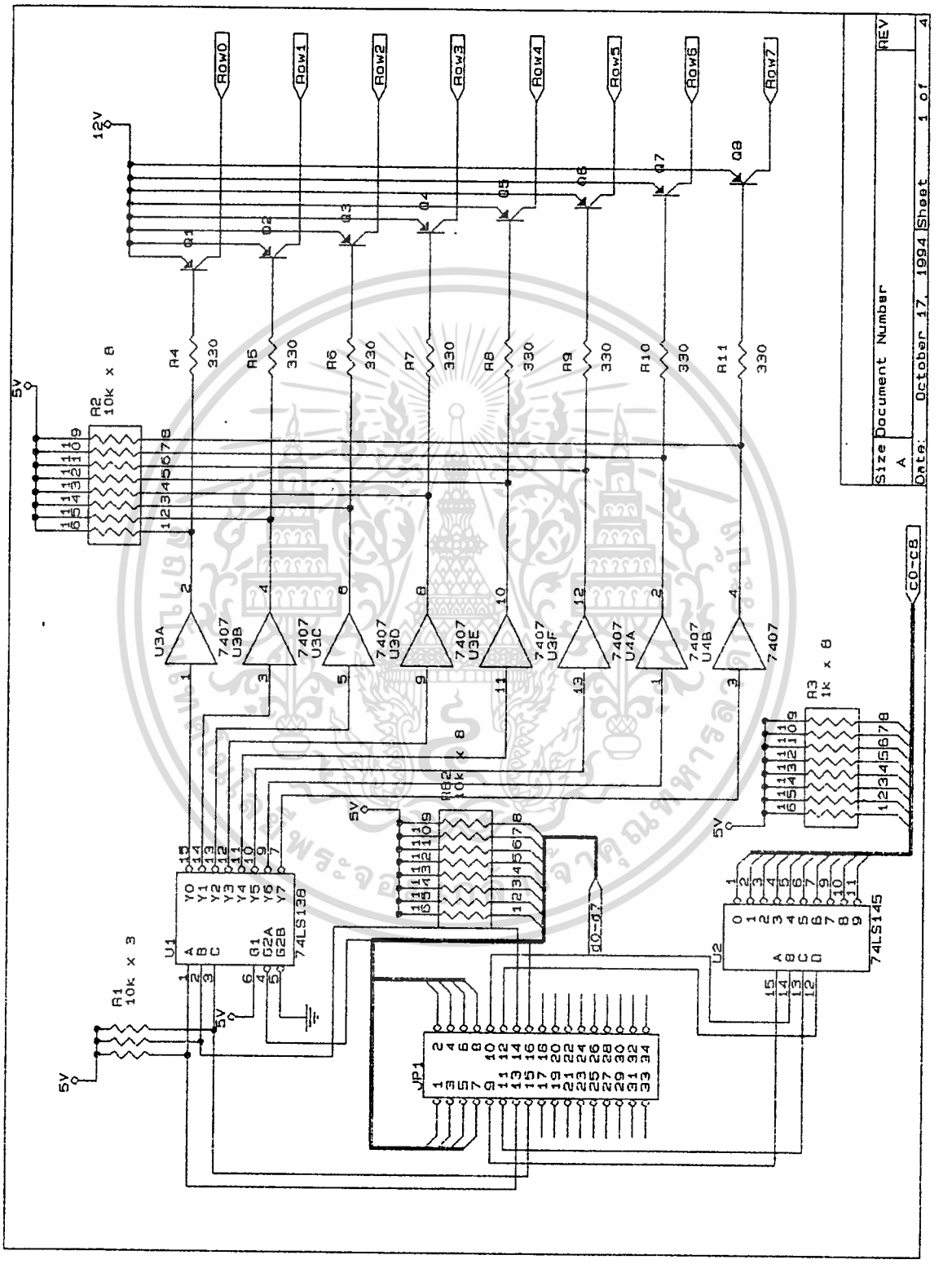
$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{4\pi^2 f^2 c} \\ &= \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot (39.13 \cdot 10^6)^2 \cdot 30 \cdot 10^{-12}} \\ &= 0.55 \ \mu H \end{aligned}$$

สำหรับวงจรที่ใช้จะใช้วิธีดัดแปลงบางส่วนของรูปที่ 10 ใน data sheet



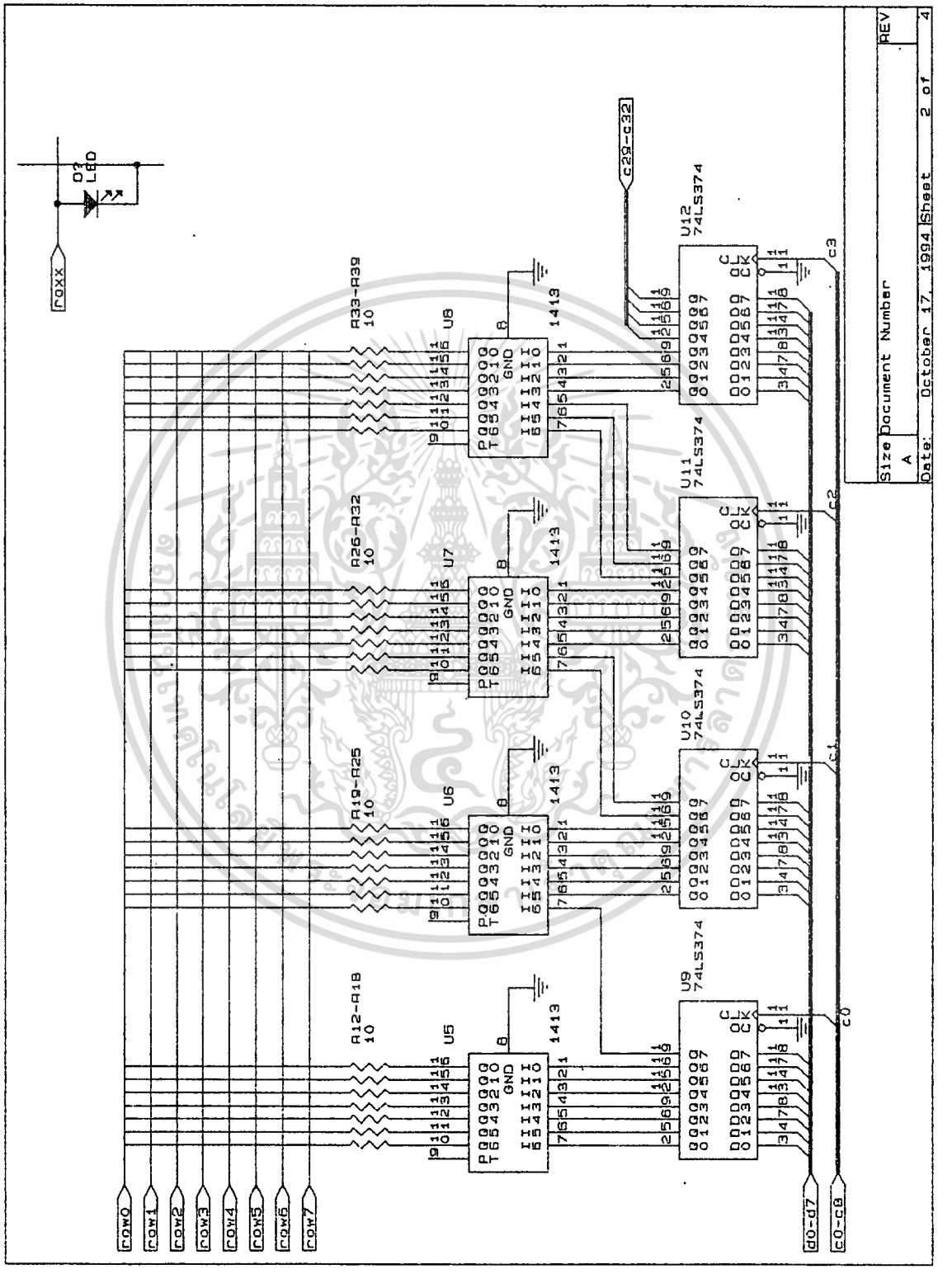
รูปที่ 3.1.1 แสดงวงจรใน DATA SHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



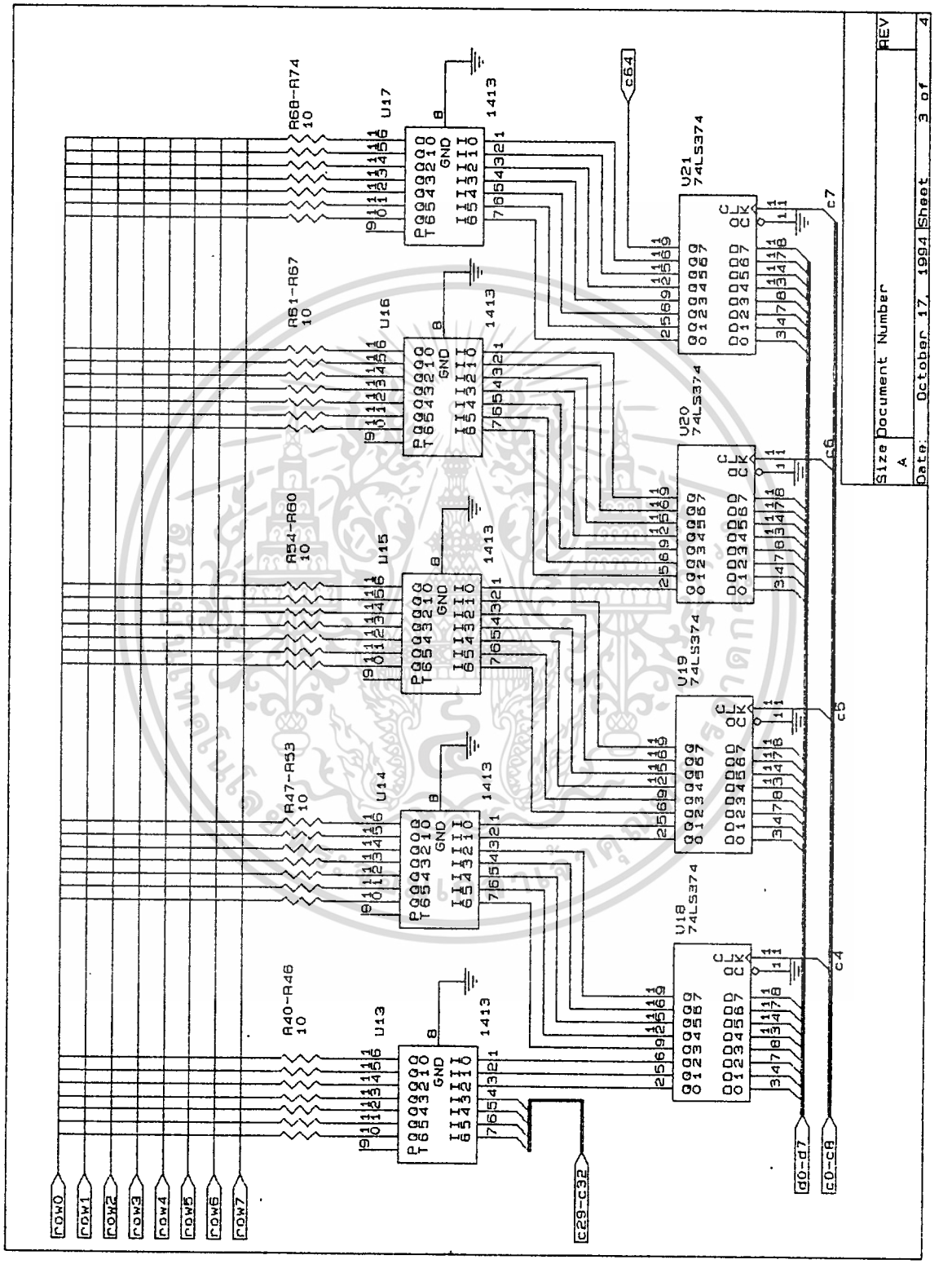
รูปที่ 3.1.2 แสดงวงจรส่วนแสดงผลแผ่นที่ 1/4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



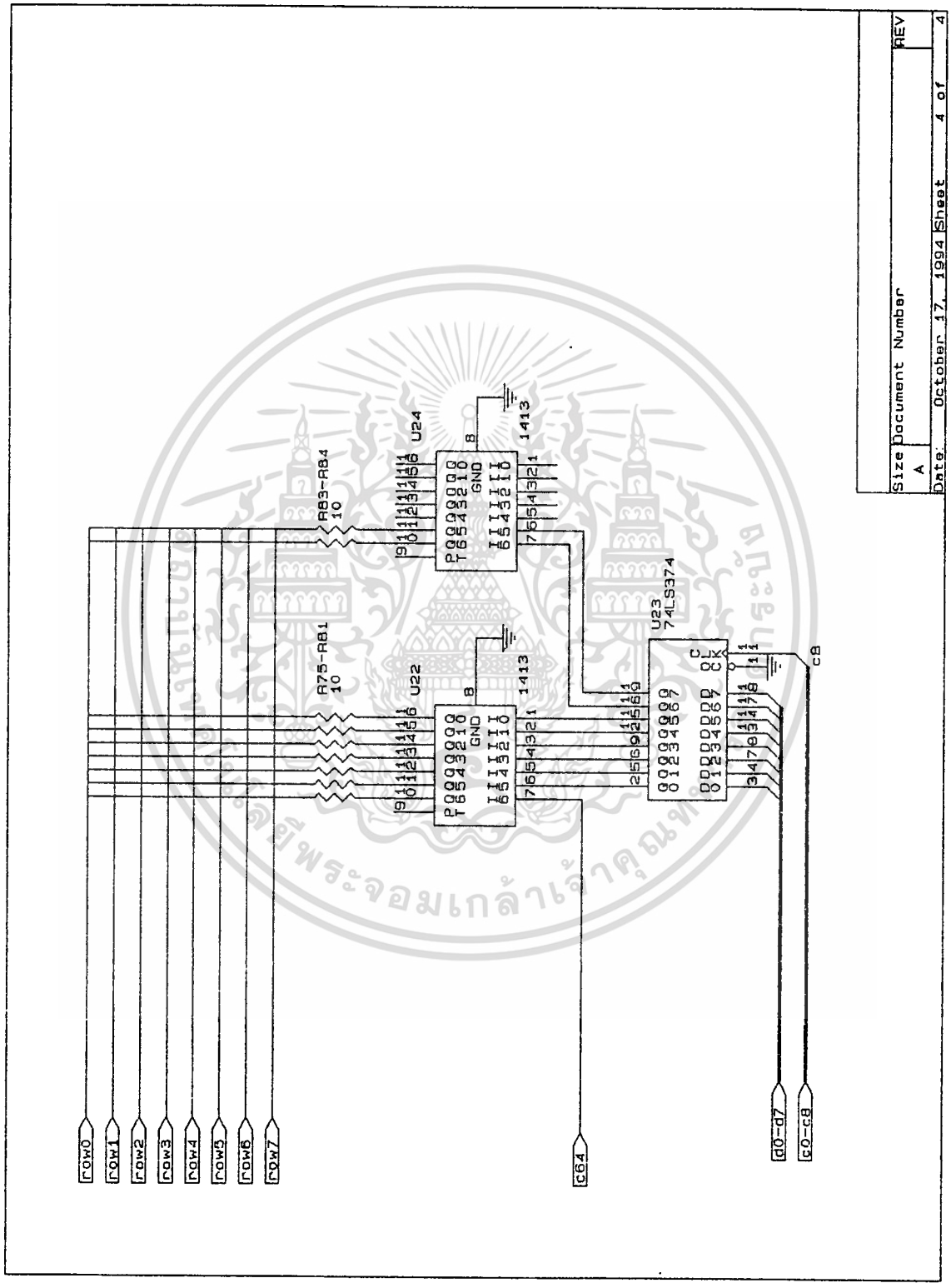
รูปที่ 3.1.3 แสดงวงจรส่วนแสดงผลแผ่นที่ 2/4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



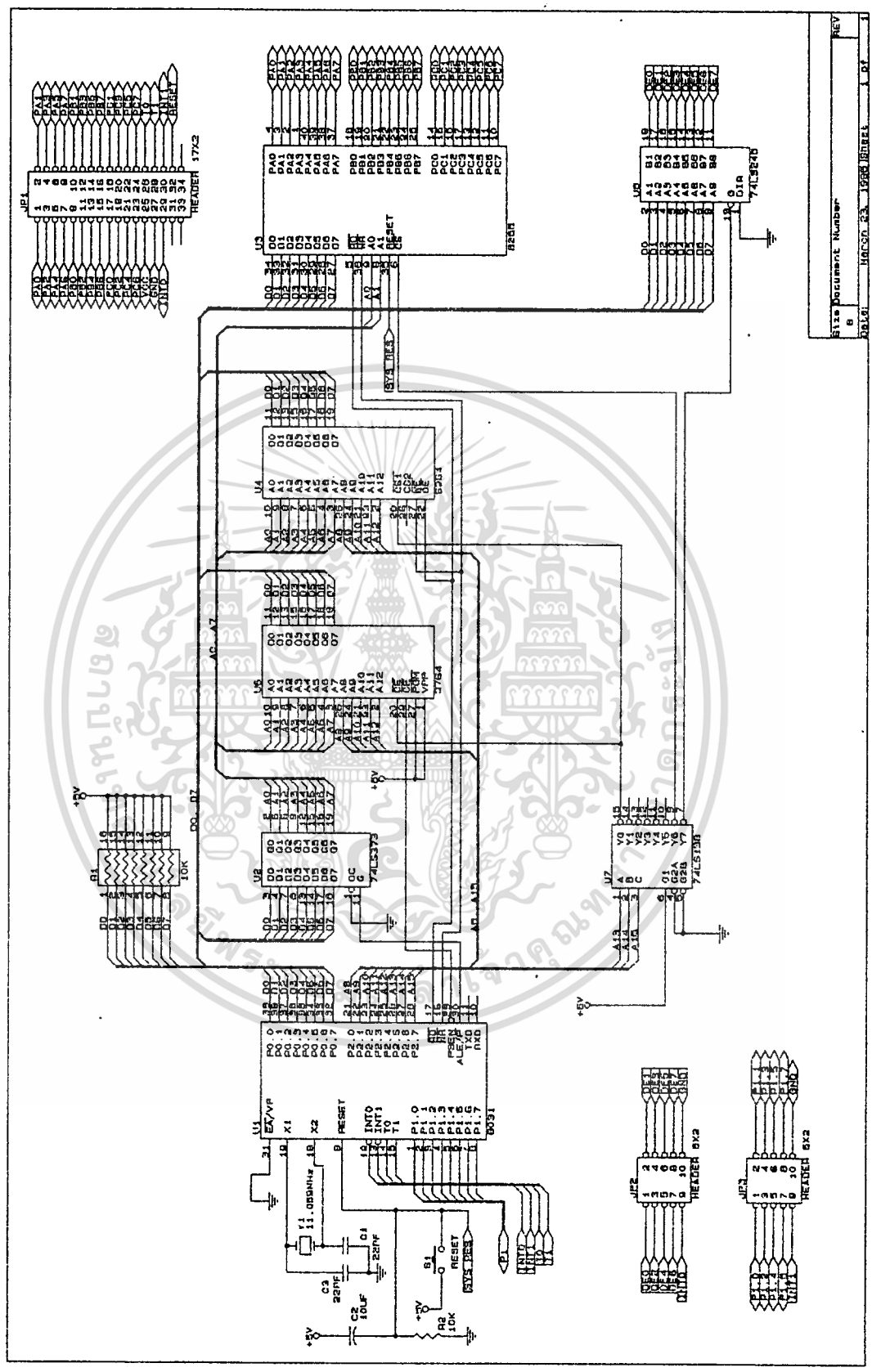
รูปที่ 3.1.4 แสดงวงจรส่วนแสดงผลแผ่นที่ 3/4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



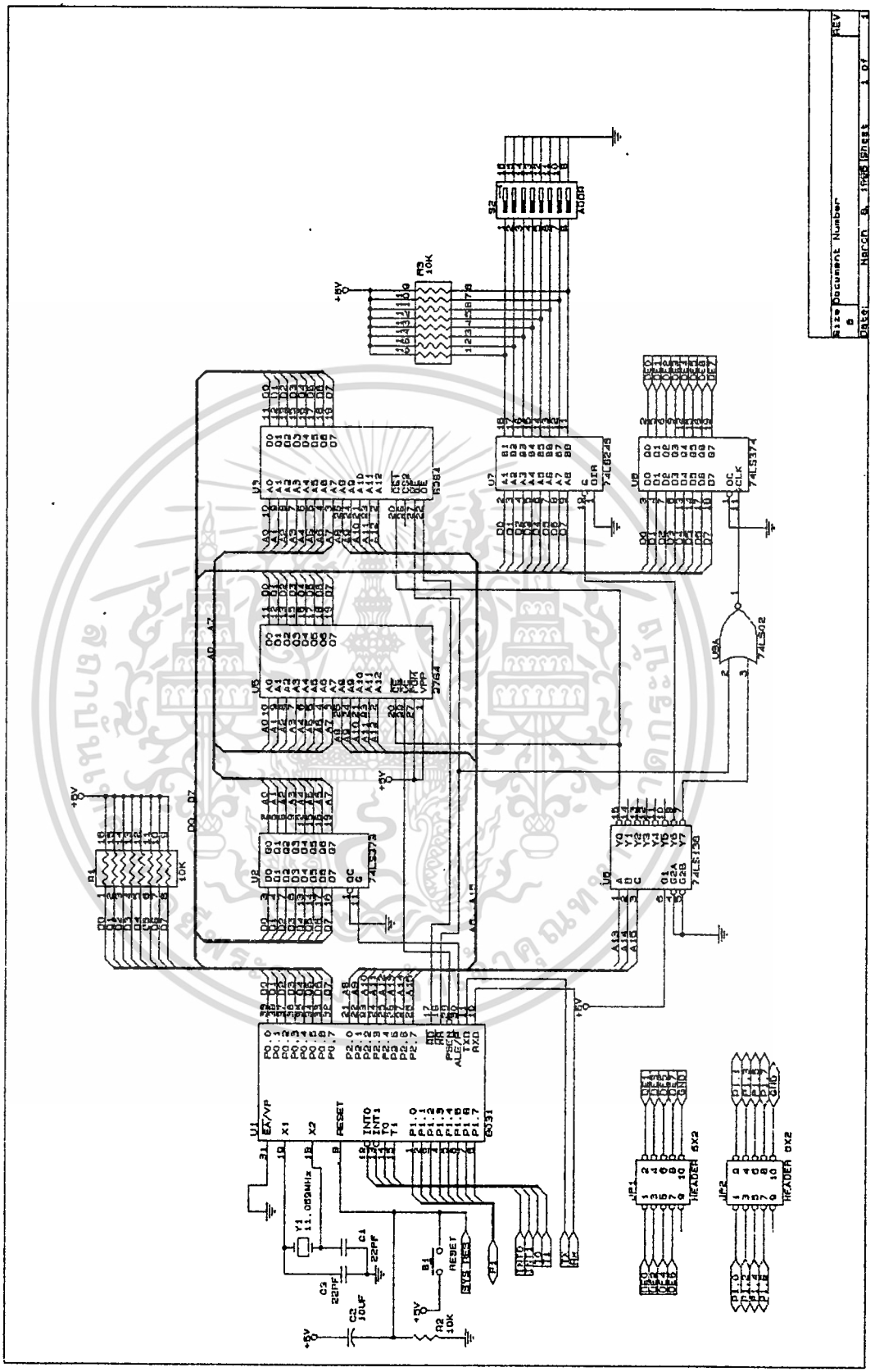
รูปที่ 3.1.5 แสดงวงจรส่วนแสดงผลแผ่นที่ 4/4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



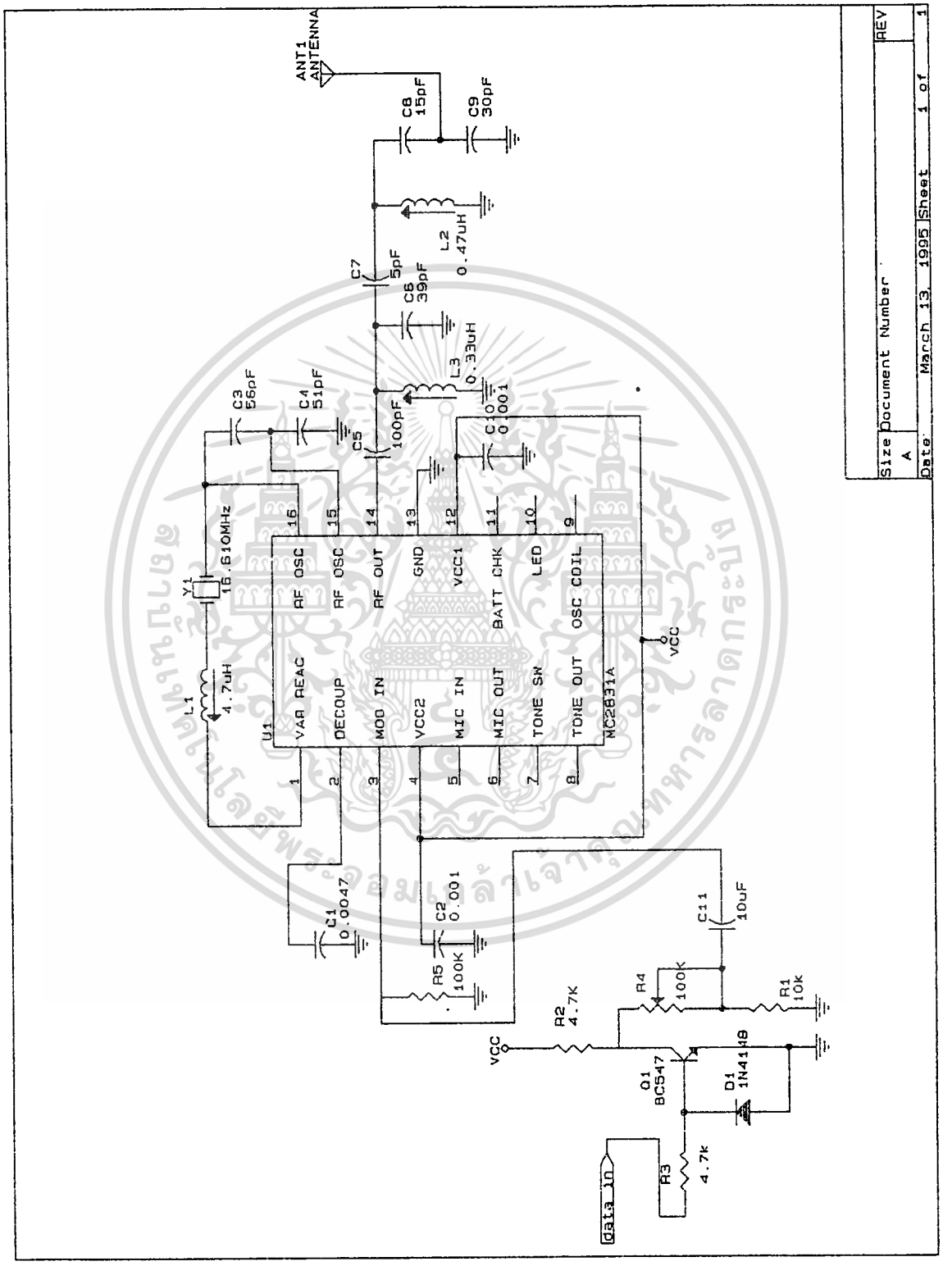
รูปที่ 3.1.6 แสดงวงจรส่วนควบคุมการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



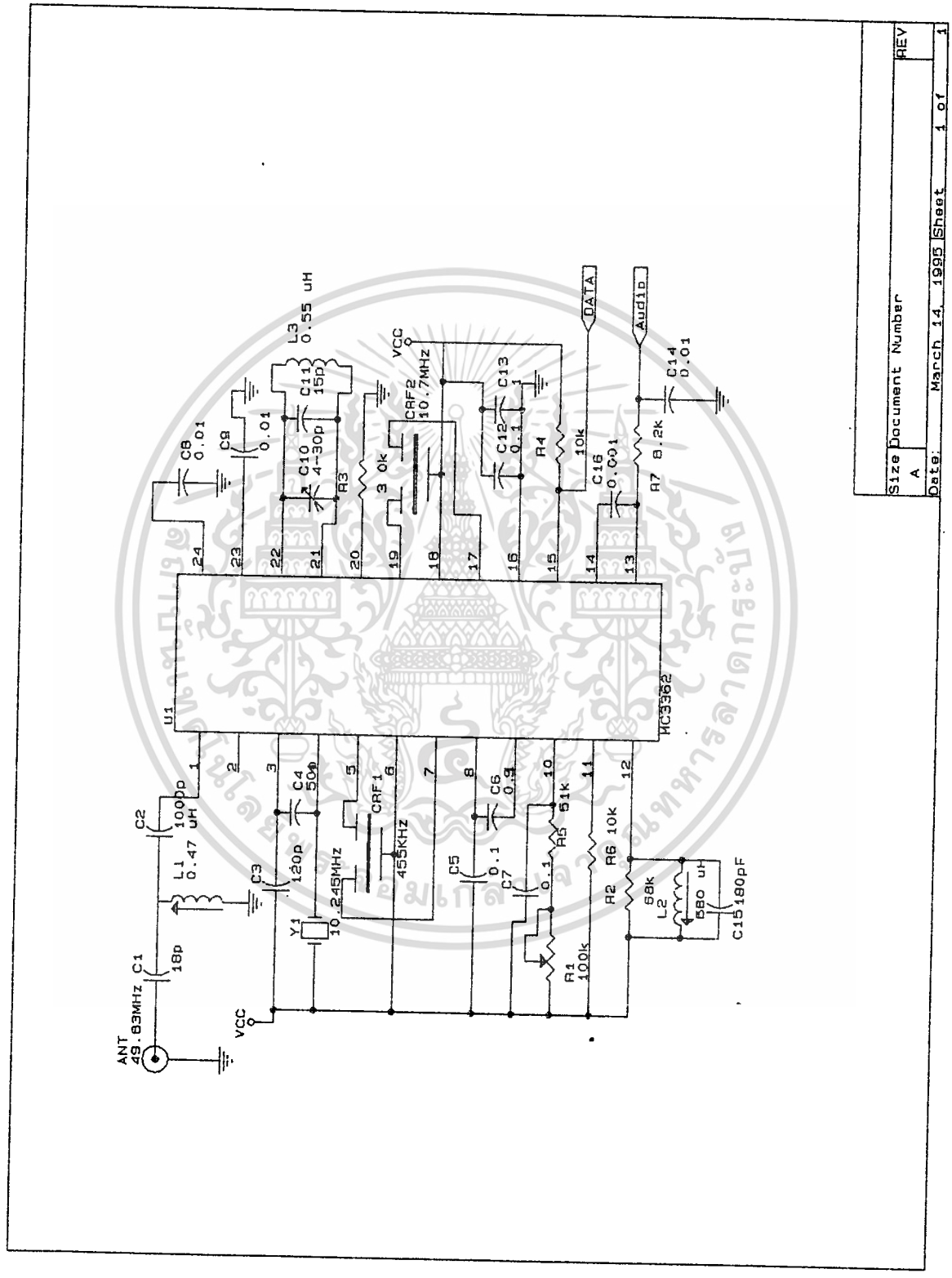
รูปที่ 3.1.7 แสดงวงจรส่วนตรวจสอบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.8 แสดงวงจรเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

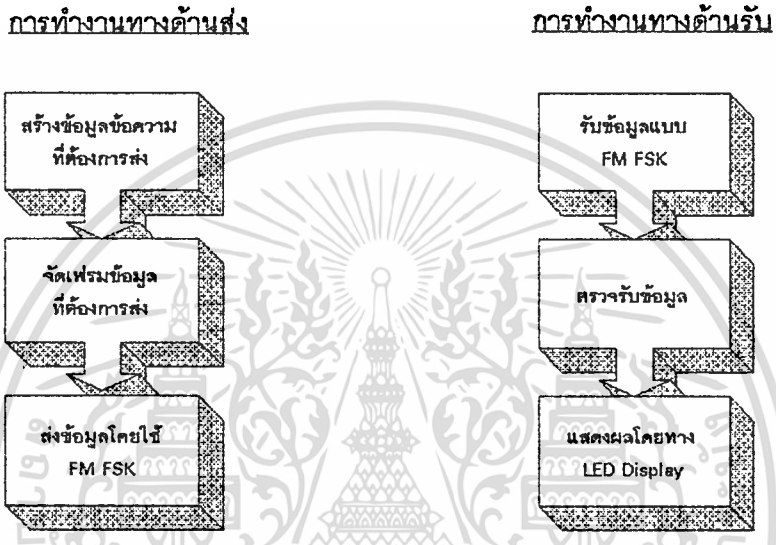


รูปที่ 3.1.9 แสดงวงจรเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2การออกแบบการทำงานในส่วนของโปรแกรม

โครงงานนี้เป็นการส่งข้อมูลซึ่งเป็นข้อความตัวอักษรซึ่งอยู่ในรูปสัญญาณดิจิตอล โดยจะส่งจากคอมพิวเตอร์โดยเครื่องส่งไปที่เครื่องรับ ในการส่งข้อมูลเราจะใช้คลื่นวิทยุโดยการมอดดูเลชั่นแบบ Frequency Shift Keying (FSK) ที่เครื่องรับจะรับสัญญาณ แล้วทำการดีมอดดูเลชั่น จะได้ข้อมูลซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้มาทำการแสดงผล โดยจะมีการตรวจสอบแอดเดรสและความถูกต้องของข้อมูลเพื่อที่จะนำไปแสดงผลบนจอ LED โดยการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.2.1



รูปที่ 3.2.1 แสดงการทำงาน

การส่งข้อมูล

การทำงานทางด้านส่ง เริ่มจากเราทำการป้อนข้อความที่ต้องการส่งไปแสดงผลที่ LED Board ผ่านทาง Editor แล้วจะนำข้อความที่ได้นั้นไปเปิดตาราง Font เพื่อให้ได้ข้อมูลการแสดงผลของตัวอักษรแต่ละตัวออกมา เมื่อได้ข้อมูลแล้วก็จะมีการจัดเรียงข้อมูลเพื่อทำการส่ง โดยจะมีการเพิ่มแฟล็ก(flag),เพิ่มแอดเดรส และเข้าระหัสเพื่อตรวจสอบความผิดพลาดในการรับส่ง ข้อมูลที่ได้จะส่งไปให้เครื่องส่งเพื่อทำการส่งออกอากาศไปยังเครื่องรับ

ในส่วนเครื่องรับจะทำการรับสัญญาณวิทยุทำการดีม อดูเลตสัญญาณซึ่งจะได้สัญญาณ ดิจิตอลแล้วจะทำการตรวจแอดเดรสของข้อมูลว่าเป็นข้อมูลที่ส่งมาให้เครื่องรับเครื่องนี้หรือไม่ ถ้าตรงก็จะทำการรับข้อมูลเข้ามาจนครบ ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ถ้าผิดพลาดก็จะไปรอรับข้อมูลที่จะเข้ามาใหม่ ถ้าถูกต้องก็จะส่งข้อมูลไปให้ LED Board เพื่อทำการแสดงผลต่อไป โดยสามารถออกแบบโปรโตคอลได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบโปรโตคอล

การออกแบบโปรโตคอลเราออกแบบให้มีลักษณะการทำงานที่ง่ายใช้เวลาในการทำงานน้อย เพราะเราให้การรับข้อมูลของโหนดโปรเซสเซอร์(node processor)เป็นการทำงานเป็นโปรเซสแบคกราวน์(background) โดยโหนดจะทำงานอย่างอื่นอยู่แต่เมื่อมีข้อมูลส่งเข้ามาจะเกิดอินเทอร์ รัพท์ขึ้นเพื่อให้หยุดการทำงานนั้นแล้วไปทำการรับข้อมูลก่อน โดยเราออกแบบโปรโตคอลในการรับส่งข้อมูลดังนี้

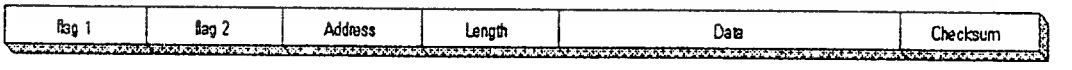
เพื่อให้เครื่องรับหรือโหนดโปรเซสเซอร์ทราบจุดเริ่มต้นของข้อมูลเราจะใส่ข้อมูลซึ่งเรียกว่าแฟล็กเข้าไปโดยค่าของแฟล็กเพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำกับค่าของข้อมูลเราจะใส่แฟล็กเข้าไป 2 ค่าคือ แฟล็ก 1 และแฟล็ก 2 โดยก่อนการส่งข้อมูลต้องมีการตรวจสอบว่าข้อมูลตรงกับค่าแฟล็กทั้งสองหรือไม่ถ้าตรงเราต้องแปลี่ยนค่าข้อมูลเป็นค่าอื่น เราเลือกค่าแฟล็กไว้ให้มีค่า 18 ฐานสิบหกเป็นแฟล็ก 1 และค่า 24 ฐานสิบหก เป็นแฟล็ก 2 โดยดูจากโอกาสที่จะมีข้อมูลจะซ้ำกับแฟล็กเป็นไปได้น้อยมาก

เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลแบบกระจาย(Broadcasting) โดยสามารถส่งข้อมูลไปให้เครื่องรับหลายๆตัวได้โดยเครื่องรับแต่ละตัวจะเลือกรับเฉพาะข้อมูลของตัวเอง เราจึงใส่แอดเดรสของข้อมูลเข้าไปด้วยซึ่งแอดเดรสมีขนาด 8 บิททำให้เราสามารถส่งข้อมูลได้ 258 แอดเดรสที่แตกต่างกัน

และเพื่อให้โหนดโปรเซสเซอร์สามารถรับข้อมูลได้ครบตามที่ส่งไปเราจะเพิ่มส่วนแสดงขนาดข้อมูลเข้าไปด้วย

ในการส่งข้อมูลอาจเกิดการผิดพลาดของข้อมูลทำให้เราต้องเพิ่มส่วนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยเราจะใช้วิธีการตรวจสอบผลบวกของข้อมูลทั้งหมด (checksum) โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากการบวกกันของข้อมูลทั้งหมดใส่เพิ่มเข้าไปตรงส่วนท้ายของข้อมูล และเมื่อเครื่องรับรับข้อมูลไปก็จะนำข้อมูลไปบวกกันแล้วเปรียบเทียบว่ามีค่าตรงกันหรือไม่

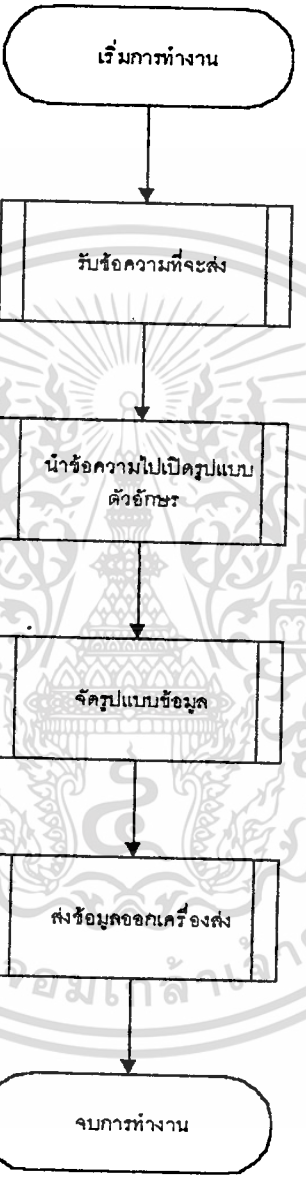
จากความต้องการทั้งหมดนี้เราจะออกแบบโปรโตคอลได้ดังนี้



รูปที่ 3.2.2แสดงโปรโตคอลในการรับส่งข้อมูล

จากการทำงานคร่าวๆ เราสามารถออกแบบการทำงานดังนี้

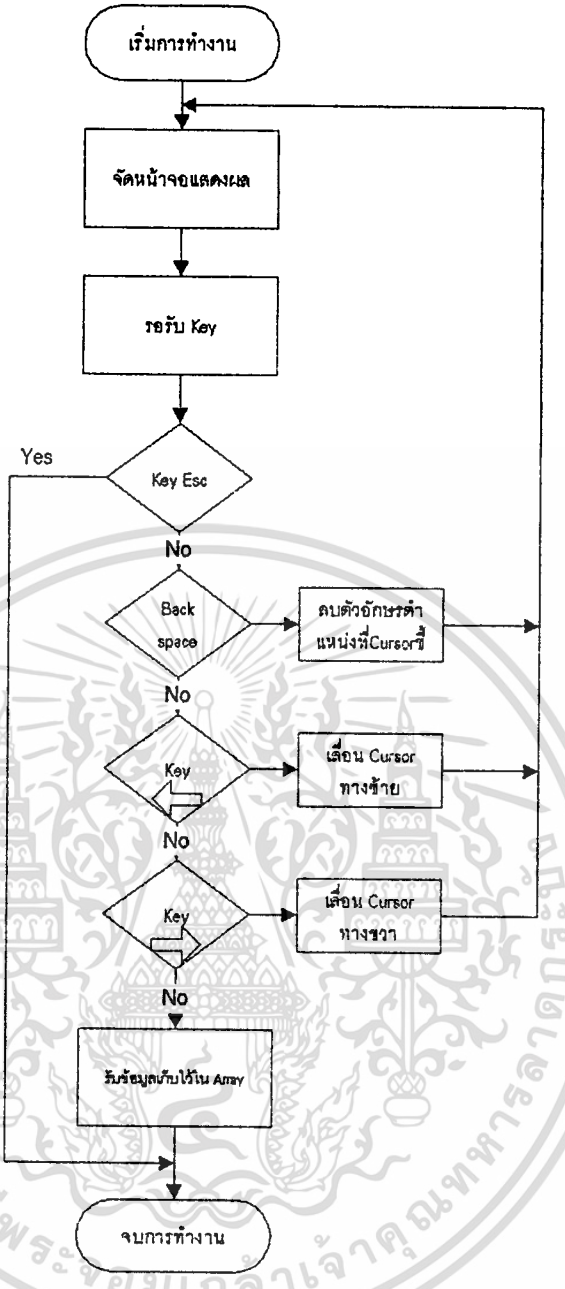
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.3 แสดงFlow Chart การทำงาน

การรับข้อความจะใช้ อีดิเตอร์เป็นตัวรับข้อมูลที่ป้อนเข้ามา โดยอีดิเตอร์ที่ใช้จะเป็นอีดิเตอร์แบบง่ายๆ โดยสามารถรับข้อความได้ 256 ตัวอักษร มีลักษณะการทำงานดังรูป

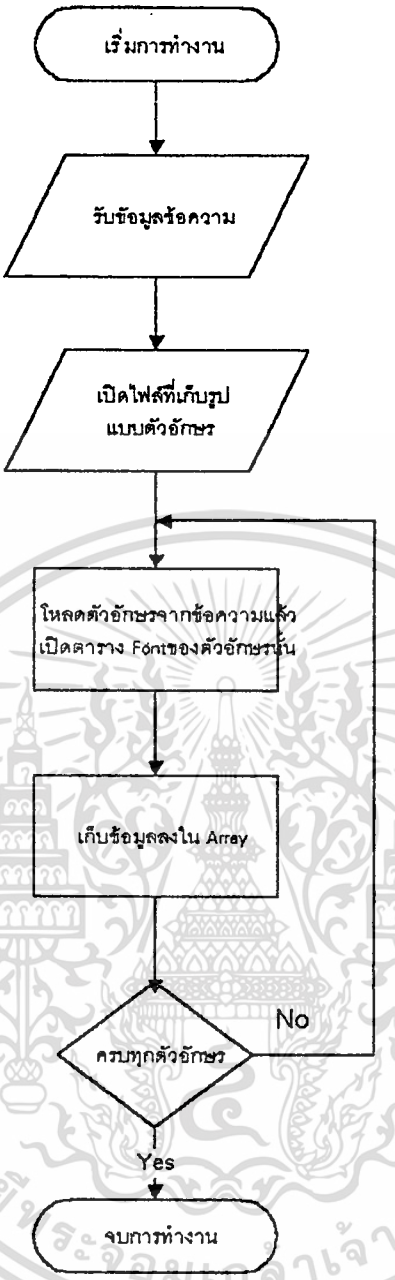
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.4 แสดงการทำงานของอีดิเตอร์

เมื่อได้ข้อมูลที่เป็นข้อความที่จะนำมาทำการแสดงผลแล้ว เราจะนำข้อมูลนั้นมาทำการเปิดตาราง Font เพื่อจะได้ข้อมูลการแสดงผลของตัวอักษรแต่ละตัว โดยในการแสดงผลเราจะใช้ข้อมูล 8 ไบต์ต่อ 1 ตัวอักษร การทำงานจะเป็นดังรูป

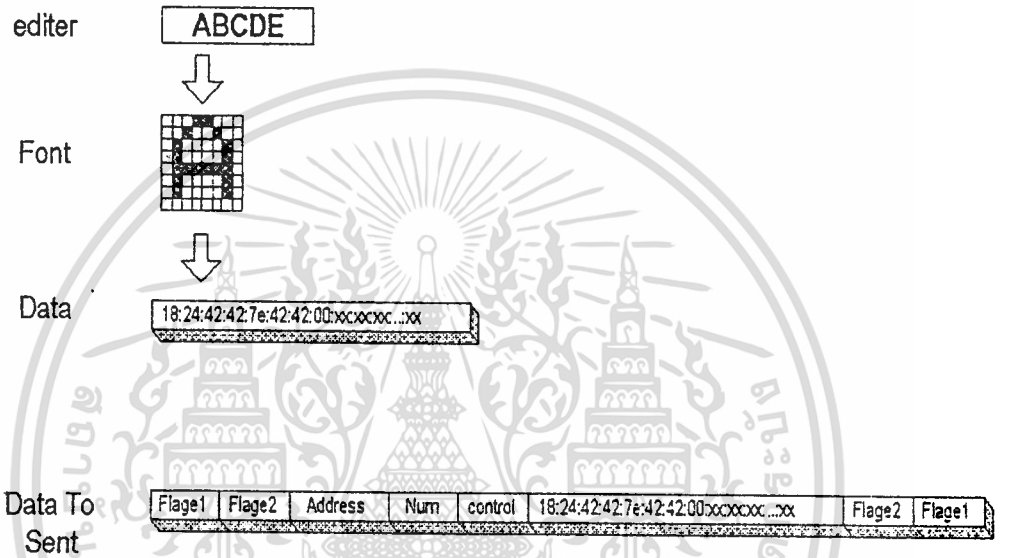
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.5 แสดงการสร้างข้อมูลการแสดงผล

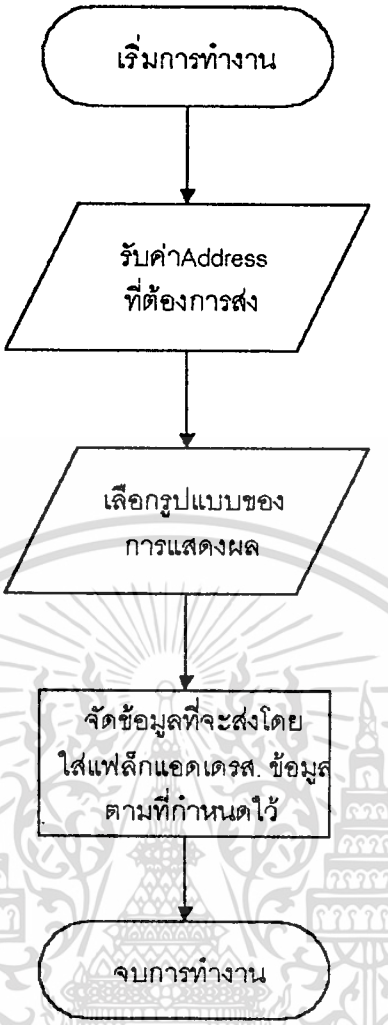
ในขั้นตอนต่อไปจะทำการจัดข้อมูลเพื่อส่งออกไปยัง LED Board โดยจะเพิ่มข้อมูลที่เป็นแฟล็ก,แอดเดรส,ขนาดของข้อมูลที่ทำการส่ง และเพิ่มข้อมูลการเข้าระหัสเพื่อตรวจสอบความผิดพลาด นอกจากนี้ยังเพิ่มข้อมูลในการควบคุมการแสดงผลบน LED Board โดยสามารถควบคุมให้แสดงผลได้ 3 แบบ คือ การแสดงผลแบบตัวอักษรอยู่กับที่, แบบตัวอักษรเลื่อนทางซ้าย และแบบตัวอักษรเลื่อนทางขวา ข้อมูลทั้งหมดนี้จะทำการส่งออกไปให้เครื่องส่งทางพอร์ทอนุกรมของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.6 แสดงข้อมูลที่ได้จากการทำงานขั้นตอนที่ผ่านมา

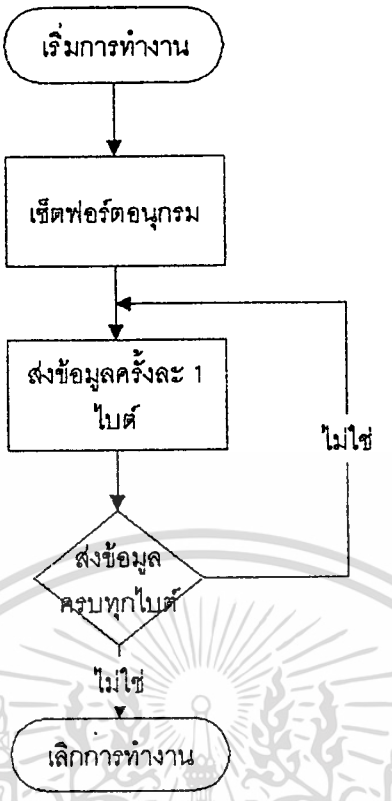
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.7 แสดงการจัดเรียงข้อมูล

เมื่อเราได้ข้อมูลทั้งหมดแล้วต่อไปก็จะเป็นการส่งข้อมูล โดยจะส่งข้อมูลจากพอร์ทอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องส่งเพื่อส่งออกไปยังเครื่องรับ เริ่มแรกจะทำการเซตสถานะการทำงานของพอร์ท โดยจะปรับให้มีอัตราการส่งข้อมูล 4800 บิตต่อวินาที มี 1 บิทเริ่มต้น 1 บิทสิ้นสุด และไม่มีการเช็คพาริตี้บิท ขั้นตอนการส่งจะเป็นดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



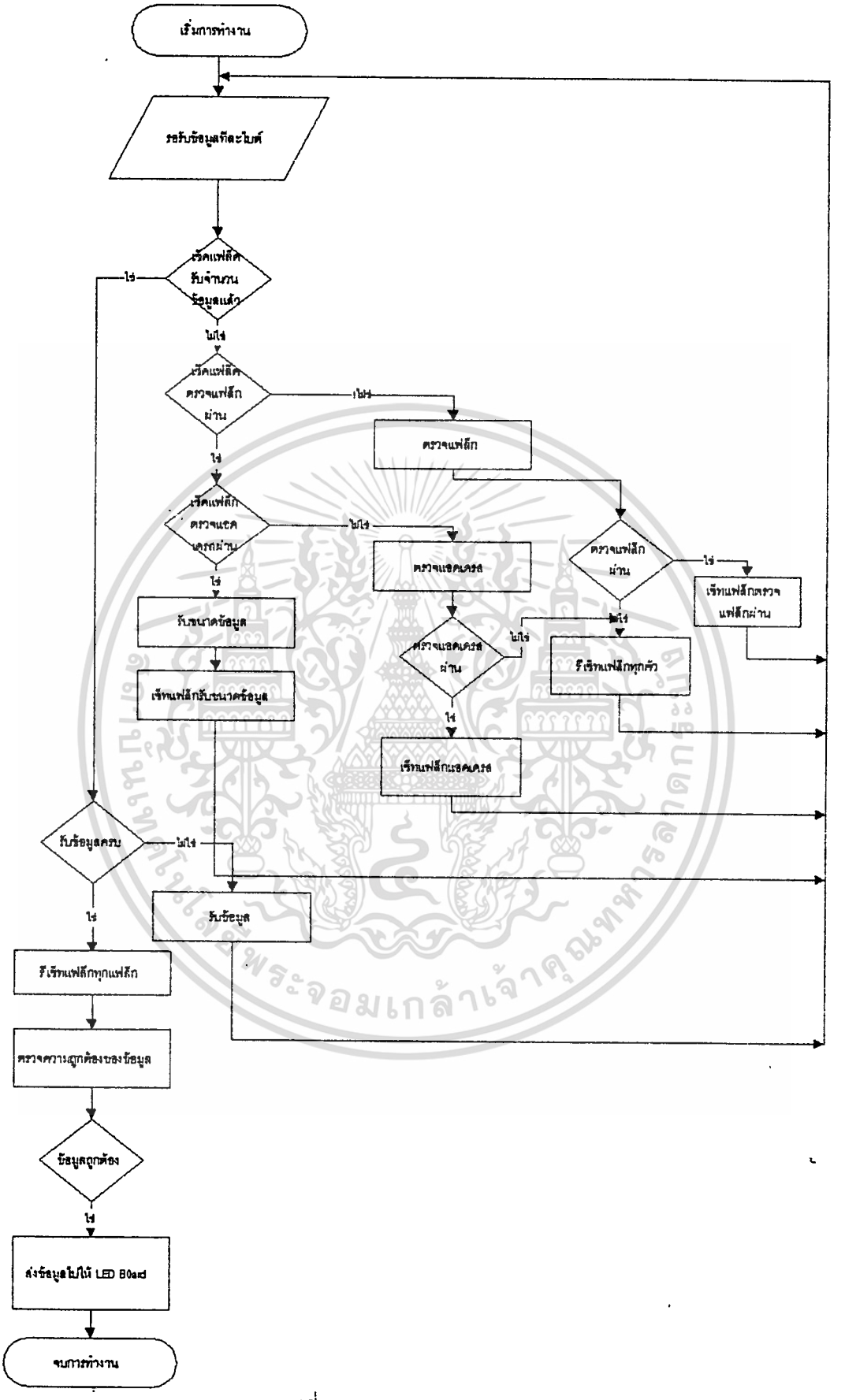
<u>การรับข้อมูล</u>

เครื่องรับจะรับสัญญาณวิทยุที่ส่งมาจากเครื่องส่ง ทำการดีมอดสัญญาณ ซึ่งจะได้ข้อมูล ดิจิตอลออกมา เราจะใช้ข้อมูลที่ได้นี้ไปทำการแสดงผลต่อไป

การทำงานทางด้านเครื่องรับนี้เราจะแยกการทำงานออกเป็นสองส่วนคือ การทำงานของส่วนรับข้อมูล และการทำงานของส่วนแสดงผล

โดยตัวรับข้อมูลจะรับข้อมูลเฉพาะข้อมูลที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสของตัวรับ จะมีการตรวจเช็คข้อมูลที่เป็นแฟล็กข้อมูล ข้อมูลที่เป็นแอดเดรสข้อมูล รับข้อมูลที่ระบุขนาดของข้อมูล และจะรับข้อมูลการแสดงผลเข้ามาตามขนาดของข้อมูลที่รับเข้ามานี้ เมื่อรับข้อมูลครบก็จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ถ้าข้อมูลที่รับเข้ามาถูกต้องก็จะส่งข้อมูลให้กับส่วนแสดงผลแล้วกลับไปรอรับข้อมูลที่จะส่งมาอีก จะแสดงการทำงานดังรูป

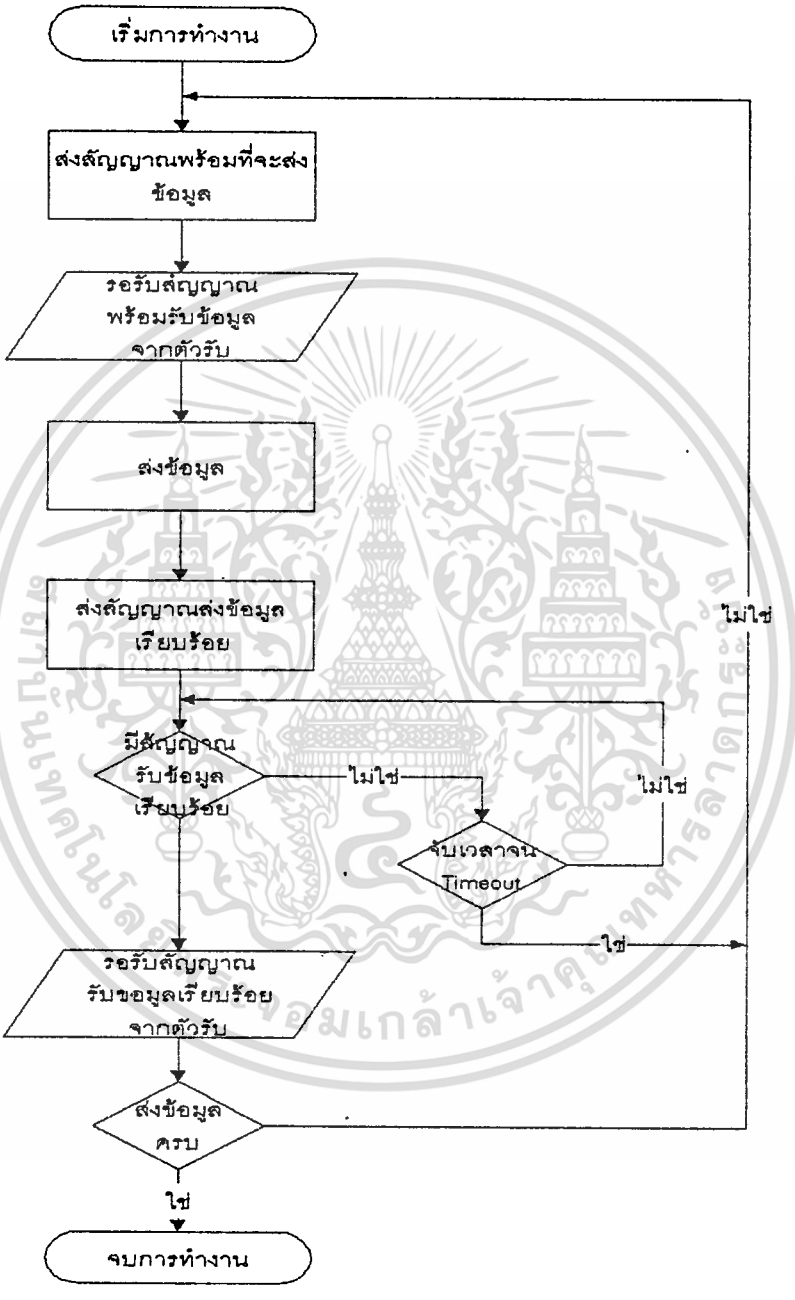
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.8 แสดงการรับข้อมูล

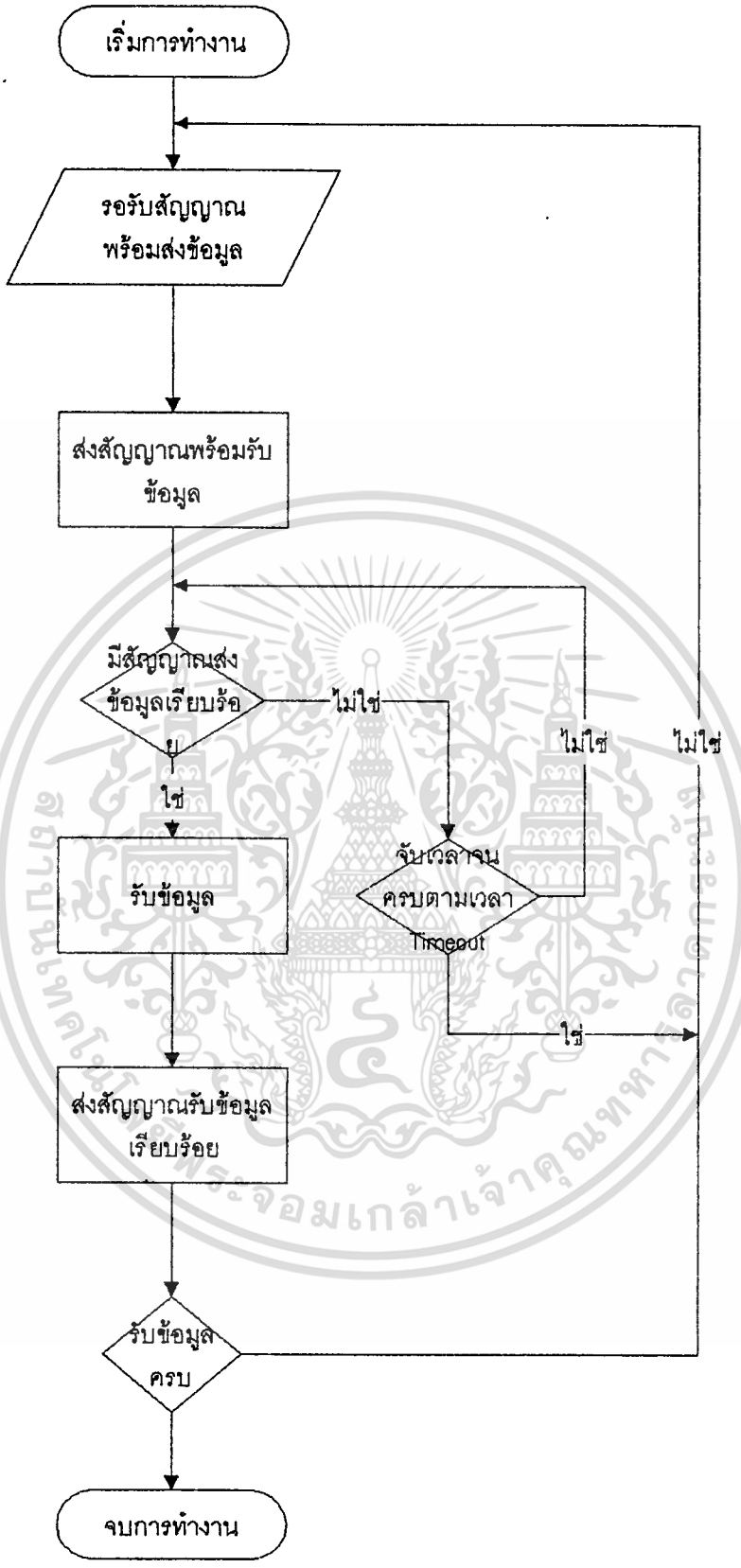
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการส่งข้อมูลจากส่วนการรับข้อมูล ไปให้ส่วนแสดงผล(LED Board) เราจะทำการส่งข้อมูลแบบขนาน โดยใช้วิธีการส่งแบบ Handshaking วึ่งจะมีการควบคุมการรับส่งข้อมูลให้มีการส่งข้อมูลปุ๊กงกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูล โดยจะแสดงวิธีการรับส่งข้อมูลดังนี้



รูปที่ 3.2.9 แสดงการส่งข้อมูลแบบ Handshaking

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

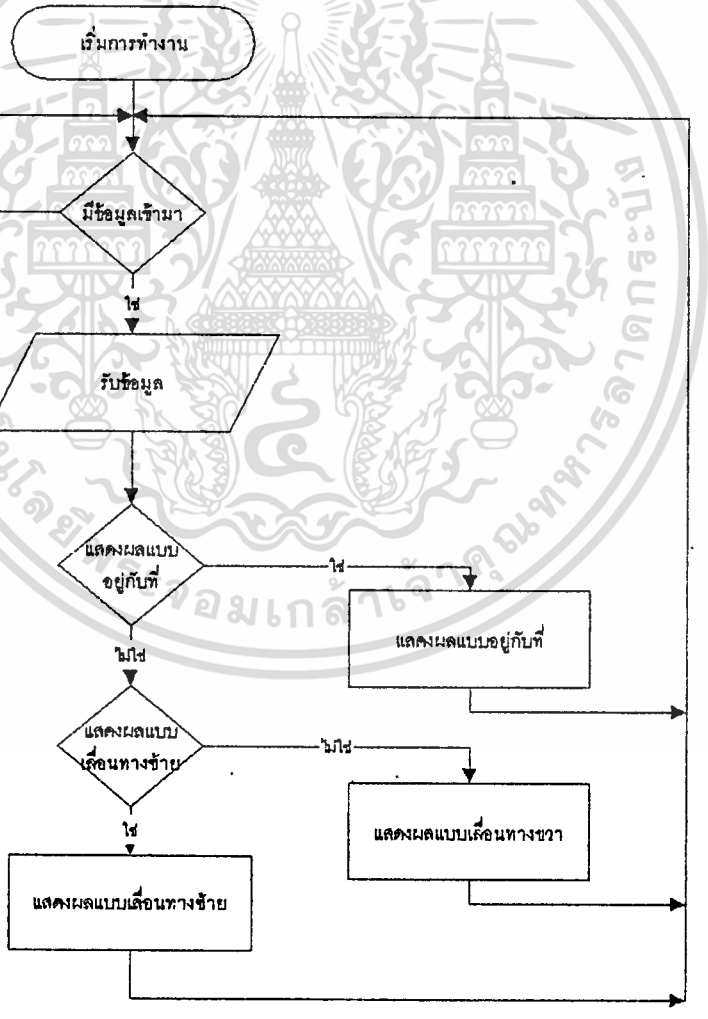


รูป 3.2.10 แสดงการรับข้อมูลแบบ Handshaking

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการรับข้อมูลนั้นมีความสำคัญมากเพื่อให้สามารถรับข้อได้ตลอดเวลาเราจึงให้การรับข้อมูลเข้ามานั้นเป็นการทำงานแบบอินเทอร์รัพท์ โดยเมื่อมีข้อมูลเข้ามาทางพอร์ทอนุกรม ส่วนของการรับข้อมูลก็จะหยุดการทำงานในขณะนั้นแล้วเข้าไปทำการรับข้อมูล ในการออกแบบเราจึงให้การรับข้อมูลเป็นการทำงานในโหมดอินเทอร์รัพท์ ส่วนการส่งข้อมูลไปให้ LED Board เป็นการทำงานปกติ

การทำงานของส่วนแสดงผลเริ่มจากการรับข้อมูลมาจากส่วนรับข้อมูล โดยข้อมูลที่รับมาจะประกอบด้วย ข้อมูลแสดงขนาดของข้อมูลทั้งหมดข้อมูลควบคุมรูปแบบการแสดงผล และข้อมูลในการแสดงผล เมื่อ ส่วนแสดงผลรับข้อมูลเข้ามาแล้วก็จะทำการแสดงผลตามรูปแบบการแสดงผลที่กำหนดมา โดยจะมีรูปแบบการแสดงผล 3 แบบ คือ การแสดงผลแบบตัวอักษรอยู่กับที่มีการแสดงผลแบบตัวอักษรเลื่อนทางซ้าย และ การแสดงผลแบบตัวอักษรเลื่อนทางขวา โดยจะมีการทำงานดังรูป

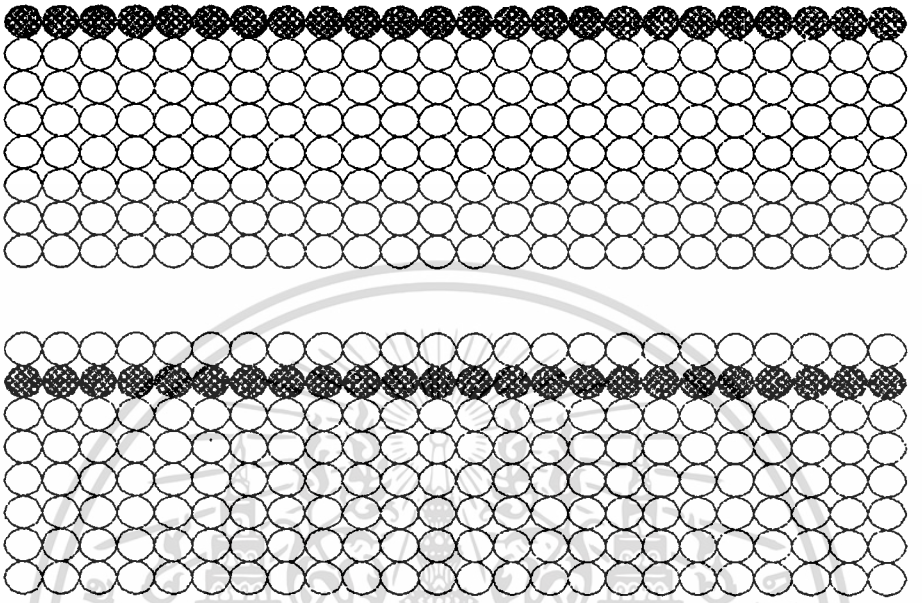


รูปที่ 3.2.11

ส่วนแสดงผลนั้นเราใช้ตัว ไดโอดเปล่งแสง (LED) เป็นบอร์ดขนาด 8×72 จุด โดยจะทำการแสดงผลได้ 9 ตัวอักษร เนื่องจากบอร์ดมีความกว้างมากจึงไม่สามารถแสดงผลในแนวคอลัมได้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะจะเกิดการแสดงผลที่ไม่สม่ำเสมอคือไม่สามารถทำให้เกิดภาพติดตาได้ เราจึงต้องเปลี่ยนมาแสดงผลในแนวแถวแทน โดยแสดงผลด้วยการสแกนทีละแถว ซึ่งจะทำให้การแสดงผลของการกระพริบของภาพได้ แต่การทำงานจะยุ่งยากขึ้น โดยเฉพาะการแสดงผลแบบเลื่อน ซึ่งจะได้อธิบายการทำงานต่อไป

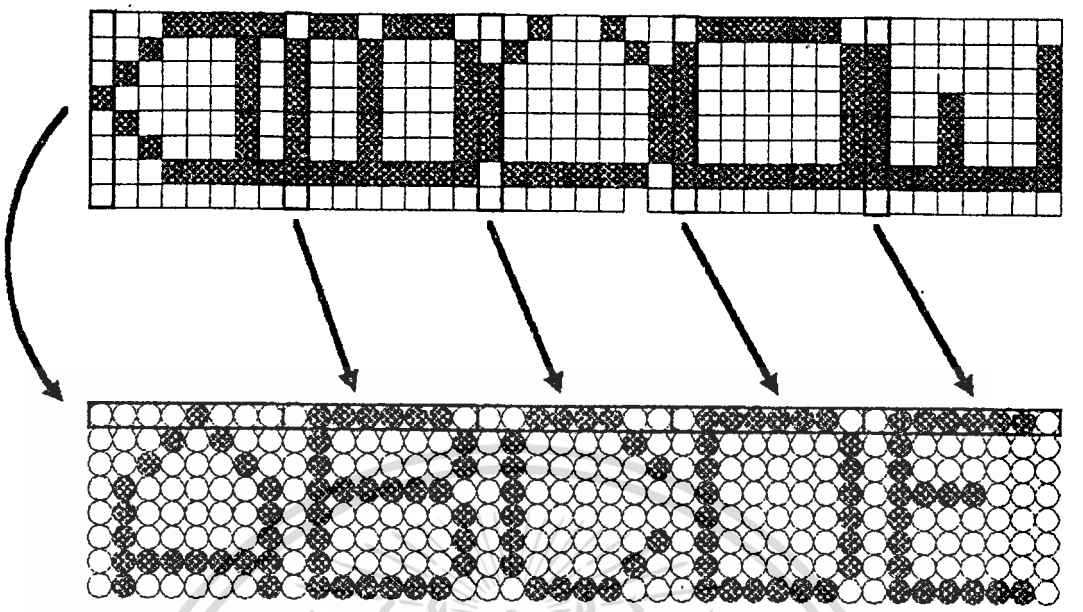


รูปที่ 3.2.12 แสดงการแสกนตามแถว

การนำข้อมูลมาแสดงผลบน LED Board ทำโดยการนำข้อมูลที่จะแสดงผลในแต่ละแถวใส่ลงในบัฟเฟอร์(buffer)เมื่อครบทั้งแถวแล้วก็จะให้แสดงผลในแถวนั้น และทำแถวต่อไปจนครบ 8แถว แล้วจะมาเริ่มทำรอบใหม่ โดยความเร็วในการแสดงผลของแต่ละแถวต้องเร็วพอที่จะไม่ทำให้เกิดการกระพริบ และรอบของการวนลูปต้องนานพอที่จะทำให้เราสามารถอ่านได้ และด้วยเหตุผลนี้ทำให้เราแสดงผลโดยใช้ส่วนที่เรียกว่า วีดีโอแรม โดยส่วนนี้จะมีหน้าที่นำข้อมูลที่อยู่ในตัวมันออกไปแสดงผลโดยอัตราการแสกนที่คงที่และไม่ทำให้เกิดการกระพริบ โดยจะแสดงการทำงานของส่วนวีดีโอแรมดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วีดีโอแรม



LED Board

รูปที่ 3.2.13 แสดงการทำงานของวีดีโอแรม

การแสดงผลเราจะแสดงผลได้ 3 รูปแบบดังที่กล่าวมาแล้วคือ การแสดงผลแบบตัวอักษรอยู่กับที่การแสดงผลแบบตัวอักษรเลื่อนทางซ้าย และการแสดงผลแบบตัวอักษรเลื่อนทางขวา แต่ทั้ง 3 วิธีนี้จะใช้วีดีโอแรมในการแสดงผลเหมือนกัน ต่างกันตรงวิธีการที่จะนำข้อมูลลงในวีดีโอแรม โดยจะแยกอธิบายดังนี้

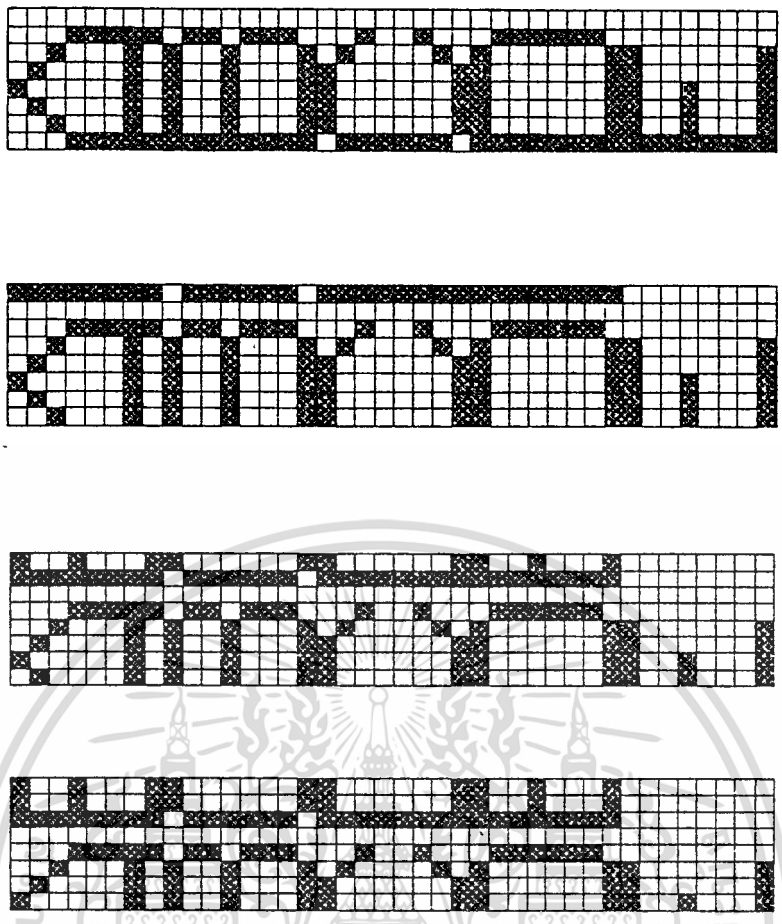
การแสดงผลแบบตัวอักษรอยู่กับที่

การแสดงผลแบบานี้จะใช้กับการแสดงผลข้อความที่มีจำนวนตัวอักษรไม่เกิน 9 ตัวอักษร ในการแสดงผลเราจะใส่ข้อมูลทั้งหมดลงไปในวีดีโอแรมแล้วสั่งให้ส่วนวีดีโอแรมทำงาน วีดีโอแรมก็จะนำข้อความที่อยู่ในตัวมันออกไปแสดงผล

การแสดงผลแบบตัวอักษรเลื่อนทางซ้าย

การแสดงผลแบบนี้จะทำการใส่ข้อมูลลงในวีดีโอแรมทีละตัวอักษรแล้วทำการเลื่อนข้อมูลไปทางซ้ายในขณะที่วีดีโอแรมทำงาน โดยวิธีการแสดงผลแบบนี้จะทำให้แสดงผลข้อความได้ไม่จำกัดตัวอักษร โดยแสดงการทำงานดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

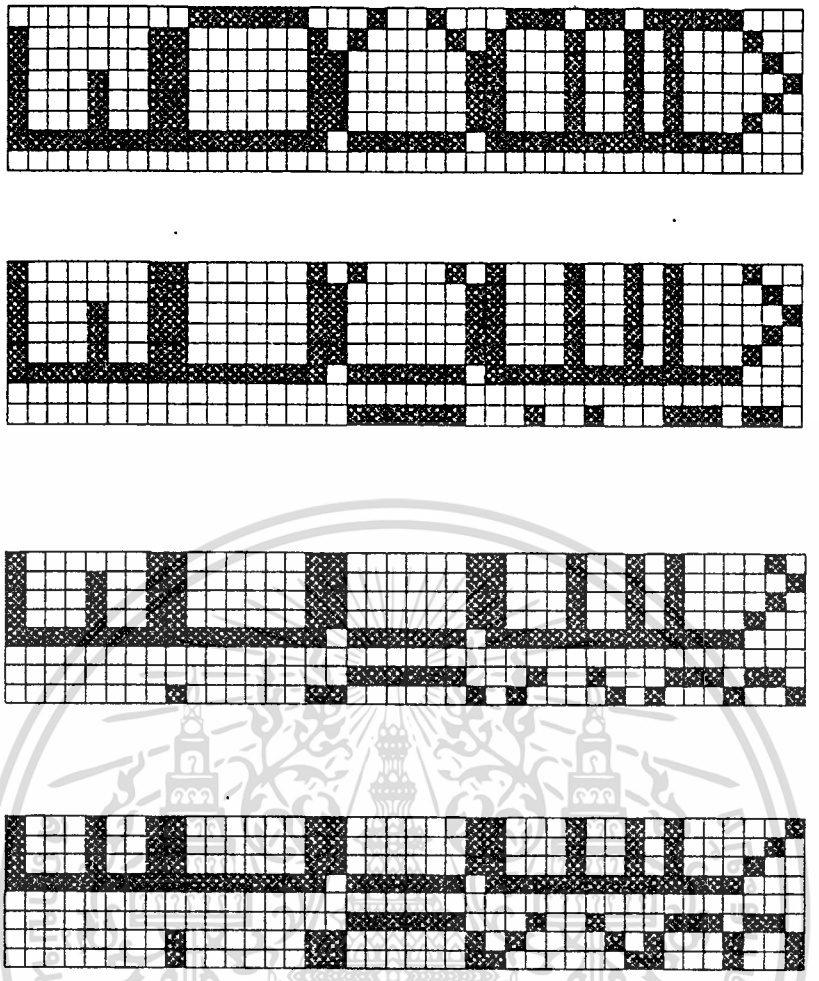


รูปที่ 3.2.14 แสดงการเลื่อนข้อมูลในวีดีโอแรมในการแสดงผลแบบตัวอักษรเลื่อนทางซ้าย

การแสดงผลแบบตัวอักษรเลื่อนทางขวา

การแสดงผลแบบนี้จะเหมือนกับแบบตัวอักษรเลื่อนทางซ้ายต่างกันตรงการแสดงผลแบบเลื่อนทางซ้ายจะใส่ข้อมูลลงในวีดีโอแรมทางด้านขวา แล้วเลื่อนข้อมูลมาทางซ้าย ส่วนการแสดงผลแบบนี้จะใส่ข้อมูลลงในวีดีโอแรมทางด้านซ้ายแล้วเลื่อนข้อมูลมาทางขวา ซึ่งแสดงดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



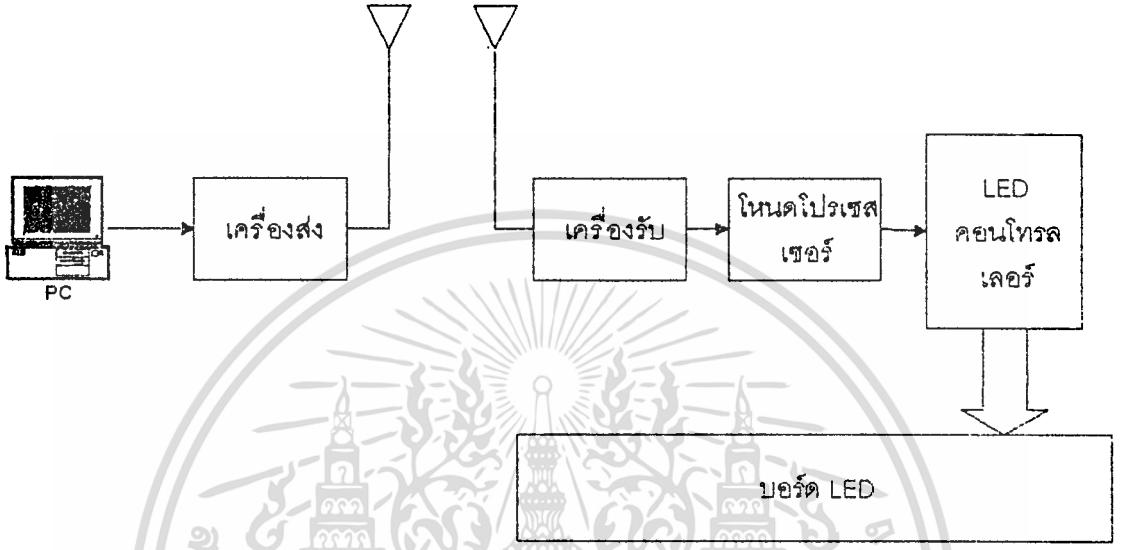
รูปที่ 3.2.15 แสดงการเลื่อนข้อมูลในวีดีโอแรมของการแสดงผลแบบตัวอักษรเลื่อนทางขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

จากการทดลองโดยการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องลูกข่ายทางด้านรับโดยผ่าน RS -232 แทนการใช้คลื่นวิทยุ ดังรูป



รูปที่ 4.1 แสดงการทดลอง

ในการทดลองจะได้ผลการทดลองดังนี้

1 จากเครื่องคอมพิวเตอร์เราสามารถออกแบบรูปแบบตัวอักษรเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลได้ โดยขนาดของตัวอักษรมีขนาด 8(8 จุด ในการออกแบบตัวอักษรจะมีเมนูให้เราป้อนข้อมูลของตัวอักษรที่ต้องการออกแบบเมนูให้เราป้อนข้อมูลของตัวอักษรที่ต้องการออกแบบ

2 เราสามารถป้อนข้อความที่ต้องการแสดงผลบนอีดิเตอร์ได้โดยอีดิเตอร์เป็นอีดิเตอร์แบบง่ายๆ คือมี 1บรรทัด สามารถป้อนข้อมูลได้ 256 ตัวอักษร และสามารถบันทึกข้อมูลลงแฟ้มข้อมูลได้

3 เราสามารถนำข้อความที่เราป้อนเข้าไปทางอิดิเตอร์เปิดตารางรูปแบบตัวอักษรเพื่อหาข้อมูลการแสดงผลได้

4 เมื่อเราทดลองส่งข้อมูลโดยให้ค่าแอดเดรสตรงกับแอดเดรสของเครื่องลูกข่าย เครื่องลูกข่ายสามารถรับข้อมูลได้ และเมื่อเราส่งข้อมูลโดยให้แอดเดรสของข้อมูลไม่ตรงกับแอดเดรสของเครื่องรับ เครื่องรับก็ไม่สามารถรับข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

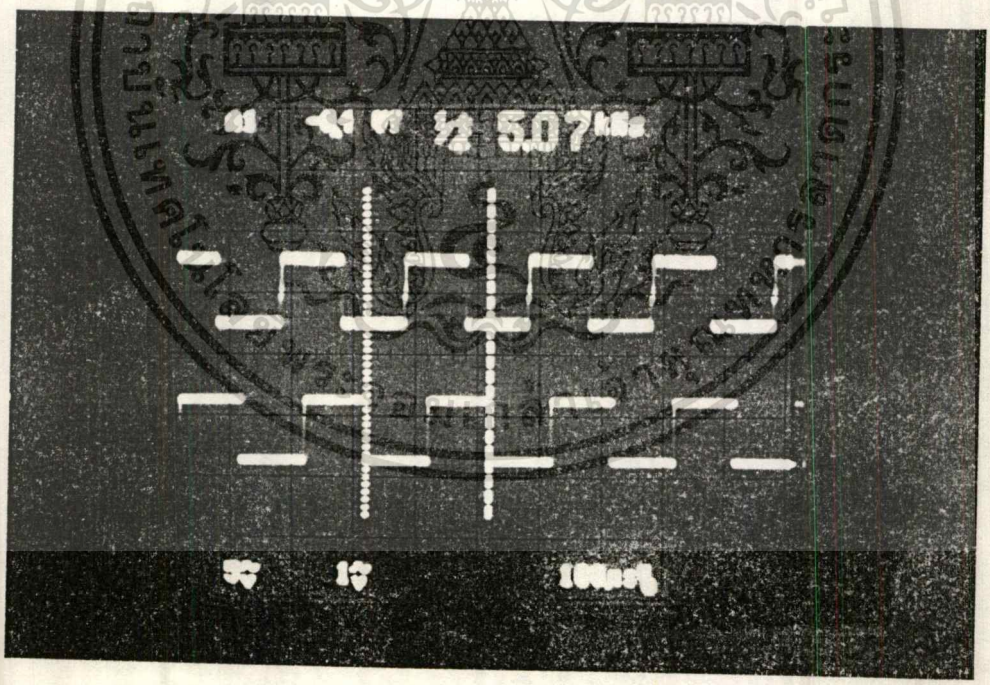
5 เมื่อเครื่องรับรับข้อมูลไปแล้วก็จะส่งไปยังส่วนแสดงผลเพื่อทำการแสดงผลแบบต่างๆ โดยเราสามารถควบคุมรูปแบบการแสดงผลได้จากการเลือกวิธีการแสดงผลจากหน้าจอคอมพิวเตอร์

6 การแสดงผลของ LED ยังสว่างไม่มากเท่าที่ควรเนื่องจากความเร็วในการทำงานของโปรแกรมมีความเร็วสูง ทำให้เวลาที่ LED สว่างมีค่าน้อย ซึ่งจะแก้ไขโดยการเพิ่มเวลาในการแสดงผล

7. การแสดงผลของ LED มีสัญญาณรบกวน เนื่องมาจากการบัดกรีโดยใช้วิธีเดินสายเชื่อมต่อกัน

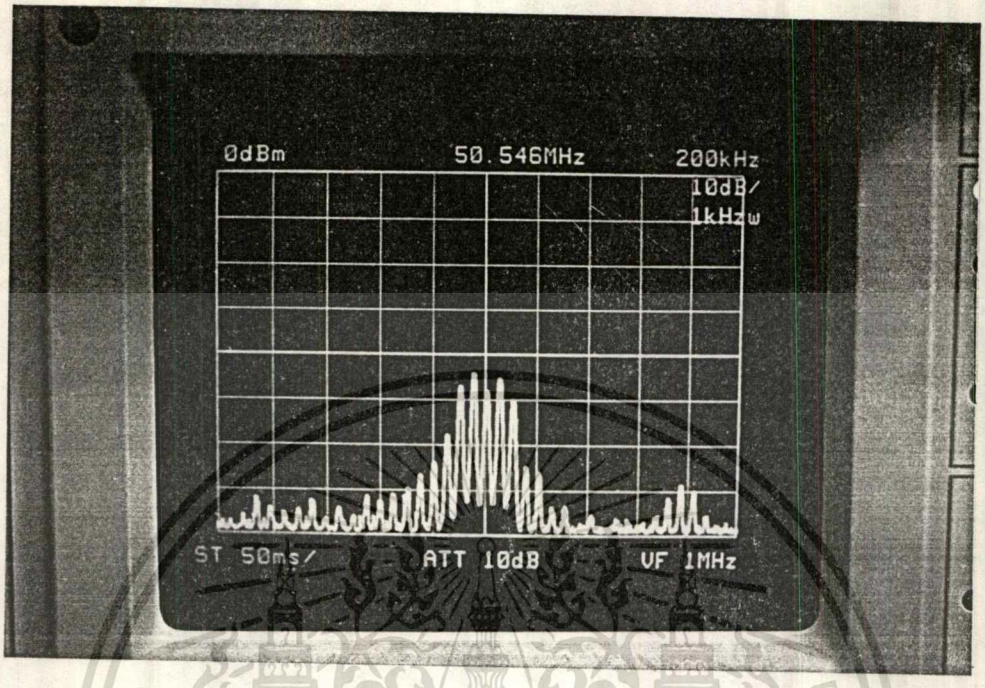
ผลการทดลองสำหรับเครื่องส่ง

ผลการทดลองที่ได้ปรากฏดังรูป

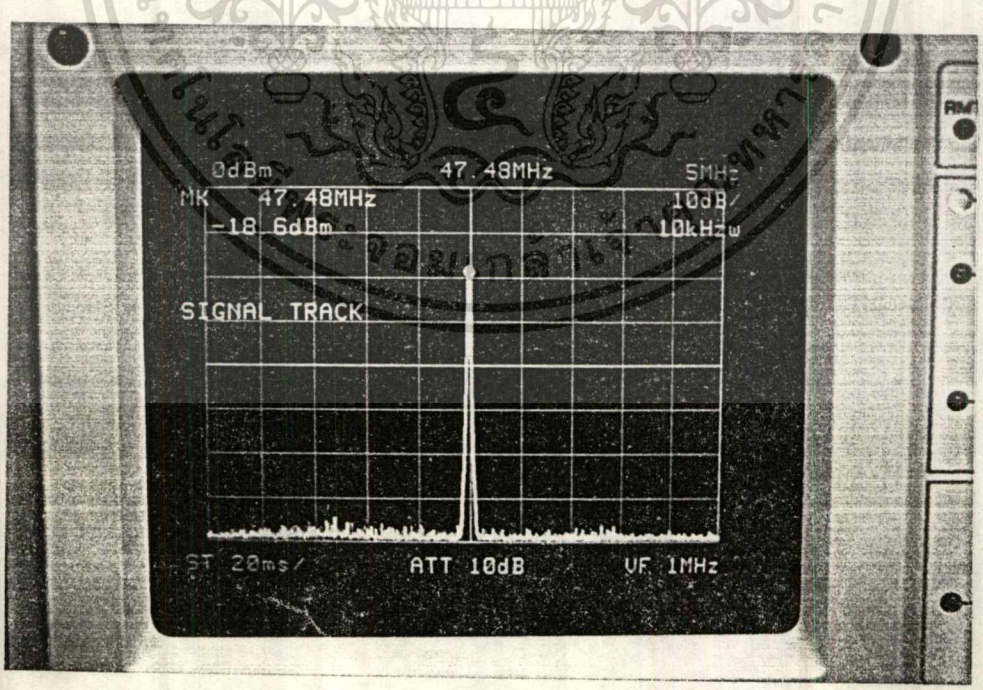


รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณก่อนมอดูเลตและหลังดีมอดูเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

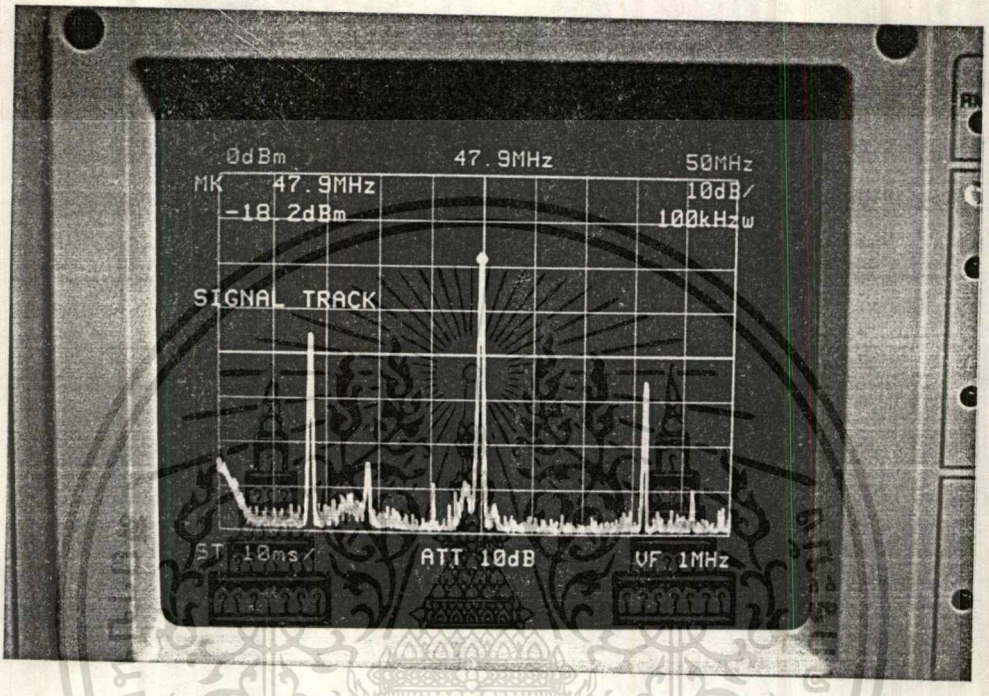


รูปที่ 4.3 แสดง spectrum ของสัญญาณที่มอดูเลตแล้ว



รูปที่ 4.4 แสดง spectrum ของสัญญาณคลื่นพาห์ขณะยังไม่ได้มอดูเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดง spectrum ของคลื่นพาห์และฮาร์มอนิคส์ที่ 2 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการส่งข้อมูล เนื่องมาจากสัญญาณรบกวนทั้งจากสายไฟที่ใช้เดินลายวงจร และโดยคลื่นวิทยุ และนอกจากนี้เครื่องส่งยังมีกำลังส่งน้อย จึงทำให้สัญญาณที่รับได้มีค่าต่ำ

การทดลองแสดงให้เห็นว่า สามารถประยุกต์ใช้ระบบส่งกระจายข้อมูล(BOARDCAST NETWORK) ในการส่งข้อมูลไปแสดงผลได้ ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับระบบแสดงผลต่าง ๆ ที่มีอยู่ทั่วไป ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายได้เมื่อเทียบกับการใช้สายเป็นตัวส่งข้อมูล

ข้อเสนอแนะในการพัฒนา

1. ระบบที่ทำนี้เป็นการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ทำให้ต้องมีสัญญาณ HAND SHANK แต่เนื่องจากการหลอกสัญญาณ HAND SHANK จึงเกิดการตรวจรับข้อมูลผิดพลาดบ้าง เช่น รับข้อมูลมาผิดลำดับบิท ควรแก้ไขโดยเปลี่ยนการส่งข้อมูลเป็นแบบซิงโครนัสแทน โดยใช้ IC ตระกูล Z80SIO หรือ 8251 ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้

2. เครื่องส่งที่ใช้นี้มีกำลังส่งน้อยเพราะเป็นเพียงการทดลอง หากจะใช้งานจริงควรจะส่งข้อมูลไปโดยระบบ FM SCA ซึ่งมีกำลังส่งสูงกว่าและประหยัดกว่า

3. ควรมีการทำ FORWARD ERROR CORECTION กับข้อมูลด้วย เพราะข้อมูลอาจจะผิดพลาดและฝ่ายส่งจะไม่รู้ว่าข้อมูลผิดพลาด ฝ่ายรับจึงต้องแก้ไขข้อมูลเอง

4. หากต้องการความเร็วในการส่งสูงขึ้นควรเปลี่ยนไปใช้วิธีการมอดูเลตแบบอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ในภาคผนวกนี้มี data sheet ของ IC ดังนี้

-MC2831A

-MC3362

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

MC2831A

LOW POWER FM TRANSMITTER SYSTEM

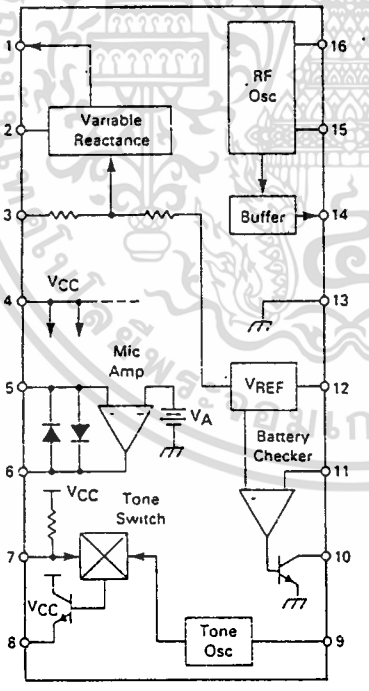
The MC2831A is a one-chip FM transmitter subsystem designed for cordless telephone and FM communication equipment. It includes a Microphone Amplifier, Pilot Tone Oscillator, Voltage Controlled Oscillator and Battery Monitor.

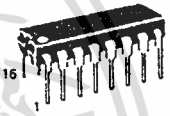
- Wide Range of Operating Supply Voltage (3.0 V–8.0 V)
- Low Drain Current (4.0 mA Typ Full Operation at V_{CC} = 4.0 V)
- Battery Checker (290 μA Typ at V_{CC} = 4.0 V)
- Low Number of External Parts Required

LOW POWER FM TRANSMITTER SYSTEM

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

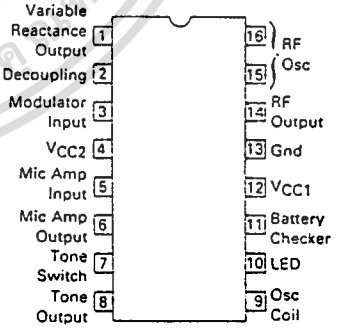




P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648

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

PIN ASSIGNMENTS



ORDERING INFORMATION

Device	Temperature Range	Package
MC2831AD	−30°C to +75°C	SO-16
MC2831AP		Plastic DIP

8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C, unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	V_{CC}	10	Vdc
Operating Supply Voltage Range	V_{CC}	3.0 to 8.0	Vdc
Battery Checker Output Sink Current	I_{LED}	25	mA
Junction Temperature	T_J	+150	°C
Operating Ambient Temperature Range	T_A	−30 to +75	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to +150	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC1} = 4.0 Vdc, V_{CC2} = 4.0 Vdc, T_A = 25°C, unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Pin	Min	Typ	Max	Unit
Drain Current	I_{CC1}	12	150	290	420	μA
Drain Current	I_{CC2}	4	2.2	3.6	6.5	mA
BATTERY CHECKER						
Threshold Voltage (LED Off — On)	V_{TB}	11	1.0	1.2	1.4	Vdc
Output Saturation Voltage (Pin 11 = 0 V, Pin 10 Sink Current = 5.0 mA)	V_{OSAT}	10	—	0.15	0.5	Vdc
MIC AMPLIFIER						
Voltage Gain, Closed Loop (V_{in} = 1.0 mV_{rms}, f_{in} = 1.0 kHz)	A_V	5, 6	27	30	33	dB
Output DC Voltage	V_{Odc}	6	1.1	1.4	1.7	Vdc
Output Swing (V_{in} = 30 mV_{rms}, f_{in} = 1.0 kHz)	$V_{Op\text{-}p}$	6	0.8	1.2	1.6	Vp-p
Total Harmonic Distortion (V_O = 31 mV_{rms}, f_{in} = 1.0 kHz)	THD	6	—	0.7	—	%
PILOT TONE OSCILLATOR (250 Ω LOADING)						
Output AF Voltage (f_o = 5.0 kHz)	V_{AFO}	8	—	50	—	mV_{rms}
Output DC Voltage	V_{Odc}	8	—	1.4	—	Vdc
Total Harmonic Distortion (f_o = 5.0 kHz, V_{AF} = 150 mV_{rms})	THD	8	—	1.8	5.0	%
Tone Switch Threshold	—	7	1.1	1.4	1.7	Vdc
FM MODULATOR (120 Ω LOADING)						
Output RF Voltage (f_o = 16.6 MHz)	VRFO	14	—	40	—	mV_{rms}
Output DC Voltage	V_{Odc}	14	—	1.3	—	Vdc
Modulation Sensitivity (Note 1) (V_{in} = 1.0 V ± 0.2 V)	SEN	3, 14	6.0	10	18	Hz mVdc
Maximum Deviation (Note 1) (V_{in} = 0 V to +2.0 V)	F_{dev}	3, 14	±2.5	±5.0	±12.5	kHz
RF Frequency Range	—	14	—	—	60	MHz

Note 1. Modulation sensitivity and maximum deviation are measured at 49.815 MHz, which is the third harmonic of the crystal frequency.

8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 1 — TEST CIRCUIT

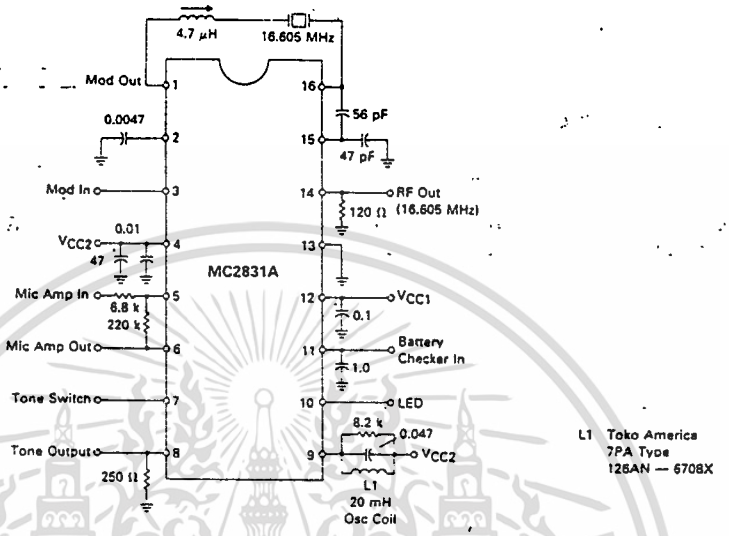
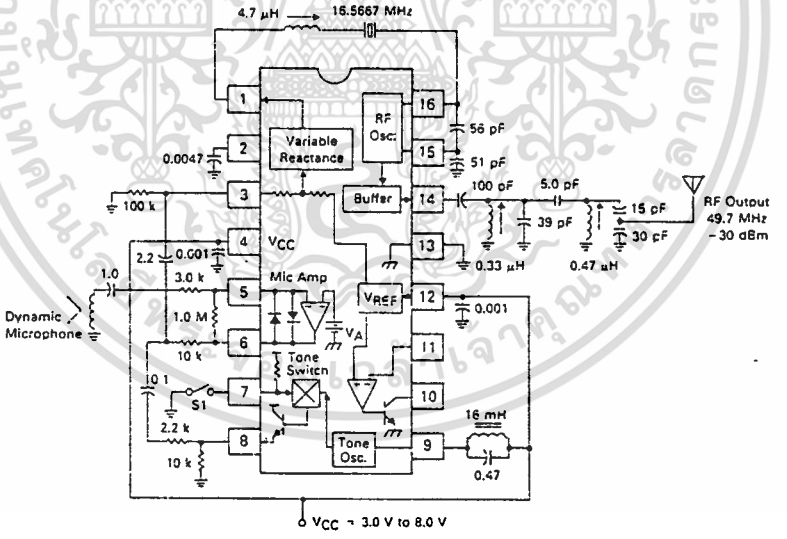


FIGURE 2 — SINGLE CHIP FM VHF TRANSMITTER AT 49.7 MHz



NOTES:

S1 is a normally closed push button type switch.

The crystal used is fundamental mode, calibrated for parallel resonance with a 32 pF load. The 49.7 MHz output is generated in the output buffer, which generates useful harmonics to 60 MHz.

The network on the output at Pin 14 provides output tuning and impedance matching to 50 Ω at 49.7 MHz. Harmonics are suppressed by more than 25 dB.

Battery checker circuit (Pins 10, 11) is not used in this application.

All capacitors in microfarads, inductors in Henries and resistors in Ohms, unless otherwise specified.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

MC3362

Advance Information

LOW-POWER DUAL CONVERSION FM RECEIVER

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT

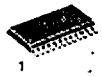
LOW-POWER NARROWBAND FM RECEIVER

. . . includes dual FM conversion with oscillators, mixers, quadrature discriminator, and meter drive/carrier detect circuitry. The MC3362 also has buffered first and second local oscillator outputs and a comparator circuit for FSK detection.

- Complete Dual Conversion Circuitry
- Low Voltage: V_{CC} = 2.0 to 6.0 Vdc
- Low Drain Current (3.6 mA (Typ) @ V_{CC} = 3.0 Vdc)
- Excellent Sensitivity: Input Limiting Voltage — (−3.0 dB) = 0.7 μV (Typ)
- Externally Adjustable Carrier Detect Function
- Low Number of External Parts Required
- Manufactured in Motorola's MOSAIC Process Technology
- See AN980 for Additional Design Information

P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 724

DW SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751E
(SO-24L)



8

FIGURE 1 — TYPICAL APPLICATION IN A PLL FREQUENCY SYNTHESIZED RECEIVER

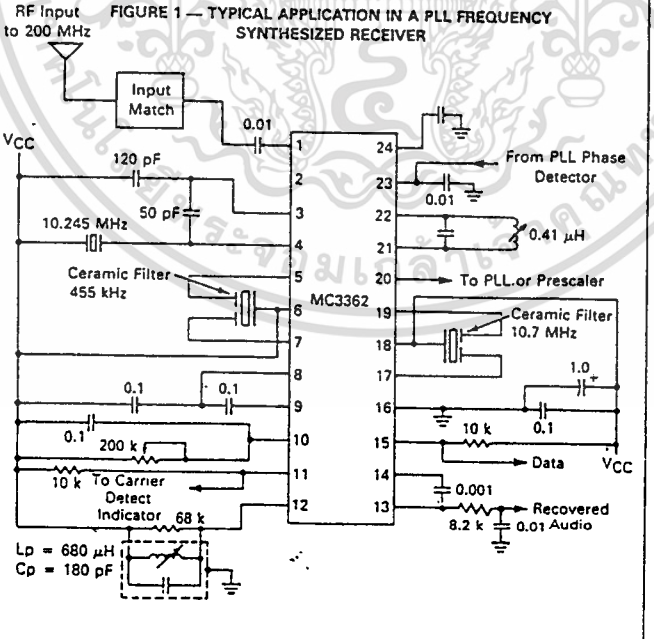
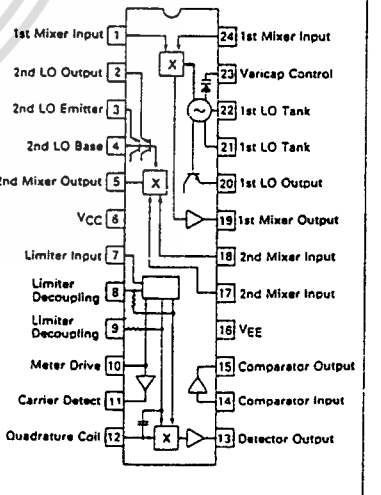


FIGURE 2 — PIN CONNECTIONS AND FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

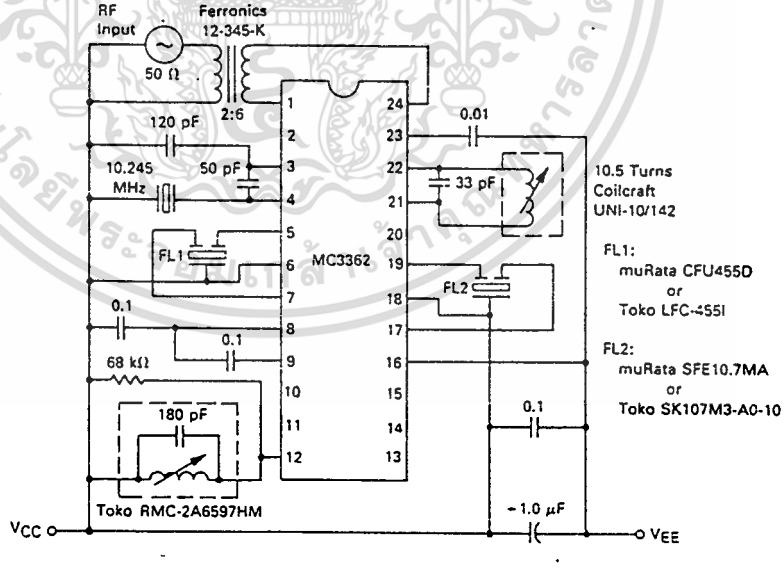
MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C, unless otherwise noted)

Rating	Pin	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage (See Diagram)	6	$V_{CC(max)}$	7.0	Vdc
Operating Supply Voltage Range (Recommended)	6	V_{CC}	2.0 to 6.0	Vdc
Input Voltage (V_{CC} ≥ 5.0 Vdc)	1, 24	V_{1-24}	1.0	Vrms
Junction Temperature	—	T_J	150	°C
Operating Ambient Temperature Range	—	T_A	−40 to +85	°C
Storage Temperature Range	—	T_{stg}	−65 to +150	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 5.0 Vdc, f_o = 49.7 MHz, Deviation = 3.0 kHz, T_A = 25°C, Test Circuit of Figure 3 unless otherwise noted)

Characteristic	Pin	Min	Typ	Max	Units
Drain Current (Carrier Detect Low — See Figure 5)	6	—	4.5	7.0	mA
Input for −3.0 dB Limiting	—	—	0.7	2.0	μVrms
Recovered Audio (RF signal level = 10 mV)	13	—	350	—	mVrms
Noise Output (RF signal level = 0 mV)	13	—	250	—	mVrms
Carrier Detect Threshold (below V_{CC})	10	—	0.64	—	Vdc
Meter Drive Slope	10	—	100	—	nA/dB
Input for 20 dB (S+N)/N (See Figure 7)	—	—	0.7	—	μVrms
First Mixer 3rd Order Intercept (Input)	—	—	−22	—	dBm
First Mixer Input Resistance (Rp)	—	—	690	—	Ω
First Mixer Input Capacitance (Cp)	—	—	7.2	—	pF
First Mixer Conversion Voltage Gain	—	—	18	—	dB
Second Mixer Conversion Voltage Gain	—	—	21	—	dB
Detector Output Resistance	13	—	1.4	—	kΩ

FIGURE 3 — TEST CIRCUIT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 4 — I_{METER} versus INPUT

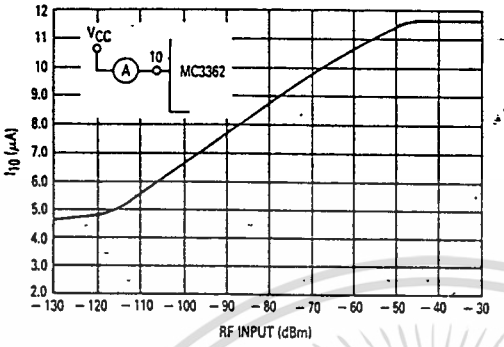


FIGURE 5 — DRAIN CURRENT, RECOVERED AUDIO versus SUPPLY

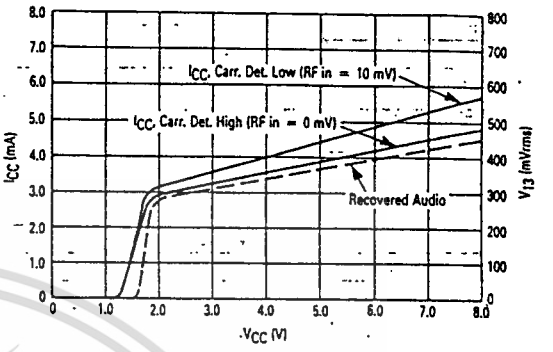


FIGURE 6 — SIGNAL LEVELS

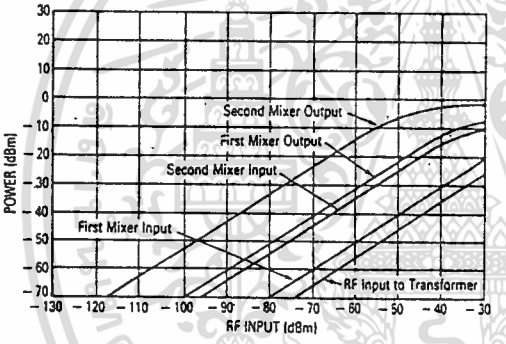


FIGURE 7 — S+N, N, AMR versus INPUT

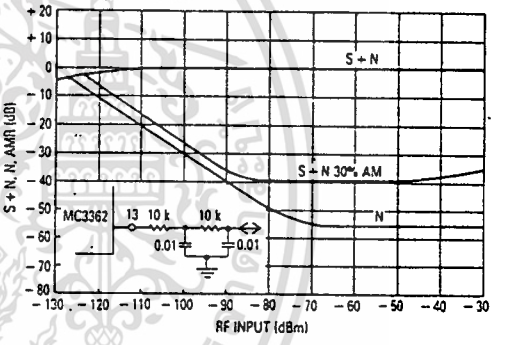


FIGURE 8 — 1ST MIXER 3RD ORDER INTERMODULATION

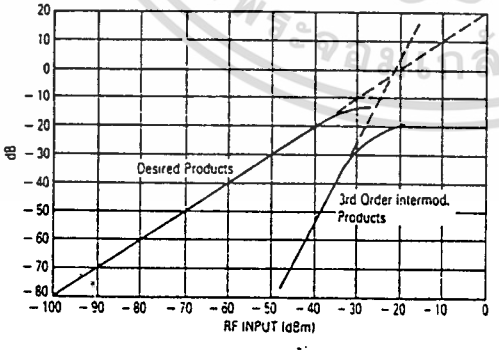
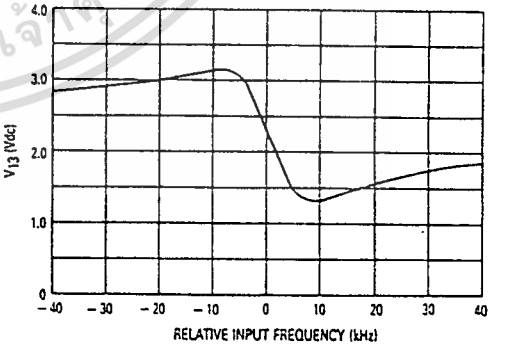


FIGURE 9 — DETECTOR OUTPUT versus FREQUENCY



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 10 — PC BOARD TEST CIRCUIT
(LC Oscillator Configuration Used in PLL Synthesized Receiver)

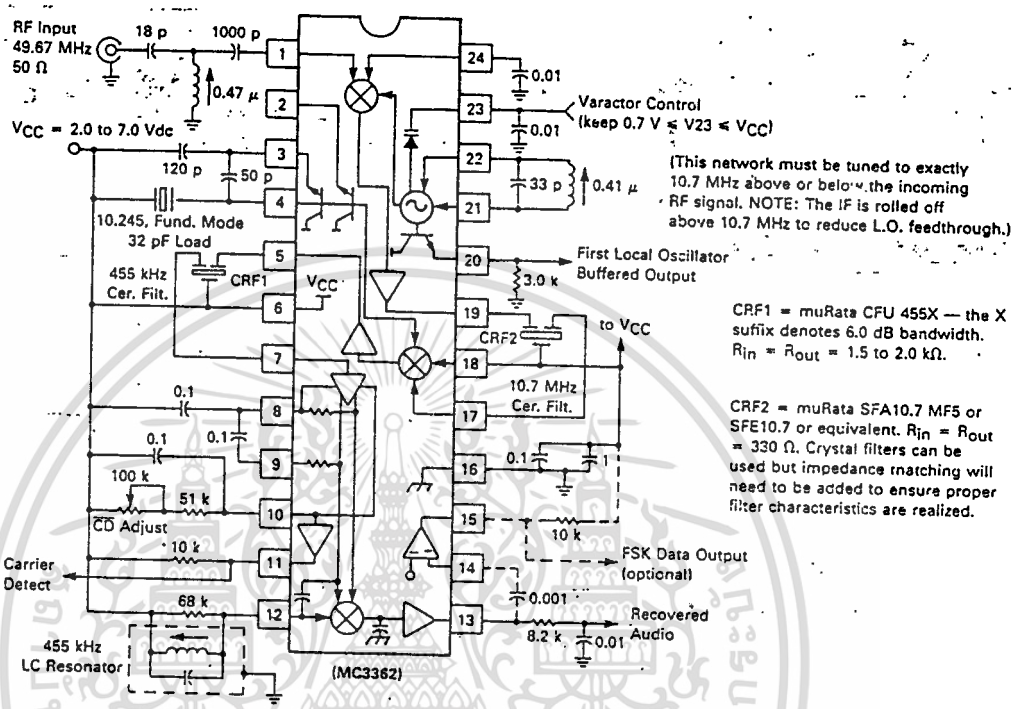
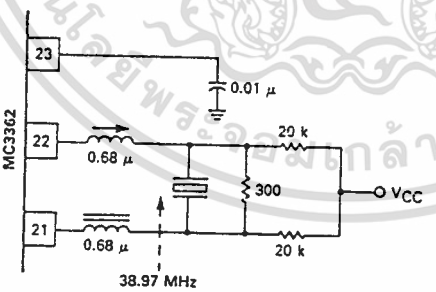


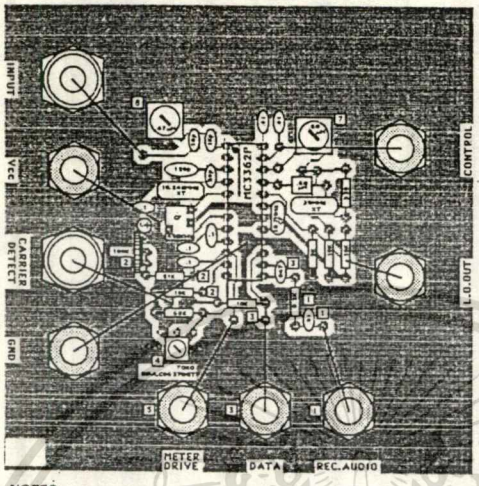
FIGURE 10A — CRYSTAL OSCILLATOR CONFIGURATION FOR SINGLE CHANNEL APPLICATION



Crystal used is series mode resonant (no load capacity specified), 3rd overtone. This method has not proven adequate for fundamental mode, 5th or 7th overtone crystals. The inductor and capacitor will need to be changed for other frequency crystals. See AN980 for further information.

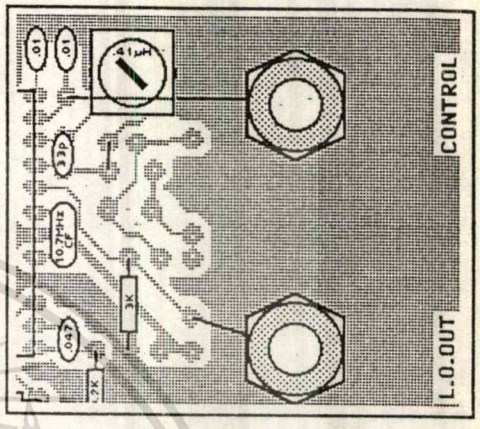
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 11 — COMPONENT PLACEMENT VIEW SHOWING CRYSTAL OSCILLATOR CIRCUIT



NOTES:
1. Recovered Audio components may be deleted when using data output.
2. Carrier Detect components must be deleted in order to obtain linear Meter Drive output. With these components in place the Meter Drive outputs serve only to trip the Carrier Detect indicator.
3. Data Output components should be deleted in applications where only audio modulation is used. For combined audio/data applications, the 0.047 μF coupling capacitor will add distortion to the audio, so a pull-down resistor at pin 13 may be required.
4. Toko 5SVLC06376GT 5mm quadrature coil for miniaturization. Use Toko RMC2A6597HM high quality 10mm coil for maximum recovered signal at pin 13.

FIGURE 11A — LC OSCILLATOR COMPONENT VIEW



5. Meter Drive cannot be used simultaneously with Carrier Detect output. For analog meter drive, remove components labelled "2" and measure meter current (4–12 μA) through ammeter to V_{CC}.
6. Either type of oscillator circuit may be used with any output circuit configuration.
7. LC Oscillator Coil: Coilcraft UNI 10/42 10.5 turns, 0.41 μH Crystal Oscillator circuit: trim coil, 0.68 μH, Toko B199SNT1051Z
8. 0.47 μH, Toko B199SNT1050Z. Input LC network used to match first mixer input impedance to 50 Ω.

CIRCUIT DESCRIPTION

The MC3362 is a complete FM narrowband receiver from antenna input to audio preamp output. The low voltage dual conversion design yields low power drain, excellent sensitivity and good image rejection in narrowband voice and data link applications.

In the typical application (Figure 1), the first mixer amplifies the signal and converts the RF input to 10.7 MHz. This IF signal is filtered externally and fed into the second mixer, which further amplifies the signal and converts it to a 455 kHz IF signal. After external bandpass filtering, the low IF is fed into the limiting amplifier and detection circuitry. The audio is recovered using a conventional quadrature detector. Twice-IF filtering is provided internally.

The input signal level is monitored by meter drive circuitry which detects the amount of limiting in the limiting amplifier. The voltage at the meter drive pin determines the state of the carrier detect output, which is active low.

APPLICATION

The first local oscillator can be run using a free-running LC tank, as a VCO using PLL synthesis, or driven from an external crystal oscillator. It has been run to 190 MHz.* A buffered output is available at Pin 20. The second local oscillator is a common base Colpitts type which is typically run at 10.245 MHz under crystal control. A buffered output is available at Pin 2. Pins 2 and 3 are interchangeable.

The mixers are doubly balanced to reduce spurious responses. The first and second mixers have conversion gains of 18 dB and 22 dB (typical), respectively, as seen in Figure 6. Mixer gain is stable with respect to supply voltage. For both conversions, the mixer impedances and pin layout are designed to allow the user to employ low cost, readily available ceramic filters. Overall sensitivity and AM rejection are shown in Figure 7. The input level for 20 dB (S+N)/N is 0.7 μV using the two-pole post-detection filter pictured.

*If the first local oscillator (Pins 21 and/or 22) is driven from a strong external source (100 mVrms), the mixer can be used to over 450 MHz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Following the first mixer, a 10.7 MHz ceramic bandpass filter is recommended. The 10.7 MHz filtered signal is then fed into one second mixer input pin, the other input pin being connected to V_{CC}. Pin 6 (V_{CC}) is treated as a common point for emitter-driven signals.

The 455 kHz IF is typically filtered using a ceramic bandpass filter then fed into the limiter input pin. The limiter has 10 μV sensitivity for −3.0 dB limiting, flat to 1.0 MHz.

The output of the limiter is internally connected to the quadrature detector, including a quadrature capacitor. A parallel LC tank is needed externally from Pin 12 to V_{CC}. A 68 kΩ shunt resistance is included which determines the peak separation of the quadrature detector; a smaller value will increase the spacing and linearity but decrease recovered audio and sensitivity.

A data shaping circuit is available and can be coupled to the recovered audio output of Pin 13. The circuit is a comparator which is designed to detect zero crossings of FSK modulation. Data rates are typically limited to 1200 baud to ensure data integrity and avoid adjacent channel "splatter." Hysteresis is available by connecting a high valued resistor from Pin 15 to Pin 14. Values below 120 kΩ are not recommended as the input signal cannot overcome the hysteresis.

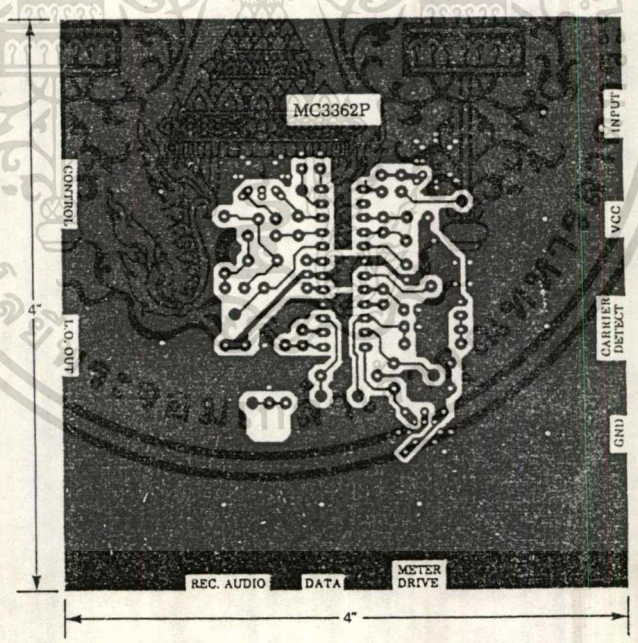
The meter drive circuitry detects input signal level by monitoring the limiting amplifier stages. Figure 4 shows the unloaded current at Pin 10 versus input power. The meter drive current can be used directly (RSSI) or can be used to trip the carrier detect circuit at a specified input power. To do this, pick an RF trip level in dBm. Read the corresponding current from Figure 4 and pick a resistor such that:

$$R_{10} \simeq 0.64\ \text{Vdc} / I_{10}$$

Hysteresis is available by connecting a high valued resistor R_H between Pins 10 and 11. The formula is:

$$\text{Hysteresis} = V_{CC}/(R_H \times 10^{-7})\ \text{dB}$$

FIGURE 12 — CIRCUIT SIDE VIEW



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

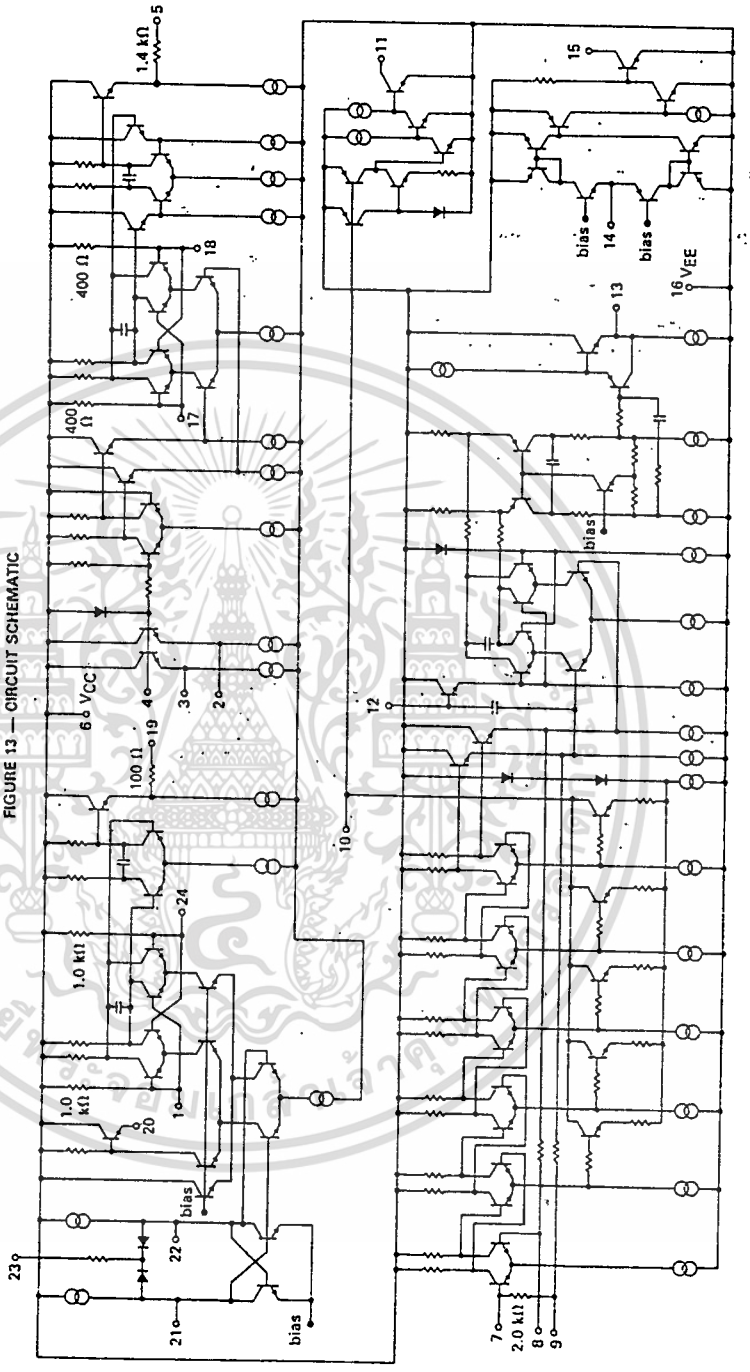


FIGURE 13 — CIRCUIT SCHEMATIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ ดร. รัตติกร วรากูลศิริพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งกรุณาสนันสนุนและให้คำแนะนำตลอดจนจัดหาเครื่องมือในการทดลอง จนโปรเจคท์สำเร็จลง

ขอขอบคุณ ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือ spectrum analyzer

ขอขอบคุณ พี่บอม(อิทธิพล) พี่สมิทธ เอมสมบัติ , พี่สมศักดิ์ จันวัน, พี่ศักดิ์พงษ์ จันทร์ใบ, อ. กฤษฎากระกล่อมการ, อ. ดลชัย สุขเจริญผล ที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ ด้วยดีตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Linear and Interface Integrated Circuit, Motorola Inc, Phoenix,Arizona, 1990

[2] G. Kennedy and B. Davis, Electronic Communication System, McGraw-Hill International,1993

[3] ชนนวรรธน์ ห้าวหาญ, "แผงตัวอักษรไฟวิ่ง", เซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์, ฉบับที่ 121, ตุลาคม 2535, หน้า 10-18

[4] บัณฑิต โรจน์อารยานนท์, หลักการไฟฟ้าสื่อสาร, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พิมพ์ครั้งที่ 4 2537

[5] วิวัฒน์ กิรานนท์, การสื่อสารข้อมูลดิจิตอล, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเล้าลาดกระบัง,2535

[6] สุเจตน์ จันทรังษ์, ไมโครคอนโทรลเลอร์ซิพเดี่ว 8051, วิทยาลัยมหานคร, 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้