ปีการศึกษา 2531

เครื่องแสดงผลการวัดระยะไกล

(Telemetering)

โดย

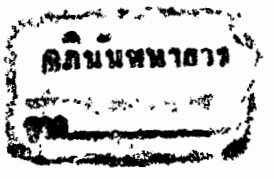
นาย ทวีชัย แผ่ดิลกกุล

นาย อุดม โลหชิตรานนท์

นาย โยชิโนบุ มัตสุโอะ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ถวิล พึ่งมา



023246

11. ส.ค. 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2531

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **เครื่องแสดงผลการวัดระยะไกล (Telemetering)**

ผู้จัดทำ

1. นายทวีชัย	แผ่ดิลกกุล	28.1086
2. นายอุดม	โลหชิตรานนท์	28.1317
3. นายไยชิโนบุ	มัตสุโอะ	30.1376

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ถวิล พึ่งมา)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

023246

เครื่องแสดงผลการวัดระยะไกล

นายทวีชัย แผ่ดิลกกุล
นายอุดม โลหชิตรานนท์
นายไยชิโนบุ มัตสุโอะ
ปีการศึกษา 2531

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำขึ้น เพื่อเสนอเรื่องเกี่ยวกับเครื่องแสดงผลการวัดระยะไกล (Telemetering) ซึ่งใช้สายโทรศัพท์สำหรับผ่านข้อมูล โดยในโครงงานนี้ได้พัฒนาเพื่อใช้งานเกี่ยวกับการวัดความดันโลหิต และอัตราการเต้นของชีพจร เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์

การทำงานของเครื่องทางด้านส่งสัญญาณจากเครื่องวัดความดันโลหิตและเครื่องตรวจจับการเต้นของชีพจร จะส่งไปในขณะเดียวกัน ซึ่งขั้นต้นนี้ข้อมูลจะเป็นแบบขนาน (Parallel data) จากนั้นจะแปลงข้อมูลให้เป็นอนุกรม (Serial data) เพื่อจะผ่านข้อมูลเข้าโมเด็มก่อนที่จะส่งออกทางสายโทรศัพท์ต่อไป ส่วนด้านรับก็จะรับข้อมูลจากสายโทรศัพท์เข้าโมเด็ม จากนั้นก็จะแปลงข้อมูลที่ออกจากโมเด็มซึ่งเป็นข้อมูลแบบอนุกรมให้เป็นแบบขนานเพื่อแสดงผลทางด้านรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELEMETERING

Taweechai Paedilokkol

Udom Lohachitranond

Yoshinobu Matsuo

Assistant Professor Tawil Pungma Advisor

1988

Abstract

This thesis describes telemetering system which transmit data into telephone lines. This project was developed for use with an electronic blood pressure meter and pulse sensor in the medical field.

The operation of the transmitter involves; the signals from the electronic blood pressure meter and pulse sensor being transmitted together, simultaneously. The data from these devices is parallel data, which is converted into serial data for transferal in the modem before transmitting into telephone lines. The receiver receives the data from the telephone line into the modem. After that, the receiver converts the data from the modem, which is serial data, into parallel data for display.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ 3

บทที่ 3 เครื่องมือวัด 9

3.1 เครื่องวัดความดันโลหิต 9

3.2 เครื่องตรวจจับการเต้นของชีพจร 12

บทที่ 4 ภาคส่ง 14

4.1 อินเตอร์เฟสด้านส่ง 14

4.2 ส่วนแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นข้อมูลแบบอนุกรม 20

4.3 โมเด็มด้านส่ง 29

บทที่ 5 ภาครับ 34

5.1 โมเด็มด้านรับ 34

5.2 ส่วนแปลงข้อมูลแบบอนุกรมเป็นข้อมูลแบบขนาน 37

5.3 อินเตอร์เฟสด้านรับและการแสดงผล 37

บทที่ 6 การทดลองและผลการทดลอง 42

บทที่ 7 บทสรุปและวิจารณ์ 48

กิตติกรรมประกาศ 50

หนังสืออ้างอิง 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

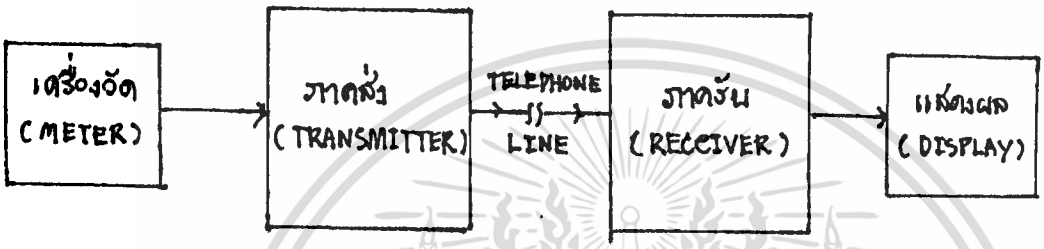
บทที่ 1
บทนำ

ในสังคมปัจจุบันนี้ การติดต่อสื่อสารนับว่าเป็นหัวใจสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางการค้า การเกษตร หรืออุตสาหกรรม โดยโครงงานเครื่องแสดงผลการวัดระยะไกลนี้ พัฒนาขึ้นเพื่อสื่อสารข้อมูลทางสายโทรศัพท์ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแพทย์ เช่น การส่งข้อมูลต่างๆ ของผู้ป่วย การอุตสาหกรรม เช่น การส่งผลการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ การชลประทาน เช่น การส่งข้อมูลจากตัวเขื่อนมายังศูนย์ควบคุม เป็นต้น

สำหรับโครงการนี้ จะใช้สื่อสารข้อมูลจากเครื่องวัดความดันโลหิตและเครื่องตรวจจับการเต้นของชีพจร ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากทางการแพทย์ ในการวินิจฉัยอาการเบื้องต้นของผู้ป่วย แม้ในระหว่างที่นำตัวผู้ป่วยมายังสถานพยาบาล เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาพยาบาลอีกวิธีหนึ่ง

วิธีการส่งข้อมูลของโครงการนี้จะส่งแบบทางเดียว (Simplex) จากทางด้านส่งซึ่งจะรับข้อมูลจากเครื่องวัดผ่านสายโทรศัพท์ไปยังด้านรับ ซึ่งจะแสดงผลข้อมูลที่รับได้โดยข้อมูลที่ส่งจะเป็นแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) รูป 1.1 แสดงระบบการส่งข้อมูลของโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 1.1 แสดงระบบการส่งข้อมูลในโครงงาน

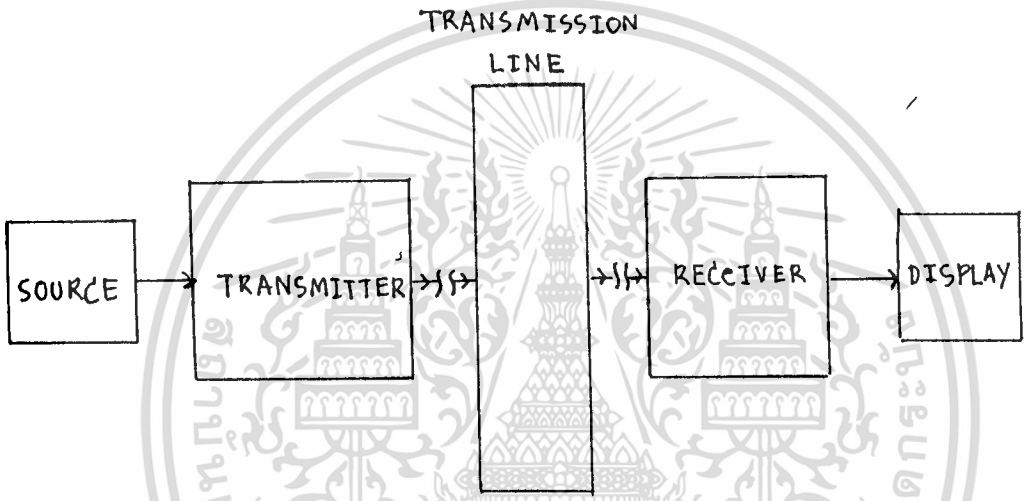
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

โครงงานที่ทำขึ้นนี้ ทำเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการส่งผ่านข้อมูล ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูลจากเครื่องมือวัด เครื่องตรวจจับต่างๆ (Sensor) ผ่านไปทางสายโทรศัพท์ เมื่อถึงด้านรับข้อมูลที่ได้รับจะต้องถูกต้อง คือ จะต้องตรงกับทางด้านส่ง รูป 2.1 แสดงระบบของโครงงาน



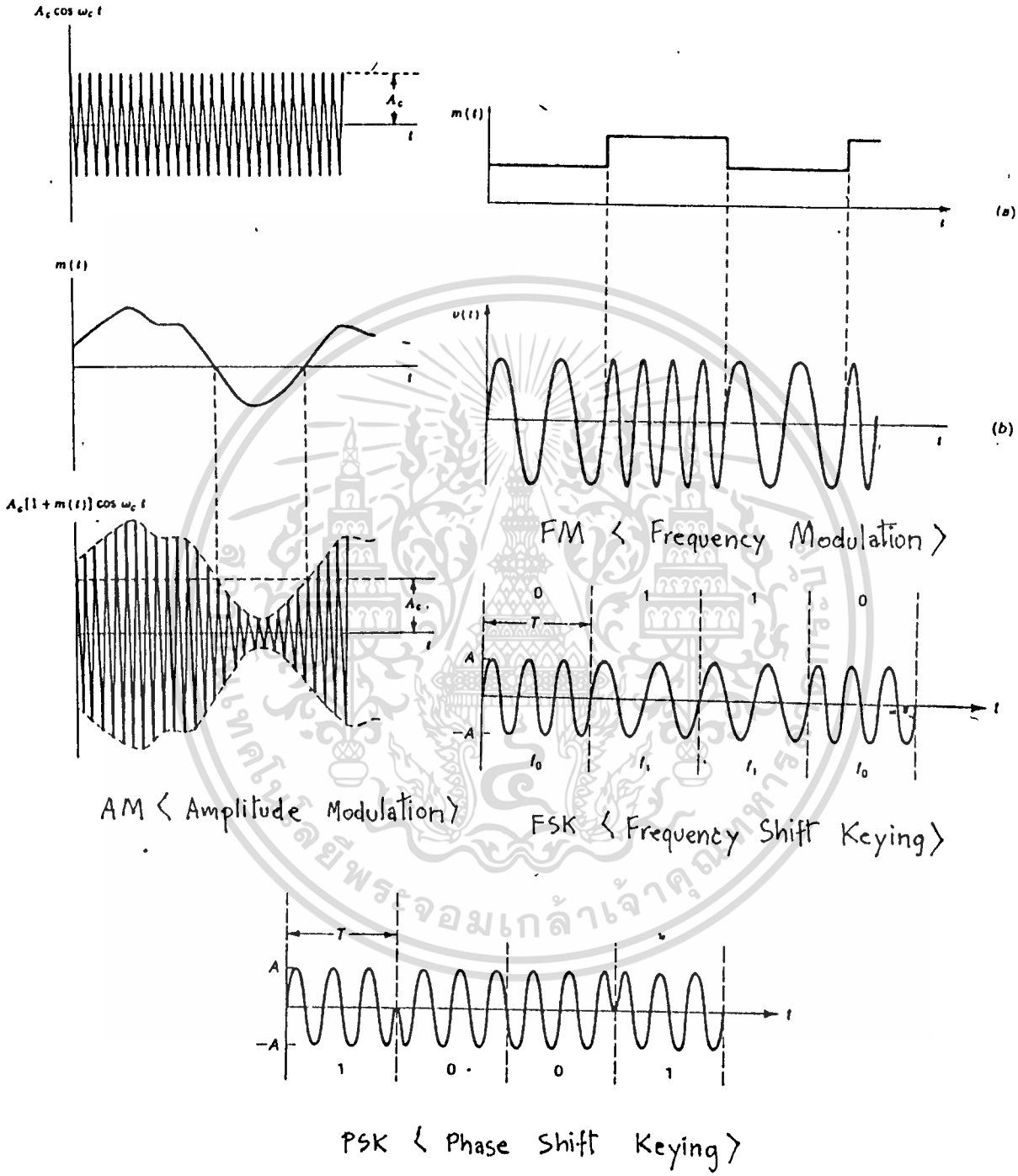
รูป 2.1 แสดงระบบของโครงงาน

สำหรับหลักการหรือทฤษฎีในโครงงานนี้ จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการผ่านข้อมูลทางสายโทรศัพท์ ซึ่งใช้โมเด็มเป็นตัวรับและส่ง โดยโมเด็มจะทำหน้าที่ มอดูเลท ข้อมูลทางด้านส่ง และดีมอดูเลท สัญญาณทางด้านรับ

<u>การมอดูเลชั่น</u> (Modulation)

การมอดูเลชั่นมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น FM (Frequency Modulation) AM (Amplitude Modulation) FSK (Frequency-Shift Keying) PSK (Phase-Shift Keying) QASK (Quadrature Amplitude Shift Keying) เป็นต้น โดยแต่ละวิธีจะมีความเหมาะสมในการใช้งานต่างกันไป โดยวิธีการมอดูเลทของสัญญาณในแบบต่างๆ ดังแสดงในรูป 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2 แสดงวิธีการมอดูเลทสัญญาณในแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเด็ม

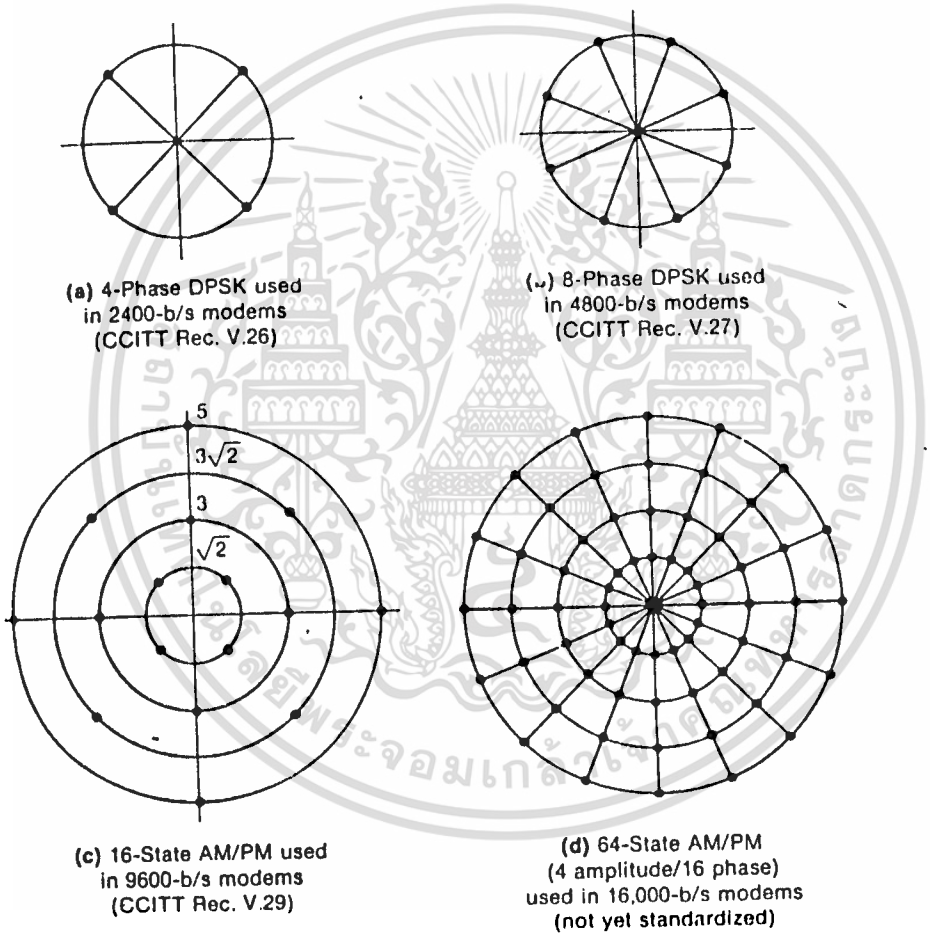
โมเด็ม คือ อุปกรณ์สื่อสารชนิดหนึ่งซึ่งใช้สำหรับ มอดูเลทและดีมอดูเลท ข้อมูลเพื่อสื่อสารข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ โดยการมอดูเลทของโมเด็มมีหลายแบบขึ้นอยู่กับ "บอดเรท" ของข้อมูลที่ใช้ เช่น ข้อมูลที่มีบอดเรทต่ำกว่า 1800 บอด จะใช้การมอดูเลทแบบ FSK แต่ถ้าบอดเรทสูงกว่านี้ขึ้นไป ก็อาจจะใช้แบบ DPSK

ปัจจุบันนี้ ได้มีการกำหนดมาตราฐานของโมเด็มขึ้นมาใช้หลายมาตราฐาน เช่น V.26 Bis, V.27 และ V.29 ของ CCITT ซึ่งจะกำหนดคุณลมบัติต่างๆ ดังรูป 2.3 และ รูป 2.4

Characteristic	*CCITT Rec. V.26 bis*	*CCITT Rec. V.27 ter*	*CCITT Rec. V.29*
Data rate	2400 b/s ± 0.01%	4800 b/s ± 0.01%	9600 b/s ± 0.01%
Modulation rate	1200 symbols/s ± 0.01%	1600 symbols/s ± 0.01%	2400 symbols/s ± 0.01%
Carrier frequency	1800 ± 1 Hz	1800 ± 1 Hz	1700 ± 1 Hz
Spectrum shaping	N / A	50% raised cosine	N / A
Modulation type	4-DPSK	8-DPSK	16-state AM / PM
Equalization	Fixed compromise	Automatic adaptive	Automatic adaptive
Scrambler	N / A	Self-synchronizing with length $2^7 - 1$	Self-synchronizing with length $2^{23} - 1$

รูป 2.3 แสดงตารางมาตราฐานของโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



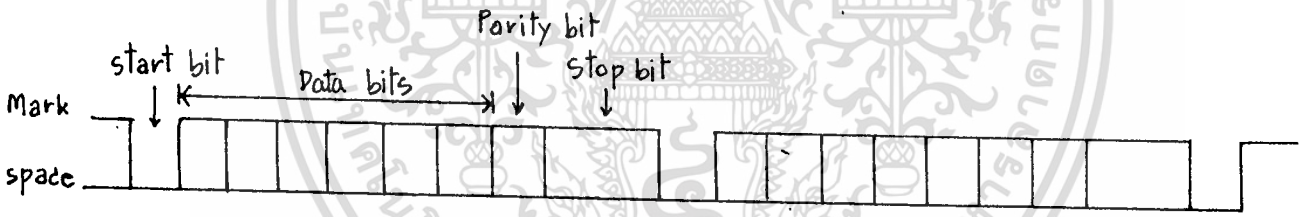
รูป 2.4 แสดงมาตราฐานการจัดสัญญาณของโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิงโครนัสและอะซิงโครนัส

ในการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรมนั้น สามารถส่งได้ 2 แบบ คือ แบบซิงโครนัส และแบบอะซิงโครนัส

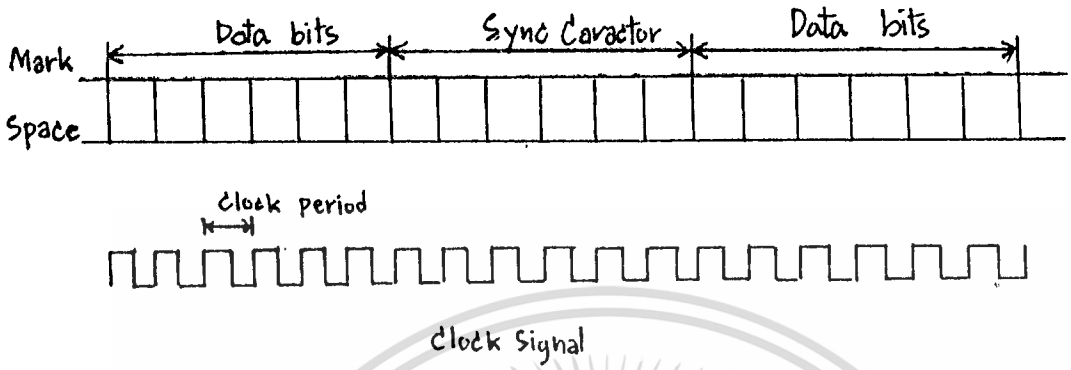
แบบอะซิงโครนัส เป็นแบบที่ข้อมูลในแต่ละคาแรคเตอร์มีรูปแบบที่กำหนดขึ้นเอง โดยมีสตาร์บิท (Start bit) และสต๊อบบิท (Stop bit) ทำให้เกิดการซิงโครไนซ์ขึ้นทุกๆ คาแรคเตอร์ของข้อมูลจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างคาแรคเตอร์ขึ้น การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสส่วนมากมักจะใช้กับพวกเครื่องกลไก อย่างไรก็ตามการส่งข้อมูลแบบนี้จะมีความรวดเร็วน้อยกว่าแบบซิงโครนัส รูปแบบของข้อมูลแสดงดังในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบของข้อมูลอะซิงโครนัส

แบบซิงโครนัส รูปแบบของข้อมูลจะไม่มี สตาร์ทบิท และสต๊อบบิท แต่จะใช้เฟรมของซิงคาแรคเตอร์เป็นตัวซิงโครไนซ์ดังรูปที่ 2.6 จะเห็นว่าการส่งแบบนี้ ข้อมูลจะถูกส่งติดต่อกันไปไม่มีช่องว่างของสตาร์ทบิทและสต๊อบบิท ดังนั้นเรทของข้อมูลจะเท่ากับสัญญาณคล็อกที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบข้อมูลซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ และ การสร้าง

023246

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
เครื่องมือวัด

เครื่องมือวัด เป็นอุปกรณ์ซึ่งมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อแสดงผลการวัดออกมาเป็น ตัวเลข ค่าต่างๆ หรือสัญญลักษณ์อะไรก็ตามที่ผู้วัดสามารถเข้าใจและจดบันทึกเป็นข้อมูลได้

สำหรับโครงงานเครื่องแสดงผลการวัดระยะไกลนี้ ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับเครื่องมือวัดทางการแพทย์ 2 อย่าง คือ เครื่องวัดความดันโลหิต และเครื่องตรวจจับการเต้นของชีพจร แต่ก็ยังสามารถพัฒนาไปใช้กับเครื่องมือวัด หรือข่าวสารอื่นๆ ได้อีกด้วย

รูป 3.1 แสดงเครื่องมือวัดความดันโลหิต

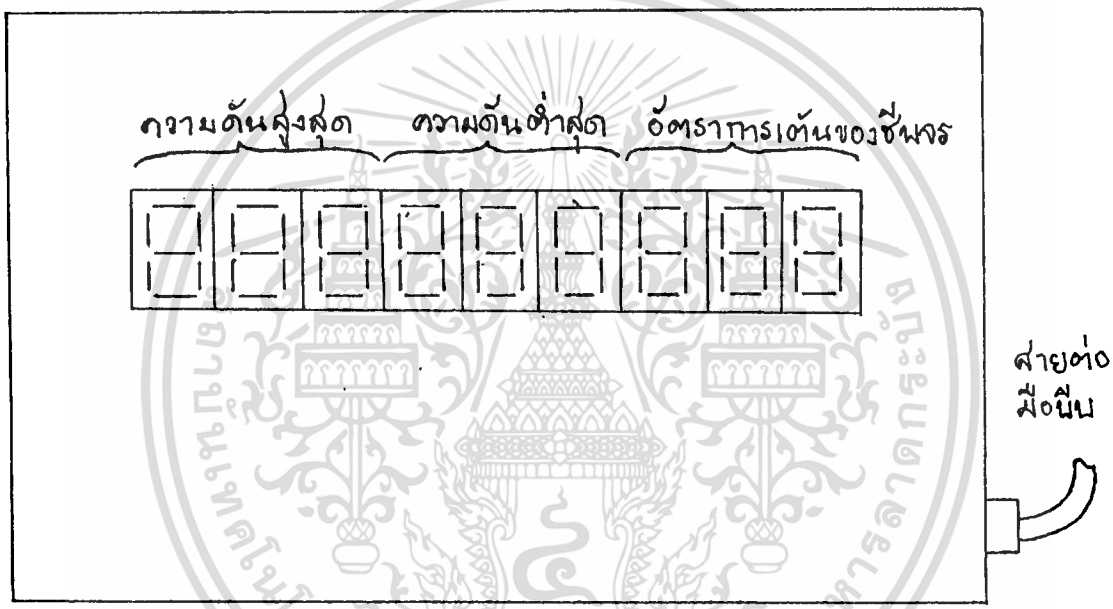
3.1 เครื่องมือวัดความดันโลหิต

เครื่องวัดความดันโลหิตเป็นอุปกรณ์สำคัญทางการแพทย์ใช้สำหรับวัดความดันของโลหิต (ดูรูปที่ 3.1) เพื่อตรวจจับสภาพความสมบูรณ์ของร่างกาย เครื่องวัดความดันโลหิตที่ใช้กันทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นแบบบรอทซึ่งมีขนาดใหญ่ ในปัจจุบันได้มีเครื่องวัดความดันโลหิตที่เป็นแบบอิเลคทรอนิคใช้กันแล้ว ขนาดของเครื่องจะเล็กลงมาแต่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

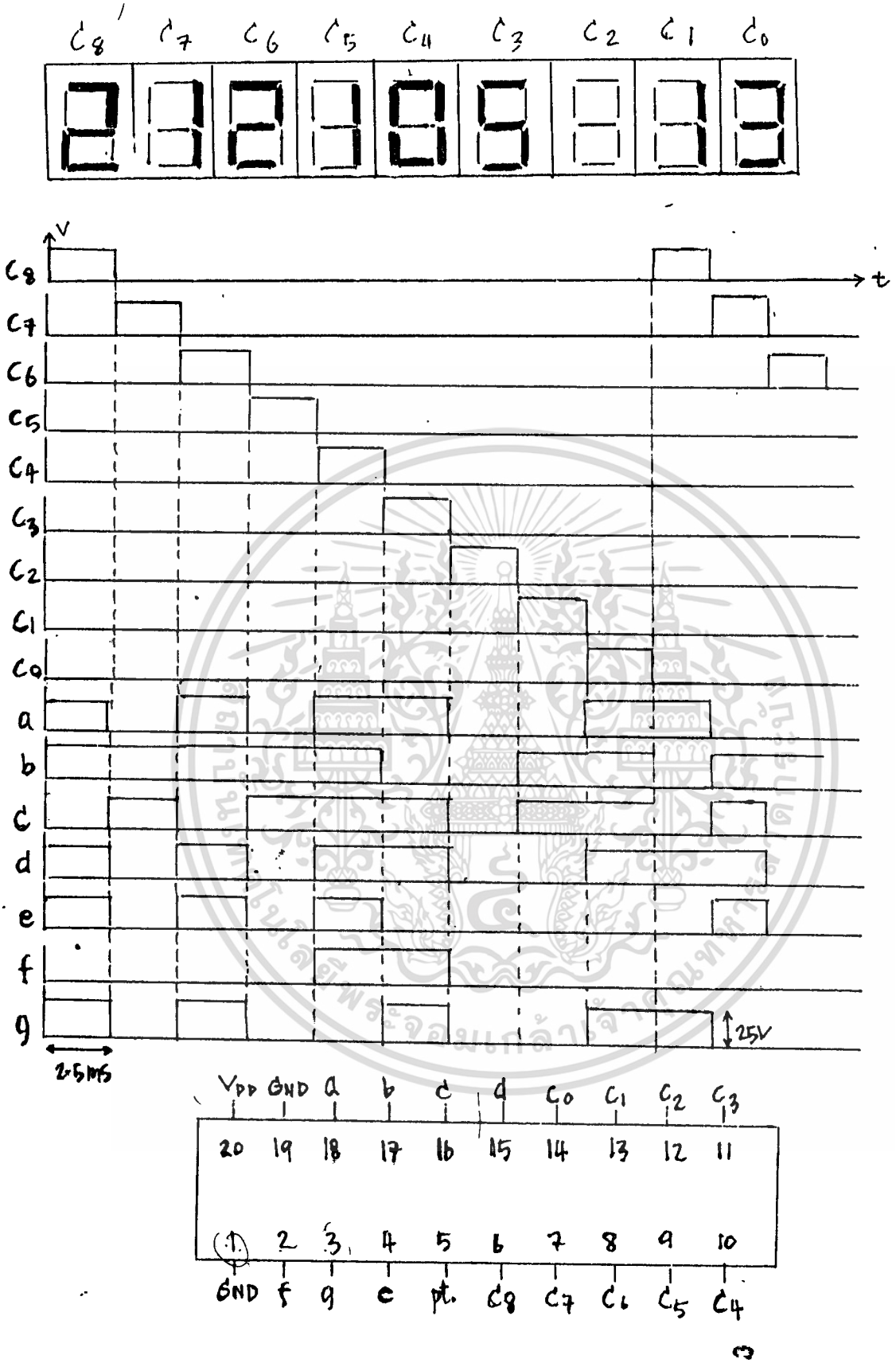
สำหรับในโครงงานนี้ เครื่องวัดความดันโลหิตที่ใช้เป็นแบบอิเลคทรอนิคซึ่งมีการแสดงผลการวัดเป็นตัวเลข โดยผลการวัดที่ได้มีค่าความดันสูงสุด 3 ตัวเลข ค่าความดันต่ำสุด 3 ตัวเลข และจำนวนครั้งของการเต้นของหัวใจ 3 ตัวเลข ดังรูป 3.2



รูป 3.2 แสดงดิสเพลย์ตัวเลขของเครื่องวัดความดันโลหิต

สำหรับเครื่องที่ใช้นี้ มีไอซีหลัก ซึ่งรวบรวมข้อมูลในการแสดงผลของดิสเพลย์ ดังรูป 3.3 โดย C_0 - C_8 เป็นตัวชี้ตำแหน่งที่จะแสดงผลและ a-g จะเป็นข้อมูลที่แสดงผล เช่น เมื่อ C_8 เป็น 1 a, b, d, e, g เป็น 1 และ c, f เป็น 0 ที่ตำแหน่ง C_8 ของดิสเพลย์จะแสดงเลข 2 ออกมา

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

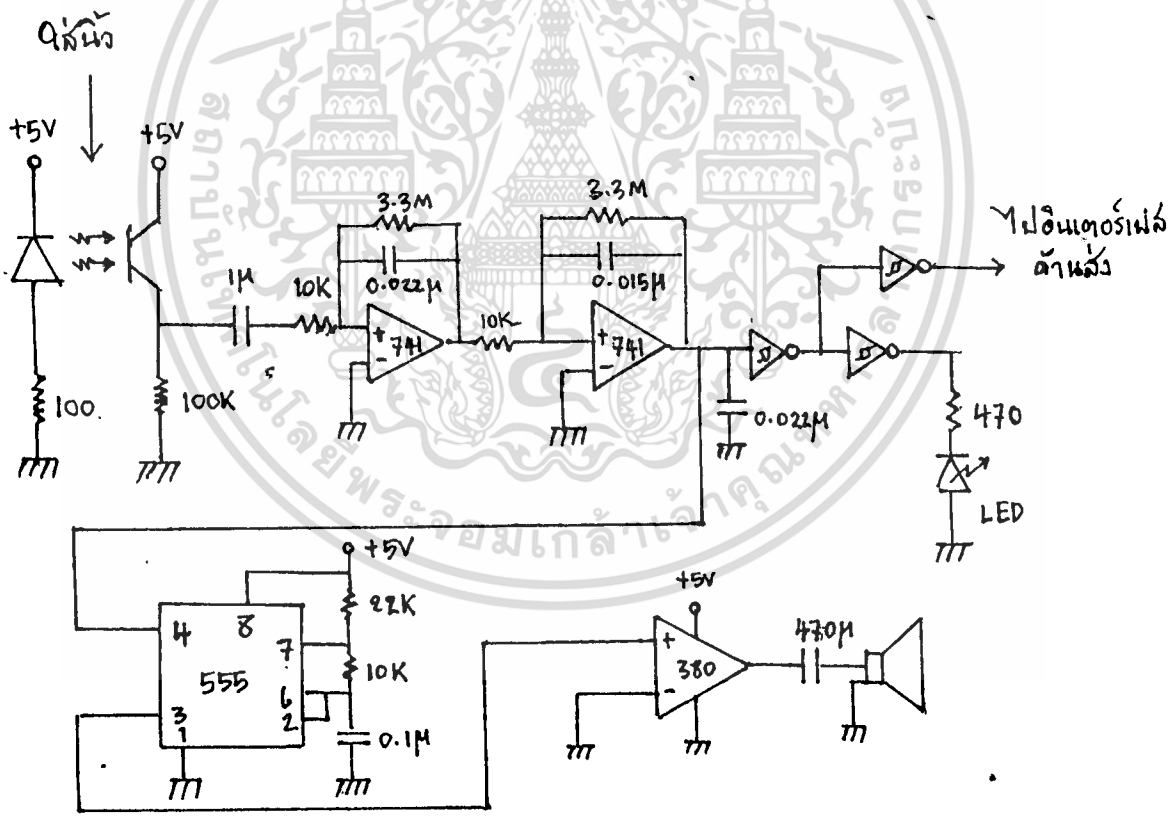


รูป 3.3 แสดงไอซีหลักและการทำงานของเครื่องวัดความดันโลหิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องตรวจจับการเต้นของชีพจร

จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรตรวจจับการเต้นของชีพจรที่ปลายนิ้วโดยใช้อินฟราเรดไดโอดกับโฟโตทรานซิสเตอร์ เป็นส่วนตรวจเช็คชีพจรที่เส้นเลือดที่ปลายนิ้ว โดยระดับสัญญาณที่ได้จากเอาท์พุทของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีระดับสัญญาณที่ต่างกันอยู่ 2 ช่วงคือ ช่วงที่หัวใจบีบตัว และช่วงที่หัวใจคลายตัว ซึ่งระดับสัญญาณในช่วงที่หัวใจบีบตัวจะมีค่าของโวลเตจสูงกว่าช่วงที่หัวใจคลายตัว จากนั้นสัญญาณที่ได้นี้ ก็จะผ่านตัวเก็บประจุเพื่อทำการคัปปลิ้ง สัญญาณไฟ ดี.ซี. ออก แล้วจึงป้อนให้กับวงจรอินทิเกรเตอร์ 2 สเตจ เพื่อทำให้สัญญาณที่ได้นี้ มีระดับสูงขึ้นและทำการกรองสัญญาณความถี่สูงออก



รูป 3.4 วงจรตรวจจับการเต้นของชีพจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเอาท์พุทที่ได้จากวงจรอินทิเกรเตอร์ส่วนหนึ่ง จะถูกป้อนเป็นสัญญาณรีเซ็ทของวงจรอะสเตเบิ้ล ซึ่งสร้างจากไอซี ไทม์เมอร์ 555 โดยที่เอาท์พุทของวงจรอะสเตเบิ้ลนี้ จะป้อนให้กับลำโพง โดยผ่านวงจรขยายสัญญาณ LM 380 เพื่อประโยชน์ในการฟังเสียงของชีพจร นอกจากนี้เอาท์พุทของวงจรอินทิเกรเตอร์อีกส่วนหนึ่ง ก็จะทำการป้อนผ่าน อินเวอร์ตเตอร์ชมิตทริกเกอร์ เพื่อแปลสัญญาณให้มี 2 ระดับ คือ +5 โวลต์ และ 0 โวลต์ ให้กับ แอล.อี.ดี. เพื่อแสดงผลของการเต้นของชีพจร และให้กับรีจิสเตอร์ 4034 เพื่อนำไปรวมกับข้อมูลที่ได้มาจากอุปกรณ์วัดความดัน (Blood pressure meter) ส่งไปยังไอซี 8251 ทำการแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรมส่งให้กับโมเด็ม

<u>การออกแบบ</u>

วงจรอะสเตเบิ้ล เป็นวงจรออกแบบมาเพื่อเป็นตัวกำเนิดความถี่สัญญาณที่ป้อนให้กับลำโพงจากวงจรจะได้ว่า $R_1 = 10\ K$, $R_2 = 22\ K$, $C = 0.1\ uF$

$$\text{ความถี่ที่ได้คือ} \quad \frac{1.44}{(10+2(22))0.1 \times 10^{-6}} = 266\ Hz$$

แต่จากการทดลองจริงๆ สามารถวัดค่าได้ความถี่ประมาณ 227 Hz ซึ่งเกิดการผิดพลาดไป 39 Hz หรือประมาณ 17%

วงจรอินทิเกรเตอร์ เป็นวงจรขยายแรงดันและกำจัดความถี่สูง (Lowpass filter) โดยมีสูตรหา G และ fc คือ

$$G = -R_s/R_1$$

$$fc = 1/2\pi R_sC$$

จากวงจรแรกซึ่งมี $R_s = 3.3M$, $R_1 = 10K$, $C = 0.022\ \mu F$ จะได้

$$G = -3.3M/10K = 330$$

$$fc = 1/2\pi (3.3M)(0.022 * 10^{-6})$$

$$= 2.19\ Hz$$

จากวงจรสอง $R_s = 1M$, $R_1 = 10K$, $C = 0.015\ \mu F$ จะได้

$$G = -1M/10K = 100$$

$$fc = 1/2\pi (1M)(0.015 * 10^{-6})$$

$$= 10.61\ Hz$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ภาคส่ง
(TRANSMITTER)

สำหรับเครื่องแสดงผลการวัดระยะไกลในภาคส่งจะประกอบด้วย ส่วนอินเตอร์เฟส ส่วนแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นข้อมูลแบบอนุกรม ส่วนโมเด็ม โดยบล็อกไดอะแกรม การทำงานแสดงดังรูป 4.1

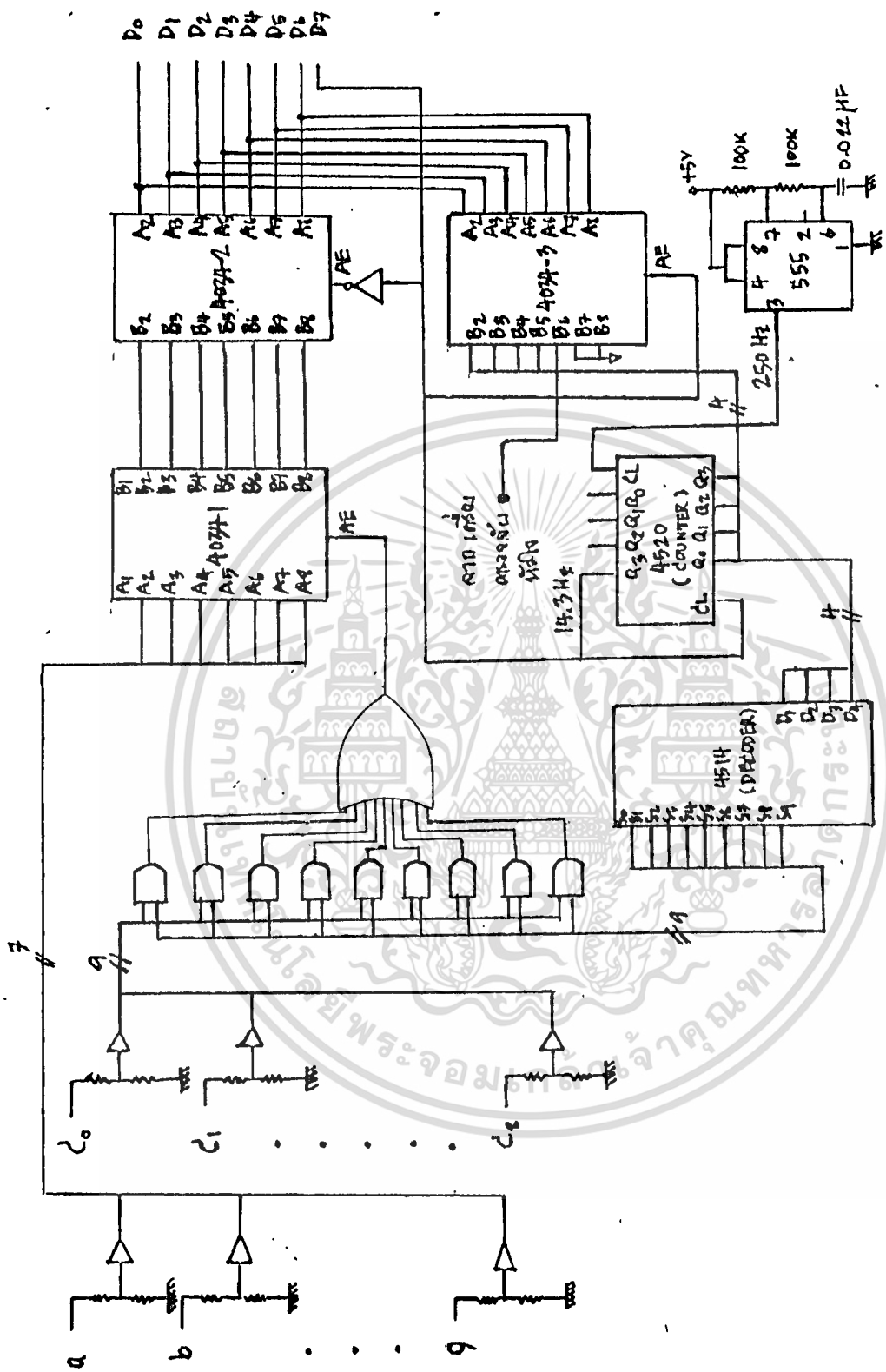
รูป 4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของภาคส่ง

จากรูป 3.1 สัญญาณจากเครื่องวัดความดันโลหิต และเครื่องตรวจจับการเต้นของชีพจรจะถูกรวมสัญญาณเข้าด้วยกันที่ส่วนอินเตอร์เฟส จากส่วนอินเตอร์เฟส สัญญาณจะอยู่ในรูปข้อมูลแบบขนาน 8 บิทจึงต้องมีส่วนแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นแบบอนุกรมก่อน จากนั้นจึงผ่านข้อมูลไปยังส่วนโมเด็ม ซึ่งจะทำหน้าที่มอดูเลท สัญญาณก่อนที่จะส่งผ่านไปยังสายโทรศัพท์ต่อไป

4.1 อินเตอร์เฟสด้านส่ง

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ลดจำนวนบิทของข้อมูลที่มาจากเครื่องวัดความดันโลหิต 16 บิท ให้เหลือ 8 บิท เพื่อส่งไปยังส่วนแปลงข้อมูลขนานเป็นอนุกรม (8251) ต่อไป นอกจากนี้ ส่วนนี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



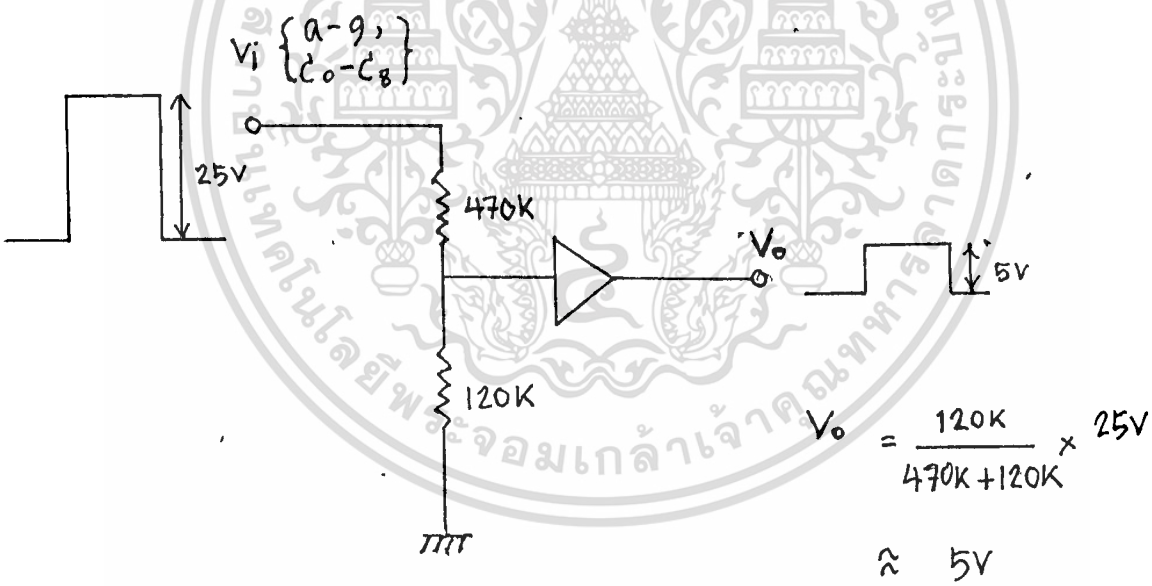
รูป 4.3 แสดงวงจรของส่วนอินเตอร์เฟสด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำหน้าที่รวมสัญญาณจากเครื่องตรวจจับการเต้นของชีพจรด้วย โดยวงจรของส่วนอินเตอร์เฟสด้านส่งแสดงดังในรูป 4.3

4.1.1 ดิไวเดอร์และบัสรีจิสเตอร์

จากเครื่องวัดความดันไลหิตข้อมูล a-g และ C_0-C_8 มีแอมปลิจูดเป็น 25 โวลต์ ดังรูป 4.3 ดังนั้นจะต้องทอน (divide) ขนาดของสัญญาณลงก่อนให้เหลือประมาณ 5 โวลต์ โดยใช้ความต้านทาน 470K และ 120K เพื่อทอนขนาดของสัญญาณแต่สัญญาณที่ได้นี้ยังไม่สเตเบิลเท่าที่ควรเราจึงใช้ นอน-อินเวอร์ตติงบัฟเฟอร์ เพื่อสเตบิไลซ์สัญญาณก่อนที่จะส่งไปยังส่วนต่อไป



รูป 4.2 แสดงวงจรดิไวเดอร์

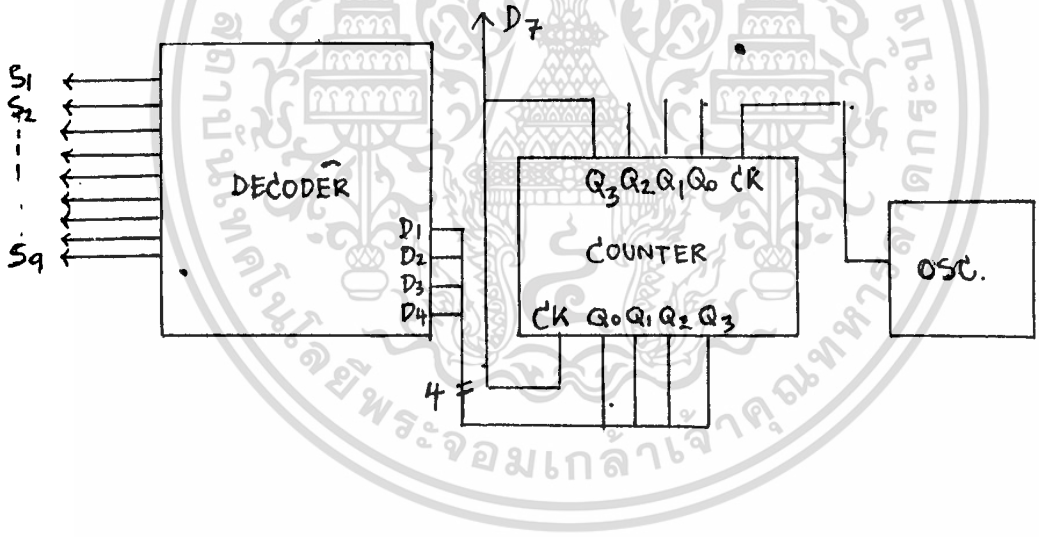
จากดิไวเดอร์ข้อมูลดาต้า (a-g) จะต่อกับรีจิสเตอร์เพื่อพักข้อมูลและผ่านข้อมูลต่อไปยังส่วนมัลติเพล็กต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ดีโค้ดเดอร์ วงจรนับ และออสซิเลเตอร์

วงจรนับ เบอร์ 4520 มีการนับเป็น ไบนารี่ 4 บิท ที่อินพุทคล็อกป้อนสัญญาณคล็อกจากออสซิเรเตอร์ 555 โดยมรความถี่คล็อก 250 เฮิตซ์ วงจรนับชุดนี้ใช้เพื่อหารความถี่ ซึ่งทำให้ได้ความถี่ 4 ค่า สำหรับไว้เลือกเปลี่ยนบอดเรทของข้อมูลขนาดที่ต้องการ การใช้งานต้องการบอดเรทน้อยกว่า 60 บอด (30 เฮิตซ์) ดังนั้น เลือกความถี่การใช้งานจากขา Q_3 (14.3 เฮิตซ์) จากรูป 4.4 ขา Q_3 นี้ ป้อนให้อินพุทคล็อกของวงจรนับชุดสองด้วย เพื่อสร้างไบนารี่โค้ดของ แอดเดรส 7 เซ็กเม้นท์ (Q_0 - Q_3) สำหรับบอกตำแหน่งของดิสเพลย์ จะเห็นว่าแอดเดรสนี้ เราสร้างขึ้นใหม่ไม่ใช่แอดเดรสจริงจากเครื่องวัด (C_0 - C_8)

จากรูป 4.4 ไบนารี่โค้ดที่ได้ถูกดีโค้ดโดยดีโค้ดเดอร์เบอร์ 4514 ซึ่งเป็นดีโค้ดเดอร์ 4 เข้า 16 ออก เนื่องจากเราใช้เพียง 9 แอดเดรส ดังนั้นเอาท์พุทจากดีโค้ดเดอร์จะนำมาใช้ 9 ขา (S_1 - S_9)



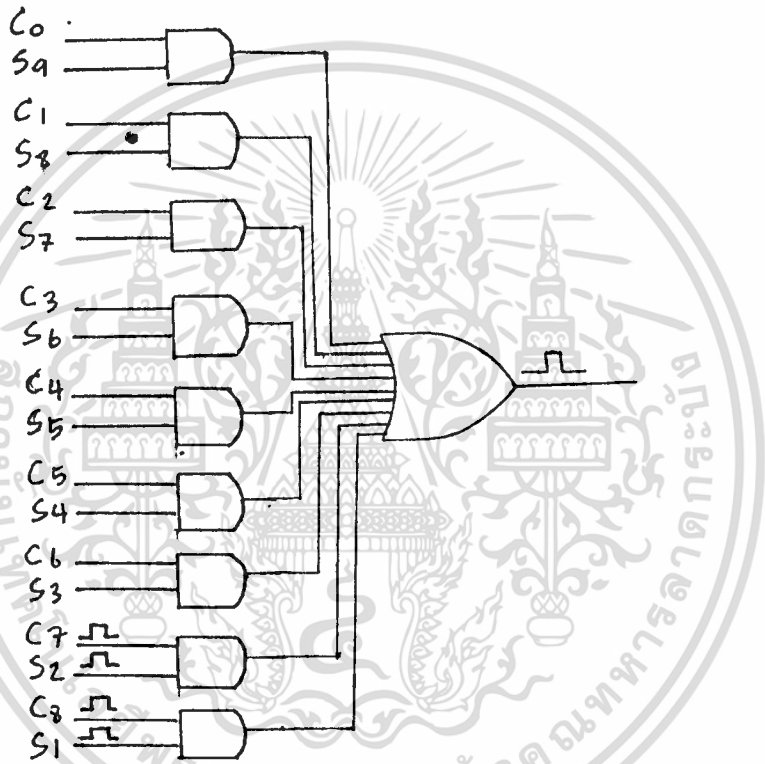
รูป 4.4 แสดงวงจรดีโค้ดเดอร์ วงจรนับและออสซิเลเตอร์

4.1.3 ซีเลคเต่อร์

ซีเลคเตอร์จะทำการเทียบแอดเดรสที่สร้างใหม่ (S_1 - S_9) กับแอดเดรสจริงจากเครื่องวัด (C_0 - C_8) จากรูป 4.5 S_1 จะแอนด์กับ C_8, S_2 แอนด์ C_7..., S_9 จะแอนด์กับ C_0 แล้วทั้งหมด ออร์ (OR) กันจะเห็นว่าเมื่ออินพุทของแอนด์เกทคู่ใดก็ตามเป็น 1 พร้อมกัน

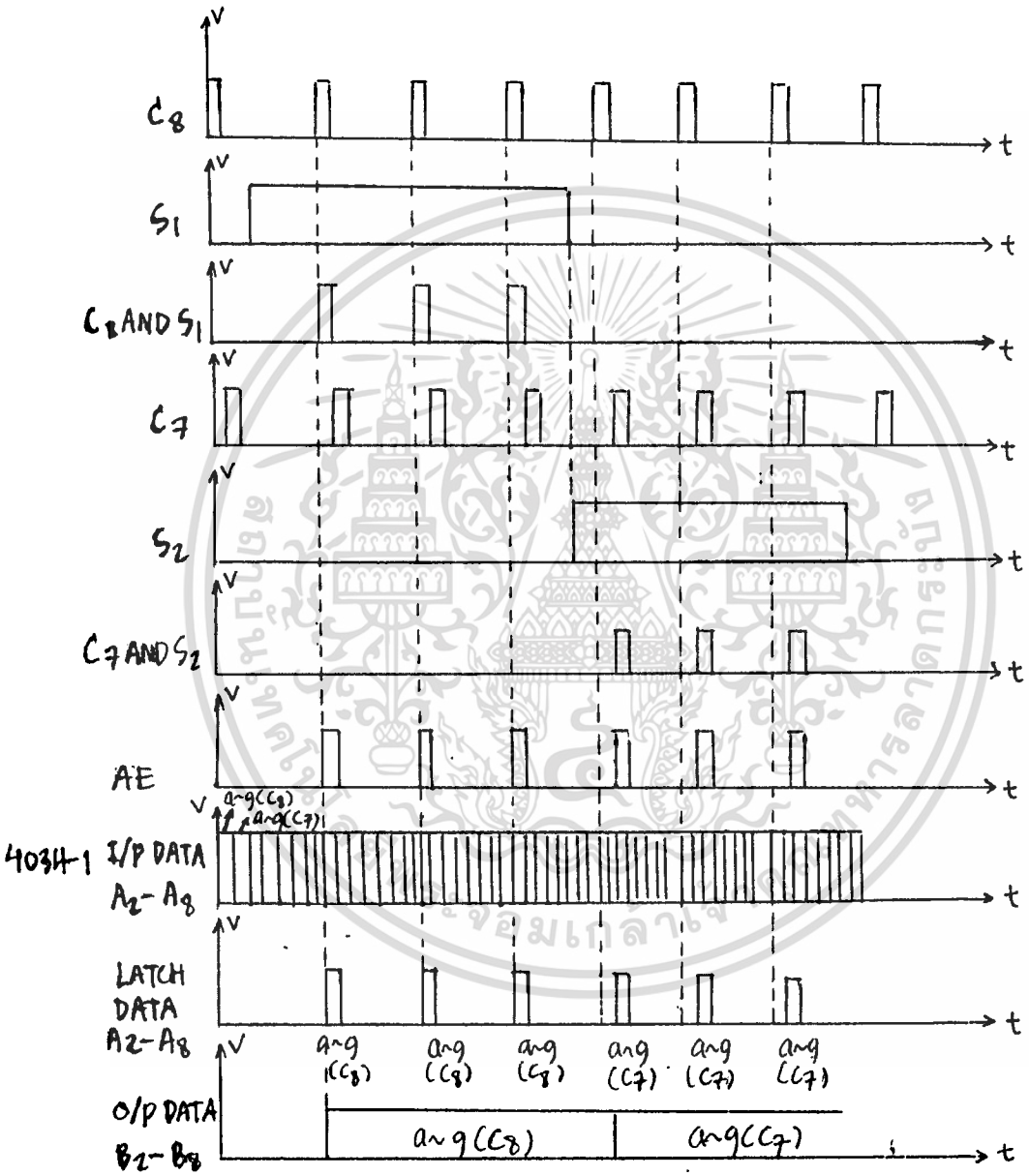
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุทออร์เกทจะเป็น 1 ดังรูป 4.6 ซึ่งแสดงไทม์มิ้งไดอะแกรม เมื่อ S_1 ที่สร้างขึ้นเองเป็น 1 พร้อมกับ C_8 แอนด์ S_1 จะเป็น 1 ทำให้บัสรีจิสเตอร์ผ่านข้อมูล (a-g) ได้เมื่อ S_2 เป็น 1 พร้อมกับ C_7 เป็น 1 C_7 แอนด์ S_2 จะเป็น 1 บัสรีจิสเตอร์ก็จะผ่านข้อมูลอีกจะเห็นว่า เมื่อแอดเดรสที่สร้างขึ้นตรงกับแอดเดรสจริงจากเครื่องวัด ข้อมูลจะถูกนำไปใช้ได้ แต่ถ้าไม่ตรงกันข้อมูลดาต้าก็จะถูกพักไว้ที่บัสรีจิสเตอร์ ทำให้แน่ใจได้ว่า ข้อมูลแอดเดรสที่สร้างขึ้นใหม่ใช้ได้



รูป 4.5 วงจรซีเลคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

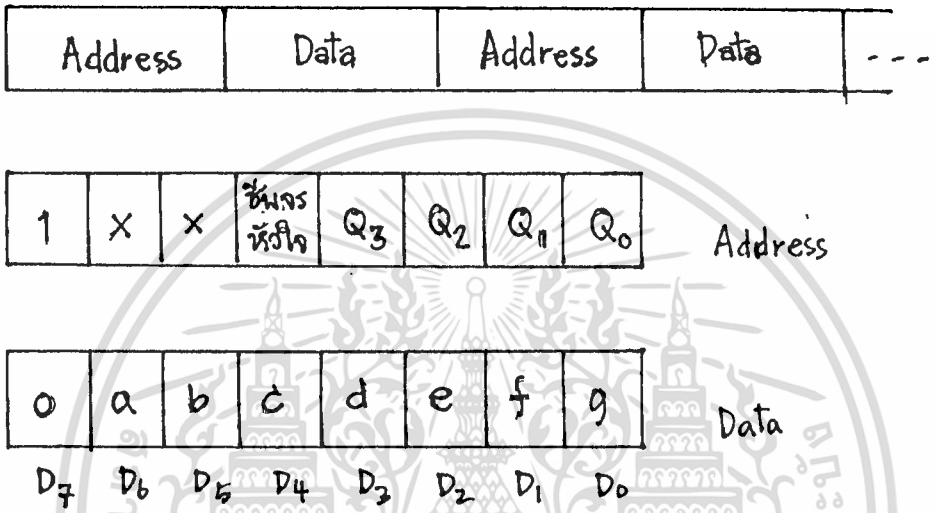


รูป 4.6 ไทม์มิง ไดอะแกรมของซีเลคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 มัลติเพล็กซ์

ส่วนนี้ ทำหน้าที่มัลติเพล็กซ์ข้อมูลดาต้า กับข้อมูลแอดเดรสโดยมัลติเพล็กซ์เป็นเฟรม 8 บิท สลับกันระหว่างดาต้ากับแอดเดรส ดังแสดงในรูป 4.7



รูป 4.7 แสดงลักษณะข้อมูลดาต้าสลับกับแอดแดรส

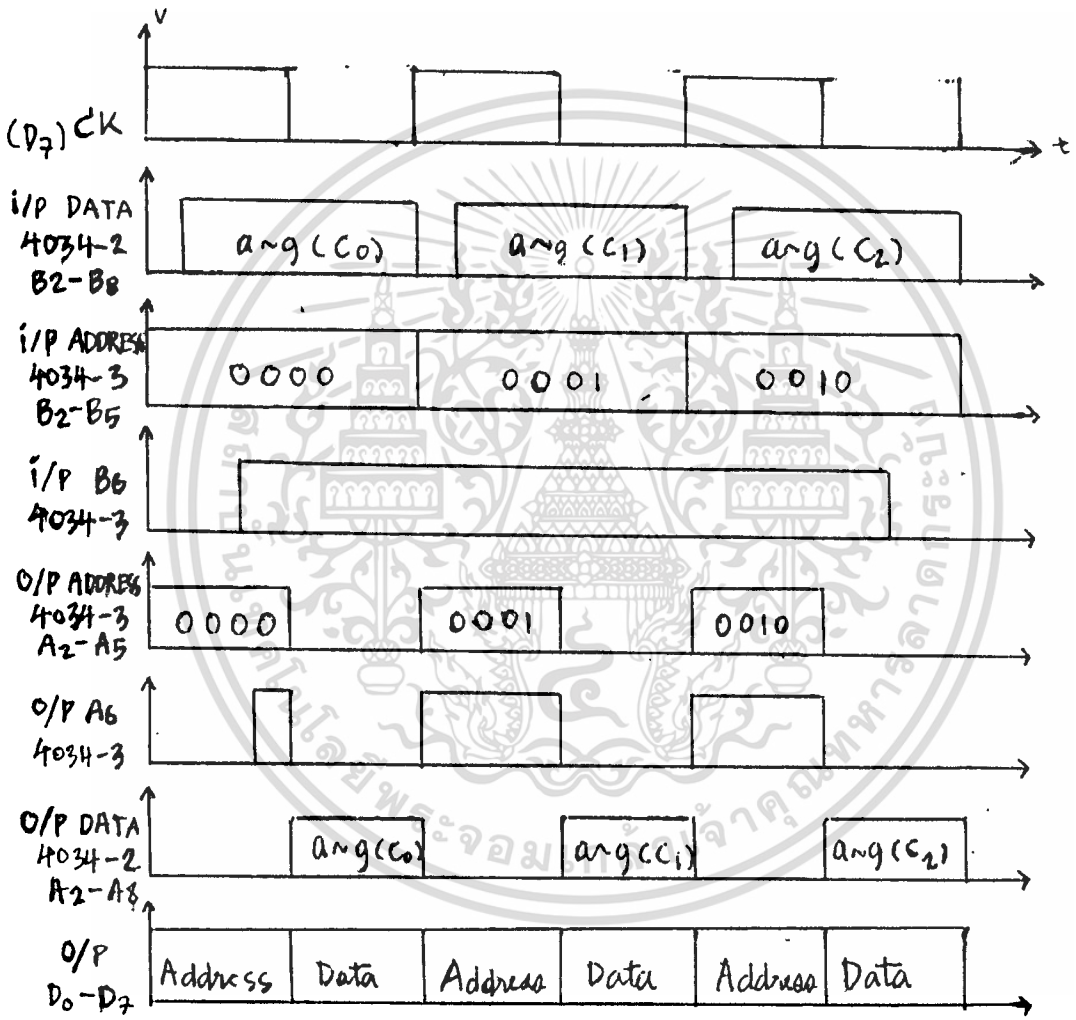
การมัลติเพล็กซ์นี้จะใช้บัสรีจิสเตอร์ 4034 สองตัว สลับกันผ่านข้อมูล โดยจะทำการต่ออินเวอร์ตเตอร์ระหว่างขา AE ทั้งสอง ซึ่งบ่อนด้วยสัญญาณคล็อกจากวงจรนับ โดยความถี่ของคล็อกนี้จะกำหนดบอดเรทของข้อมูลขนาน 8 บิทที่ได้สำหรับสัญญาณการเต้นของชีพจรจะถูกรวมที่ส่วนนี้ด้วย โดยจะส่งไปกับ D_6 ในแอดเดรสเฟรม ดูรูป 4.7

ไทม์มิงไดอะแกรมของการมัลติเพล็กซ์จะแสดงดังรูป 4.8

4.2 ส่วนแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นข้อมูลแบบอนุกรม (Paralell to serial data)

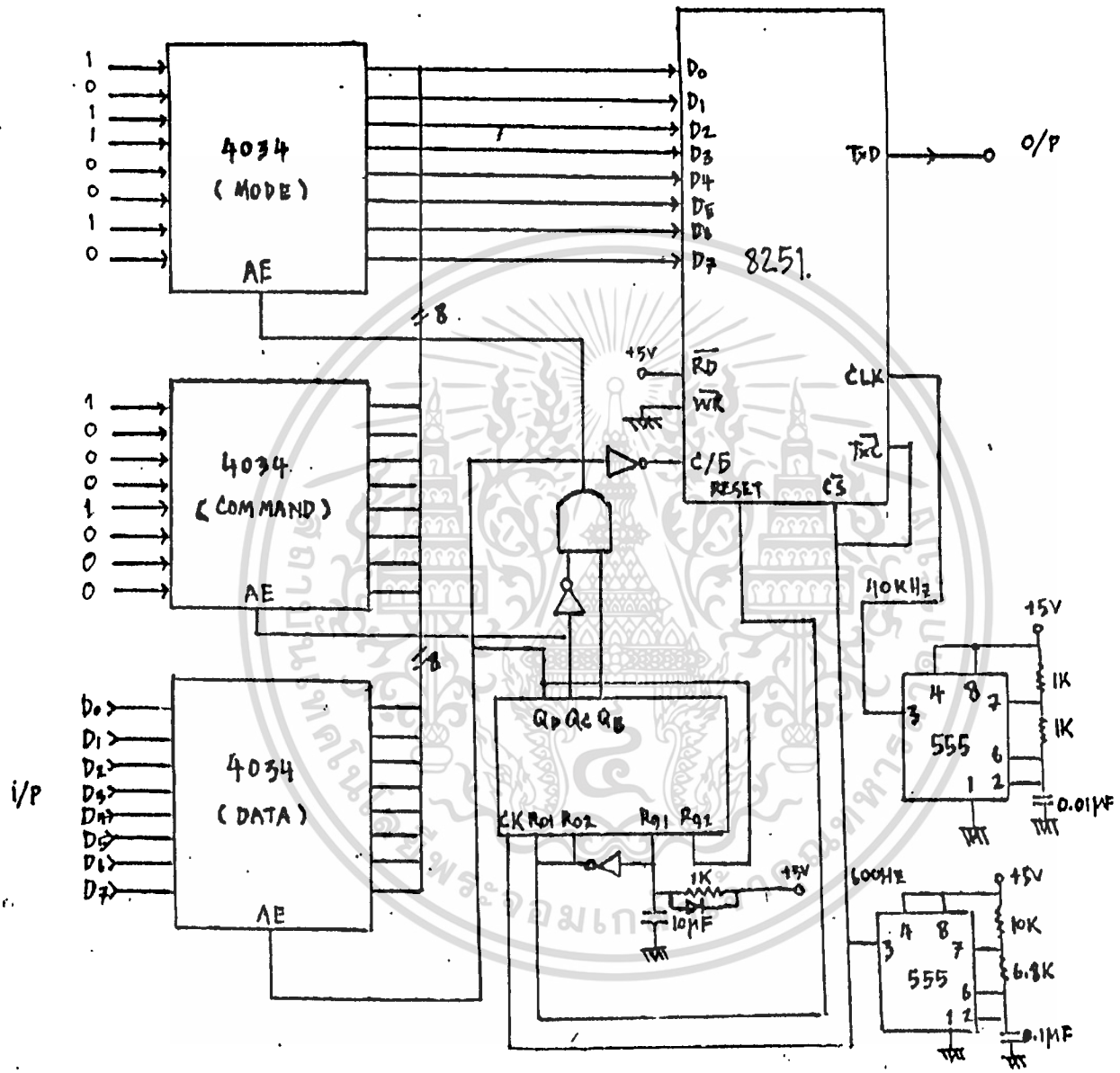
จากหัวข้อที่แล้วเรื่อง อินเตอร์เฟสนั้น ลักษณะของข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลแบบขนาน 8 บิท ซึ่งยังไม่สามารถที่จะส่งผ่านโมเด็มได้จึงต้องมีส่วนนี้เพื่อแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรม ในการแปลงนี้โครงงานจะใช้ชิพซัพพอร์ตเบอร์ 8251 ซึ่งปกติมีการใช้งานคู่กับ Z80 แต่ในโครงงานนี้จะใช้วงจรอื่นมาประกอบแทนการใช้ Z80 โดยวงจรของส่วนแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นข้อมูลแบบอนุกรมนี้แสดงดังรูป 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.8 แสดงไทม์มิงไดอะแกรมของการมัลติเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

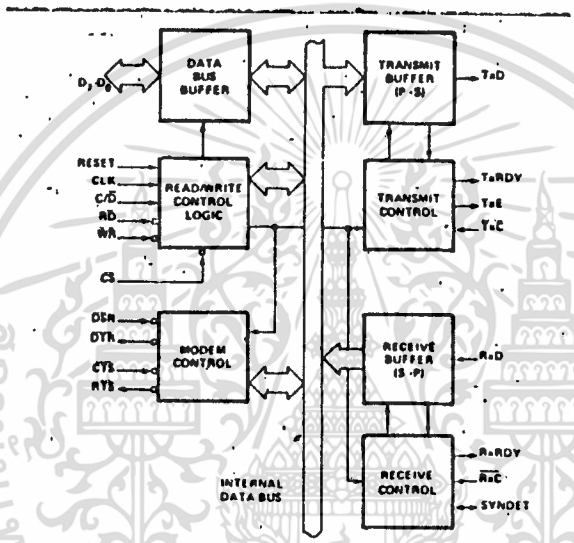


รูป 4.9 แสดงวงจรของส่วนแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 8251 ด้านส่ง

จะเป็นไอซีหลักในการแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นอนุกรมสำหรับคุณสมบัติของการทำงานทั่วๆ ไปของ 8251 นี้มีการทำงานที่เลือกได้ทั้งแบบซิงโครนัสและอะซิงโครนัส สามารถทำการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลด้วยการทำพาริตี้เช็คได้ นอกจากนี้จำนวนบิทของข้อมูลแบบขนานสามารถใช้ได้ 5 - 8 บิท โดยการทำงานภายในไอซีแสดงดังบล็อคไดอะแกรมรูป 4.10



รูป 4.10 แสดงบล็อคไดอะแกรมภายในของ 8251

สำหรับการต่อขาบางขาของ 8251 ที่น่าสนใจมีดังนี้

ขา **Reset** ขานี้ในระหว่างการใช้จะต้องเป็น 0 ถ้าเป็น 1 จะทำให้ไอซีถูกรีเซ็ท ซึ่งการเริ่มต้นทำงานจะต้องรีเซ็ทก่อนทุกครั้ง ดังนั้น ขานี้จะต้องเริ่มต้นจาก 1 แล้วเปลี่ยนเป็น 0 ขานี้จะต่อขา Ro(1)/Ro(2) (จะอธิบายในหัวข้อต่อไป) ซึ่งมีการเปลี่ยนสถานะจาก 1 เป็น 0 เหมือนกัน

ขา **CLK** เป็นขาสำหรับสัญญาณคล็อก เพื่อการสร้างไทม์มิ่งภายในไอซี โดยที่ความถี่ของ ขา CLK นี้ จะต้องมากกว่า 30 เท่าของอัตราเร็วของข้อมูลอนุกรม (Baud rate) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ ซึ่งในโครงงานนี้เท่ากับ 600 บอดในการใช้งานขา CLK นี้ได้ใช้ความถี่ประมาณ 40 กิโลเฮิตซ์ ซึ่งมากกว่า 30 * 600 เฮิตซ์ (18 กิโลเฮตซ์)

ขา C/$\overline{D}$ ขานี้เมื่อเป็น 1 จะแสดงว่า ข้อมูลที่บัสข้อมูลเป็นข้อมูลสำหรับการโปรแกรม (Control word) แต่ถ้าเป็น 0 แสดงว่า ข้อมูลที่บัสข้อมูลจะเป็นข้อมูลที่ส่งหรือรับ (Data) ขานี้จะต่ออินเวอร์ตเตอร์กับขาของบัสรีจิสเตอร์ข้อมูล

ขา $\overline{RD}$ เมื่อเป็น 0 จะหมายถึงการอ่านข้อมูลออกจาก 8251 ดังนั้นขานี้จึงเป็น 1 เพราะด้านส่งนี้ ต้องการเพียงเขียนข้อมูลเข้า 8251 เท่านั้น

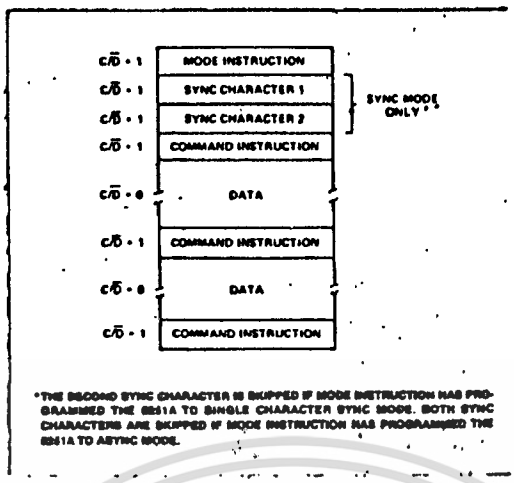
ขา $\overline{WR}$ เมื่อเป็น 0 จะหมายถึง ให้เขียนข้อมูลเข้า 8251 ดังนั้น ขานี้จึงเป็น 0

ขา $\overline{CS}$ เมื่อเป็น 0 จะหมายถึง 8251 จึงจะทำงานได้ แต่ถ้าเป็น 1 บัสข้อมูลก็จะอยู่ในสถานะลอยข้อมูล ไม่สามารถผ่านเข้าออกได้สำหรับในการใช้งาน เนื่องจากไม่ได้ใช้งานคู่กับ Z80 ขา $\overline{CS}$ นี้จะต้องป้อนสัญญาณเป็นคล็อก เพื่อทำให้ 8251 ได้เว้นช่องว่างการรับข้อมูลจากบัสข้อมูล มิฉะนั้น 8251 อาจจะทำงานไม่ทัน สำหรับความถี่ที่จะใช้กับขา CS นี้ควรจะเท่ากับ อัตราเร็วของข้อมูลอนุกรมที่ใช้ ดังนั้นขานี้ก็จะป้อนสัญญาณคล็อก 600 เฮิตซ์

ขา $\overline{TxC}$ เป็นขาสำหรับสัญญาณคล็อก เพื่อกำหนดอัตราเร็วของข้อมูลที่ต้องการ ดังนั้นขานี้ จะป้อนสัญญาณคล็อก 600 เฮิตซ์

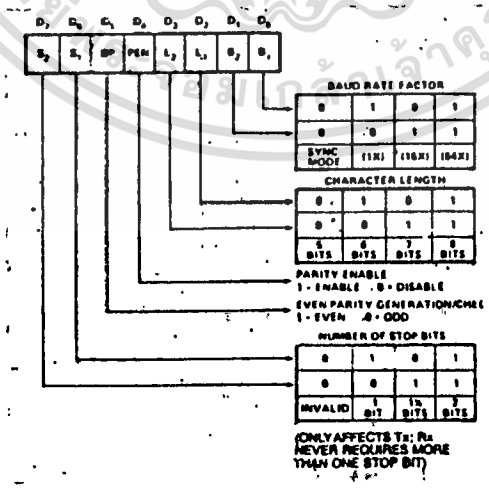
ในการใช้งาน 8251 ทุกครั้งนั้น จะต้องมีการโปรแกรมการทำงานก่อนทุกครั้ง จึงจะสามารถใช้งาน 8251 เพื่อแปลงข้อมูลได้ ซึ่งรูปแบบขั้นตอนทางโปรแกรม 8251 แสดงไว้ในรูป 4.11 จะเห็นว่า ก่อนที่จะส่งข้อมูลให้ 8251 จะต้องโปรแกรมให้โหมดอินสตริคชั่น ซิงคาแรคเตอร์ และคอมมานด์อินสตรัคชั่นก่อน (ในโครงงาน เนื่องจากเป็นการใช้งานในอะซิงโครนัส จึงไม่ต้องมีซิงคาแรคเตอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.11 แสดงขั้นตอนการส่งข้อมูลของ 8251

โปรแกรมโหมดอินสตรัคชั่นจะควบคุมการทำงานให้ 8251 ว่า จะส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส หรือ อะซิงโครนัส บอดเรทแฟคเตอร์เท่าไร ความยาวของคำ (Character Length) กี่บิท จะใช้พาริตี้เช็คหรือไม่ และจำนวนสต๊อบบิทกี่บิท รูป 4.12 จะแสดงรูปแบบการโปรแกรมโหมดอินสตรัคชั่น



รูป 4.12 แสดงรูปแบบโหมดอินสตรัคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานได้โปรแกรมโหมดอินสตรัคชั่น ดังนี้

$D_0 = 1$, $D_1 = 0$ ——— ใช้บอดเรทแฟคเตอร์ 1*

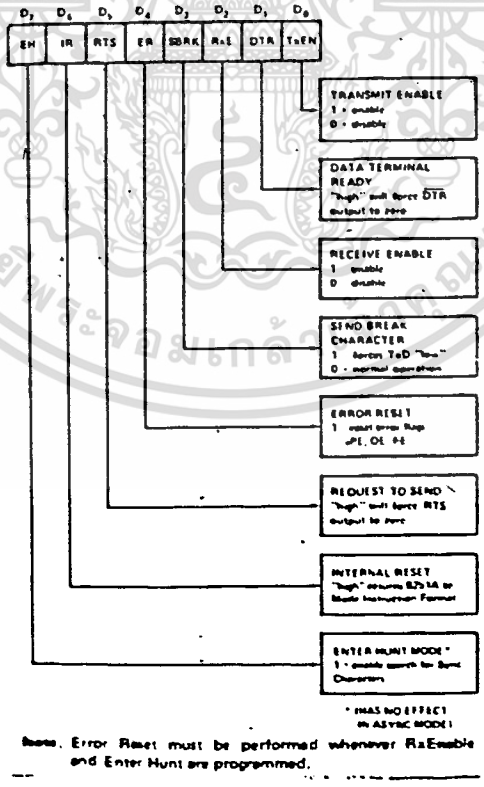
$D_2 = 1$, $D_3 = 1$ ——— ใช้ความยาวของคำ 8 บิท

$D_4 = 0$ ——— ไม่มีการใช้พาริตี้เช็ค

$D_5 = 0$ ——— ไม่สนใจเพราะไม่มีการใช้พาริตี้เช็ค

$D_6 = 1$, $D_7 = 0$ ——— สต๊อปบิท 1 บิท

โปรแกรมคอมมานด์อินสตรัคชั่นจะควบคุมการทำงาน 8251 โดยมีรูปแบบดังรูป 4.13



รูป 4.13 แสดงรูปแบบคอมมานด์อินสตรัคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานได้โปรแกรมคอมมานด์อินสตรัคชั่นดังนี้

$D_0 = 1$ ให้ 8251 ทำงานเป็นตัวส่งข้อมูล

$D_1 = 0$ ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน

$D_2 = 0$ ให้ 8251 ไม่สามารถรับข้อมูลได้

$D_3 = 0$ ให้ 8251 ทำงานปกติไม่มีการส่งเบรกคาแรคเตอร์

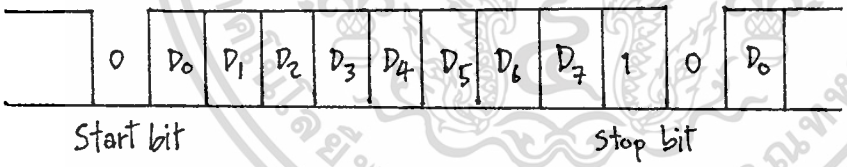
$D_4 = 0$ ไม่มีการรีเซ็ทแฟล็กผิดพลาด (Error flags)

$D_5 = 0$ ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน

$D_6 = 0$ ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน

$D_7 = 0$ ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน

จากโปรแกรมข้างต้น เมื่อใช้งานโดยทำการแปลงข้อมูลแบบขนาน 8 บิท เป็นข้อมูลแบบอนุกรมแล้ว รูปแบบของข้อมูลอนุกรมจะมีบิทเริ่มต้น (start bit) ซึ่งเป็น 0 อยู่ 1 บิท ตามด้วยข้อมูลที่ส่ง 8 บิท และสต๊อปบิท ซึ่งเป็น 1 อีก 1 บิท ดังรูป 4.14



รูป 4.14 แสดงรูปแบบข้อมูลแบบอนุกรมที่ใช้งาน

4.2.2 บัสรีจิสเตอร์

จากหัวข้อที่แล้วก่อนที่จะใช้งาน 8251 นั้นจะต้องมีข้อมูลที่เป็นโปรแกรมการทำงานส่งให้ 8251 ก่อนโดยจะใช้บัสรีจิสเตอร์เบอร์ 4034 เป็นตัวผ่านข้อมูลเรียงกันไปจากบัสรีจิสเตอร์ของโหมด บัสรีจิสเตอร์ของคอมมานด์ และบัสรีจิสเตอร์ของข้อมูล สำหรับบัสรีจิสเตอร์ของโหมดและคอมมานด์จะมีอินพุทเป็นข้อมูลของโปรแกรม ซึ่งจะเป็นข้อมูลคงตัวไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนบัสรีจิสเตอร์ข้อมูลก็จะมีอินพุทเป็นข้อมูลที่ต้องการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานจะต้องป้อนโลจิก 1ให้ขา AE ของบัสรีจิสเตอร์ทั้ง 3 เรียงตามลำดับ เพื่อทำให้บัสรีจิสเตอร์ผ่านข้อมูลโหมดอินสตรัคชั่น ตามด้วยคอมมานด์อินสตรัคชั่น แล้วจึงตามด้วยดาต้า

4.2.3 วงจรควบคุมบัสรีจิสเตอร์

จากหัวข้อที่แล้ว จะต้องมีโลจิกสำหรับควบคุมการผ่านข้อมูลของบัสรีจิเตอร์ทั้ง 3 ที่ขา AE ในโครงงานนี้ใช้ 7490 ซึ่งเป็นวงจรนับ 10 มาดัดแปลง เพื่อสร้างโลจิกควบคุมที่ต้องการคือ 0 0 1, 0 1 0, 1 0 0 โดยเมื่อเป็น 1 0 0 จะให้คงสถานะไว้

ปกติการนับของ 7490 คือ 0 0 1, 0 1 0, 0 1 1, 1 0 0 ซึ่งสถานะ 0 1 1 เป็นสถานะที่ไม่ต้องการ การที่จะทำให้สถานะ 0 1 1 เปลี่ยนเป็น 0 1 0 แทน โดยแอนด์เกทและอินเวอร์ตเตอร์สำหรับวงจร RC จะทำหน้าที่เซ็ทให้การนับเริ่มต้นที่ 000 ทุกครั้ง เพราะเมื่อเริ่มต้นการทำงานขา R_{g1} จะเริ่มต้นเป็น 0 แล้วเปลี่ยนเป็น 1 เมื่อคาปาซิเตอร์ชาร์จประจุเต็มแล้ว ดังนั้นขา R_{01} R_{02} R_{g1} R_{g2} จะเริ่มต้นที่คำ 1 1 0 X แล้วเปลี่ยนเป็น 0 0 1 0 (ดูตารางในรูป 4.15 ประกอบ)

สำหรับขา R_{01} และ R_{02} จะถูกต่อกับขา RESET ของ 8251 ด้วย เพื่อรีเซ็ทการทำงานเมื่อเริ่มต้น

'90A, 'L90, 'LS90
BCD COUNT SEQUENCE
(See Note A)

COUNT	OUTPUT			
	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

'90A, 'L90, 'LS90
RESET/COUNT FUNCTION TABLE

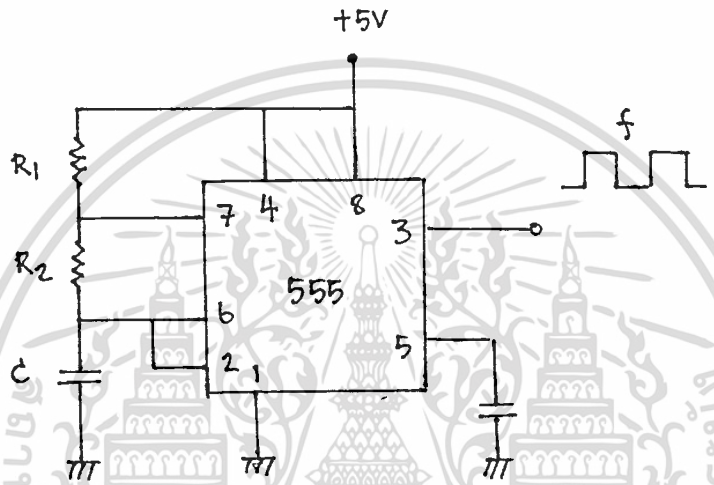
RESET INPUTS				OUTPUT			
$R_{0(1)}$	$R_{0(2)}$	$R_{9(1)}$	$R_{9(2)}$	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
X	L	X	L	COUNT			
L	X	L	X	COUNT			
L	X	X	L	COUNT			
X	L	L	X	COUNT			

รูป 4.15 แสดงการนับของ 7490

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ออสซิเลเตอร์

จากหัวข้อ 8251 และวงจรควบคุมบัสรีจิสเตอร์นั้น มีสัญญาณคล็อกเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยโดยขา CLK ของ 8251 ต้องการคล็อกความถี่มากกว่า 18 กิโลเฮิตซ์ และขา $\overline{TxC}$ และ $\overline{CS}$ ต้องการคล็อกความถี่ 600เฮิตซ์ สำหรับอันพุทของ 7490 ในวงจรบัสรีจิสเตอร์จะใช้คล็อกความถี่ 600 เฮิตซ์ ด้วย โดยใช้ 555 จำนวน 2 ตัวสำหรับความถี่ทั้งสอง ดังแสดงในรูป 4.9 สำหรับการคำนวณจะได้ R_2 ไม่ตรงกับที่ใช้งานจริงดังนี้



จากสูตรการคำนวณหาค่า R_1, R_2, C และ f

$$f = 1.44/(R_1+2R_2)C$$

ที่ความถี่ใช้งาน 600 Hz กำหนด R_1 = 10K, C = 0.1 μF

$$600 = 1.44/(10K+2R_2)0.1*10^{-6}$$

ได้ R_2 = 7 KΩ (ค่าจริงที่ใช้ = 6.8 KΩ)

ที่ความถี่ใช้งาน 40 KHz กำหนด R_1 = 1K, C = 0.001 μF

ได้ R_2 = 1.3 KΩ (ค่าจริงที่ใช้ = 1 KΩ)

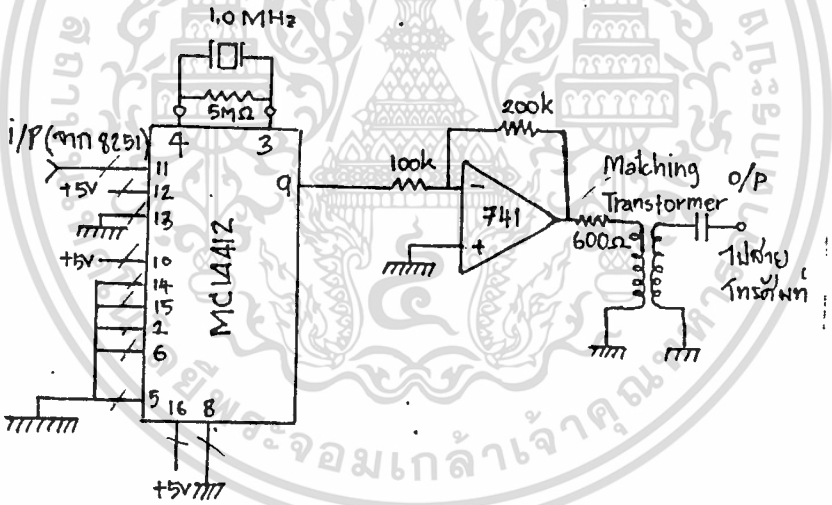
4.3 โมเด็มด้านส่ง

ในการที่จะส่งข้อมูลไปในสายโทรศัพท์ได้นั้น จะต้องมอดูเลทสัญญาณก่อนจึงจะส่งไปได้ ซึ่งจะใช้โมเด็มเป็นตัวมอดูเลท แต่การมอดูเลทนั้นมีหลายแบบด้วยกัน ในโครงงานจะใช้การมอดูเลทในแบบ FSK (Frequency Shift Keying) ซึ่งมีหลักการมอดูเลท คือ เมื่อข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 0 ก็จะส่งคลื่นซายน์ความถี่หนึ่ง และเมื่อข้อมูลเป็น 1 ก็จะส่งด้วยความถี่อีกค่าหนึ่ง โดยจะต้องอยู่ในแบนด์วิทของสายโทรศัพท์

สำหรับในส่วนโมเด็มด้านส่งจะรับข้อมูลแบบอนุกรม จากส่วนแปลงข้อมูลขนานเป็นอนุกรมผ่านโมเด็มเพื่อมอดูเลท จากนั้นจะผ่านบัฟเฟอร์เพื่อขับสัญญาณจากบัฟเฟอร์ จะต้องผ่านหม้อแปลง (Transformer) ก่อน จึงจะต่อเข้าสายโทรศัพท์ได้ หม้อแปลงทำหน้าที่กันแรงดัน 48 โวลต์ ในสายโทรศัพท์ รูป 4.16 แสดงวงจรของส่วนโมเด็มด้านส่ง

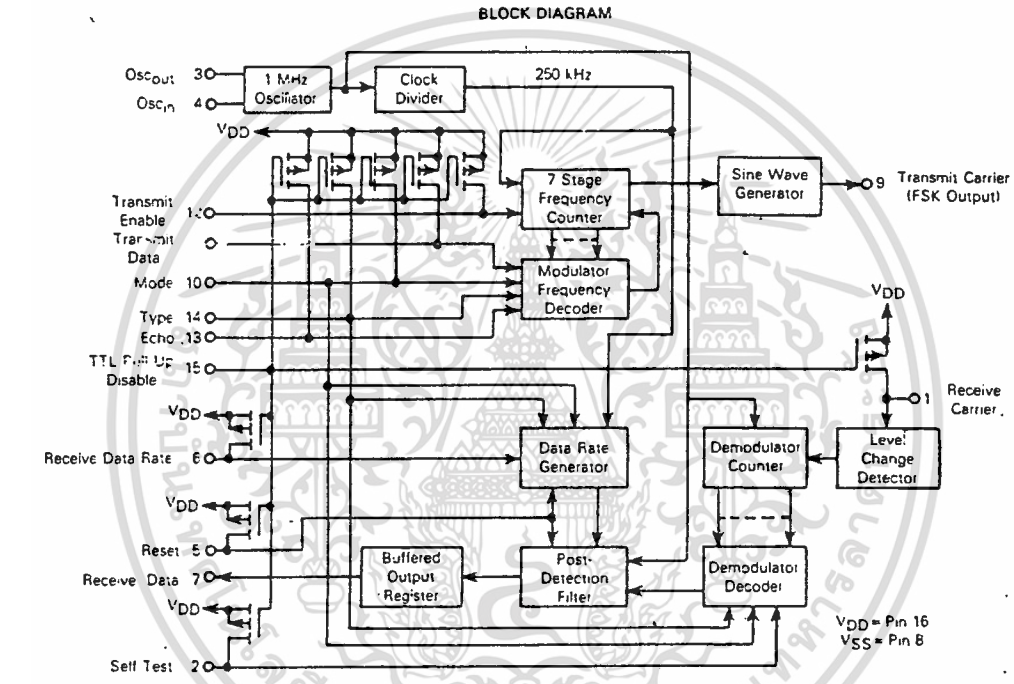


รูป 4.16 วงจรของส่วนโมเด็มด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 โมเด็ม

ในโครงงานใช้โมเด็ม 14412 ซึ่งมีการมอดูเลทแบบ FSK มีบอดเรท 0-600 บอด สามารถเลือกโหมดความถี่ได้ 2 โหมด ซึ่งความถี่ใช้งานมีทั้งมาตราฐาน CCITT และอเมริกา บล็อกไดอะแกรมภายในไอซีนั้นดังแสดงในรูป 4.17



รูป 4.17 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในโมเด็ม

การใช้งานโมเด็มมีการต่อขาต่างๆ ดังนี้

ขา Type (14) เป็นขาอินพุท ซึ่งใช้เลือกมาตราฐานการใช้ ในโคงงานเลือกมาตราฐาน CCITT ขานี้จึงเป็น 1

ขา Mode (10) เป็นขาอินพุท ใช้เลือกคู่ความถี่ที่ใช้ในการส่งรับ สำหรับการเลือกโหมดนั้นแสดงดังรูป 4.18 ดังนั้นจะเลือกใช้ แชนเนลที่ 1 ขา Mode จึงเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

United States Standard
Type = "1"
Echo = "0"

Mode		Tx Data		Tx Car
Originate	"1"	Mark	"1"	1270 Hz
Originate	"1"	Space	"0"	1070 Hz
Answer	"0"	Mark	"1"	2225 Hz
Answer	"0"	Space	"0"	2025 Hz

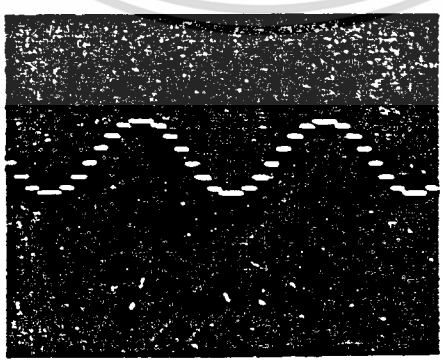
C.C.I.T.T. Standard
Type = "0"
Echo = "0"

Mode		Tx Data		Tx Car
Channel	"1"	Mark	"1"	980 Hz
No. 1	"1"	Space	"0"	1180 Hz
Channel	"0"	Mark	"1"	1650 Hz
No. 2	"0"	Space	"0"	1850 Hz

รูป 4.18 แสดงมาตราฐานและโหมดการใช้โมเด็ม

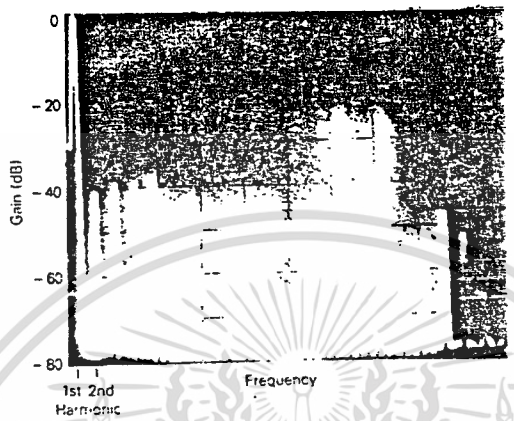
ขา Rx Rate (6) ใช้เลือกบอดเรทสูงสุดในการรับข้อมูล โดยถ้าเป็น 1 จะกำหนดให้บอดเรทสูงสุดที่โมเด็มจะรับได้คือ 300 บอด ถ้าเป็น 0 บอดเรทสูงสุดเท่ากับ 600 บอด ในโครงงานใช้บอดเรท 600 บอด ขานี้จึงเป็น 0

เอาท์พุทของโมเด็มจะมีลักษณะเป็นคลื่นซายน์แบบขั้นบันไดดังแสดงในรูป 4.19 ซึ่งจะมีสเปคตรัมดังรูป 4.20



รูป 4.19 แสดงเอาท์พุทของโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.20 แสดงสเปคตรัมของเอาท์พุทโมเด็ม

4.3.2 **บัฟเฟอร์และทรานสฟอเมอร์คลับปลิ้ง**

ใช้ออฟแอมป์ 741 เป็นวงจรขยายสัญญาณโดยต่อเป็นแบบ นอน-อินเวอร์ตเตอร์-แอมปลิฟายจะได้ค่า G เท่ากับ

$$G = -R_2 / R_1$$

$$= -200K / 100K$$

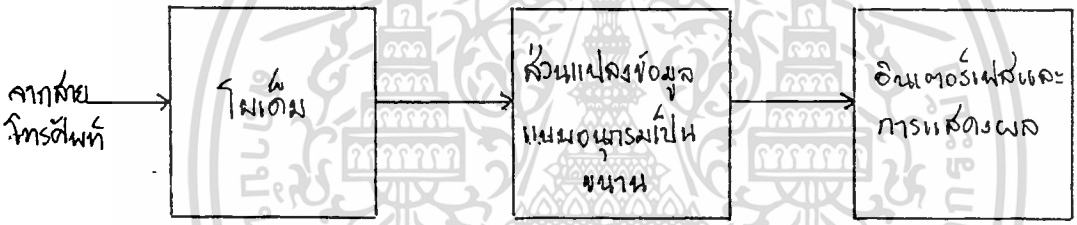
$$= -2$$

ทรานสฟอเมอร์ที่ใช้ 600 ทั้ง 2 ด้าน เป็นการทำการคับปลิ้งสัญญาณเอาท์พุทจากโมเด็มเข้าสู่สายโทรศัพท์ โดยกันไม่ให้ไฟ ดี.ซี 48 โวลต์มาทำความเสียหายให้กับวงจร โดยมีคาปาซิเตอร์ทนค่าโวลเตจได้สูงต่ออนุกรมกับทรานสฟอเมอร์ เพื่อไม่ให้มีโวลเตจตกคร่อมกับทรานสฟอเมอร์มากเกินไปทำให้เสียหายได้ สำหรับสาเหตุที่ต้องใช้ทรานสฟอเมอร์มาคับปลิ้งแทนที่จะใช้คาปาซิเตอร์คับปลิ้งนั้น ก็เพราะว่าสายโทรศัพท์เป็นสายสมดุลย์ (Balanced line)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ภาครับ
(RECEIVER)

ในภาครับจะประกอบด้วย โมเด็มรับส่วนแปลงข้อมูลแบบอนุกรมเป็นขนาน และส่วนแสดงผล รูป 5.1 แสดงการทำงานของภาครับ



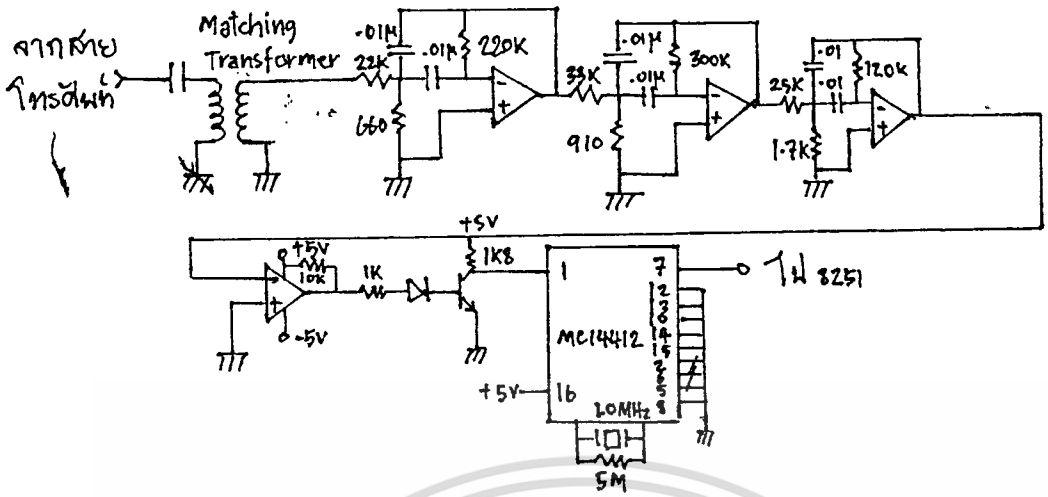
รูป 5.1 แสดงการทำงานของภาครับ

5.1 โมเด็มรับ

จากทางด้านส่ง สัญญาณที่ผ่านสายโทรศัพท์มายังด้านรับมีลักษณะเป็นคลื่นซายน์ขั้นบันได ซึ่งมีฮาโมนิกปนอยู่ด้วย เราจะต้องกรองเอาฮาโมนิกออก โดยใช้วงจรกรองความถี่แบนด์พาส (Randpass Filter) ซึ่งจะกรองให้เหลือเฉพาะความถี่แคเรียร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นคลื่นซายน์

ในการดีมอดูเลทของโมเด็ม 14412 นี้ สัญญาณขา Rxcar ต้องเป็นคลื่นสแควร์ +5 โวลต์กับกราวนด์ ดังนั้นจากคลื่นซายน์ที่ได้จากแบนด์พาสฟิลเตอร์ต้องผ่านลิมิตเตอร์และวงจรตัดครึ่งลบ เพื่อทำให้ได้ลักษณะของสัญญาณดังกล่าว รูป 5.2 แสดงวงจรโมเด็มรับ

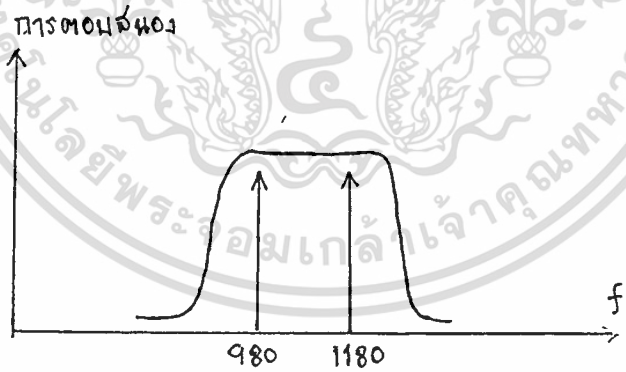
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.2 แสดงวงจรโมเด็มรับ

5.1.1 แบนด์พาสฟิลเตอร์

จากทางด้านส่งความถี่ของแคเรียร์ที่ใช้ คือ 980 เฮิตซ์ และ 1180 เฮิตซ์ ดังนั้น การออกแบบวงจรแบนด์พาสจะต้องมีช่วงผ่านคลอบคลุมความถี่ 980 และ 1180 ดังรูป 5.3



รูป 5.3 แสดงความถี่แคเรียร์

การออกแบบฟิลเตอร์จะใช้แบนด์พาสฟิลเตอร์ 3 ตัว แคสเคดกัน โดยมีวงจรแต่ละตัวดังรูป

การคำนวณใช้สูตรดังนี้:-

$R_1 = Q/(2\ f_oGC)$

$R_2 = Q/2f_oC(2Q^2-G)$

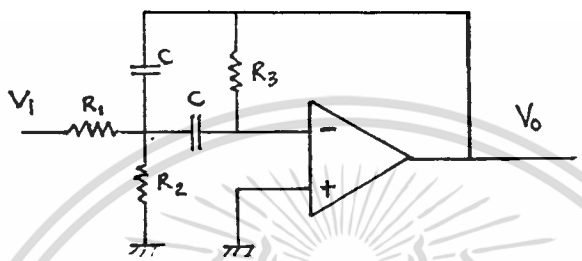
$R_3 = 2GR_1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f_0 คือ. ค่าความถี่คัดออฟ

G คือ ค่าเกนของวงจร

โดยที่ค่า C, f_0, G และ Q กำหนดขึ้นเอง (Q ต้องมากกว่า G/2)



รูป 5.5 แสดงวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์

สำหรับผลของการตอบสนองความถี่ให้ดูในบทผลการทดลอง

5.1.2 ลิมิตเตอร์และวงจรคัดครึ่งลม

ลิมิตเตอร์ (LM 339) ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นซายน์ที่ได้จากแบนด์พาสฟิลเตอร์ให้เป็นคลื่นสแควร์ โดยมีกราวนด์เป็นระดับอ้างอิง คือ ถ้าสัญญาณมีระดับต่ำกว่ากราวนด์จะให้เอาท์พุท เป็น +5 โวลต์ แต่ถ้าสูงกว่ากราวนด์จะให้เอาท์พุทเป็น -5 โวลต์

วงจรคัดครึ่งลบ ซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์ลวิตซ์ (Transistor Switch) ต่อแบบคอมมอนอีมิตเตอร์ แต่ออกแบบให้สัญญาณที่เข้ามาอยู่ในช่วงคัทออฟ และอิ่มตัว (Saturate) ทำให้สามารถตัดสัญญาณซีกลบเหลือเป็น +5 โวลต์กับกราวนด์ได้

5.1.3 โมเด็ม

โมเด็มจะทำหน้าที่ดีมอดูเลทสัญญาณออกมาให้ได้ข้อมูลตรงกับทางด้านส่ง การใช้งานโมเด็มด้านรับ จะเหมือนกับโมเด็มด้านส่ง จะมีก็เพียงขาโหมดที่ตรงกันข้ามกับทางด้านส่ง (ขาโหมดเป็น 0)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ส่วนแปลงข้อมูลแบบอนุกรมเป็นข้อมูลแบบขนาน (Series to Parallel)

จากส่วนโมเด็มข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลแบบอนุกรม จึงต้องแปลงกลับให้เป็นข้อมูลแบบขนานก่อน เพื่อที่จะนำข้อมูลแบบขนาน 8 บิทไปแสดงผลต่อไป ในการแปลงข้อมูลแบบอนุกรมเป็นข้อมูลแบบขนานนี้ก็จะใช้ 8251 เช่นเดียวกับทางด้านส่ง วงจรและการทำงานของส่วนนี้จึงคล้ายกับทางด้านส่ง ดังนั้น จะอธิบายเฉพาะจุดที่ต่างจากทางด้านส่งเท่านั้น

8251

การต่อ 8251 ทางด้านรับนี้จะต้องต่างกับทางด้านส่ง ดังนี้

ขา $\overline{WR}$ ทางด้านส่ง ขานี้จะเป็น 0 ตลอด แต่ในด้านรับ ขานี้จะต่อกับขา AE ของบัสรีจิสเตอร์ข้อมูล เพื่อทำให้เปลี่ยนจากการเขียนข้อมูลเป็นการอ่านข้อมูลเมื่อบัสรีจิสเตอร์ข้อมูลแอคทีฟ (ขา AE เป็น 1)

ขา $\overline{RD}$ จะต่ออินเวอร์เตอร์กับขา $\overline{WR}$ เพราะมีสถานะตรงกันข้าม

ขา $\overline{RxC}$ เป็นขาสำหรับสัญญาณคล็อก โดยจะต้องมีความถี่เท่ากับ $\overline{TxC}$ หรืออัตราเร็วของข้อมูลอนุกรมที่รับมา ดังนั้น ขานี้จะเป็นสัญญาณคล็อก 600 เฮิตซ์

สำหรับข้อมูลโปรแกรมจะต่างกันที่คอมมานด์อินสตรัคชั่น คือ ที่ D_0 และ D_2 โดย D_0 เป็น 0 และ D_2 เป็น 1

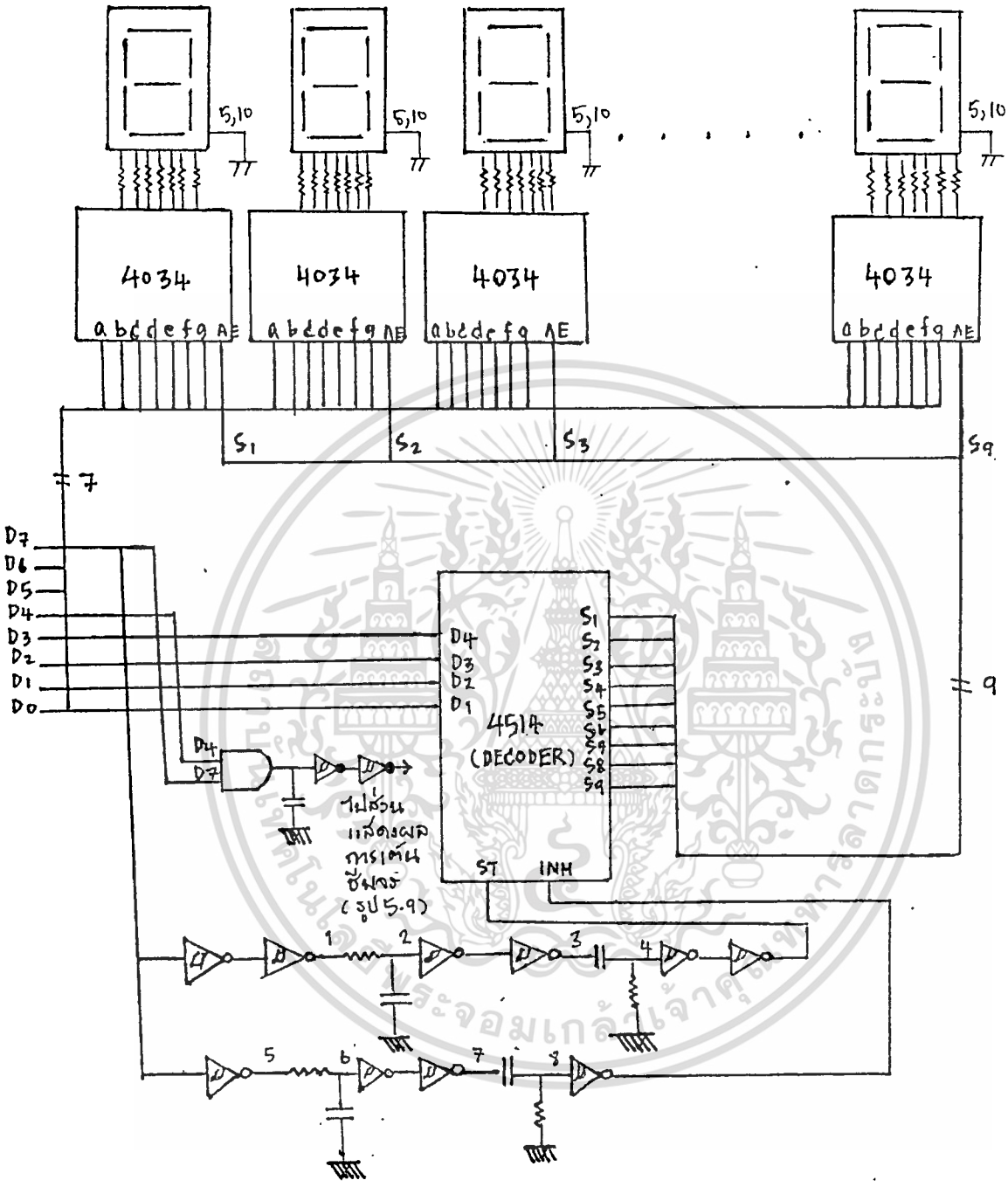
บัสรีจิสเตอร์

บัสรีจิสเตอร์ด้านรับจะต่างกับทางด้านส่งที่ขา A/B ของบัสรีจิสเตอร์ข้อมูล โดยที่ขา A/B จะเป็น 1 เพื่อให้ทิศทางการผ่านข้อมูลตรงข้ามกับทิศทางการผ่านข้อมูลโปรแกรม

5.3 อินเตอร์เฟสด้านรับและการแสดงผล

จากส่วนแปลงข้อมูลแบบอนุกรมเป็นข้อมูลแบบขนาน ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูล 8 บิทที่รวมทั้งความดันโลหิต และอัตราการเต้นชีพจรอยู่ด้วยกัน อินเตอร์เฟสด้านรับนี้จะแยกข้อมูลทั้งสองออกจากกัน รูป 5.6 แสดงวงจรอินเตอร์เฟสรับ และการแสดงผลการวัดความดันโลหิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



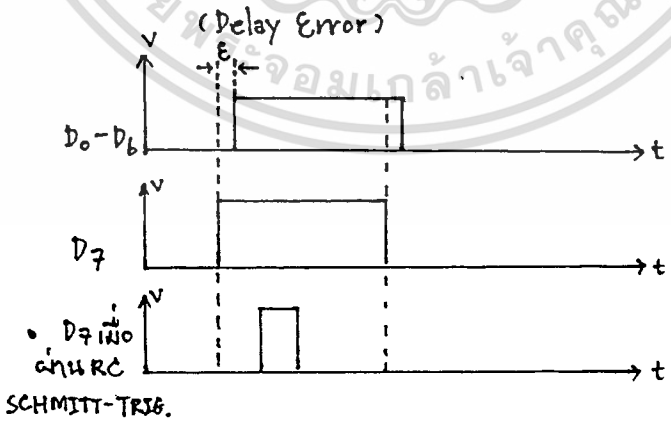
รูป 5.6 แสดงวงจรอินเตอร์เฟสรับและการแสดงผลการวัดความดันโลหิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของอินเตอร์เฟสรับ

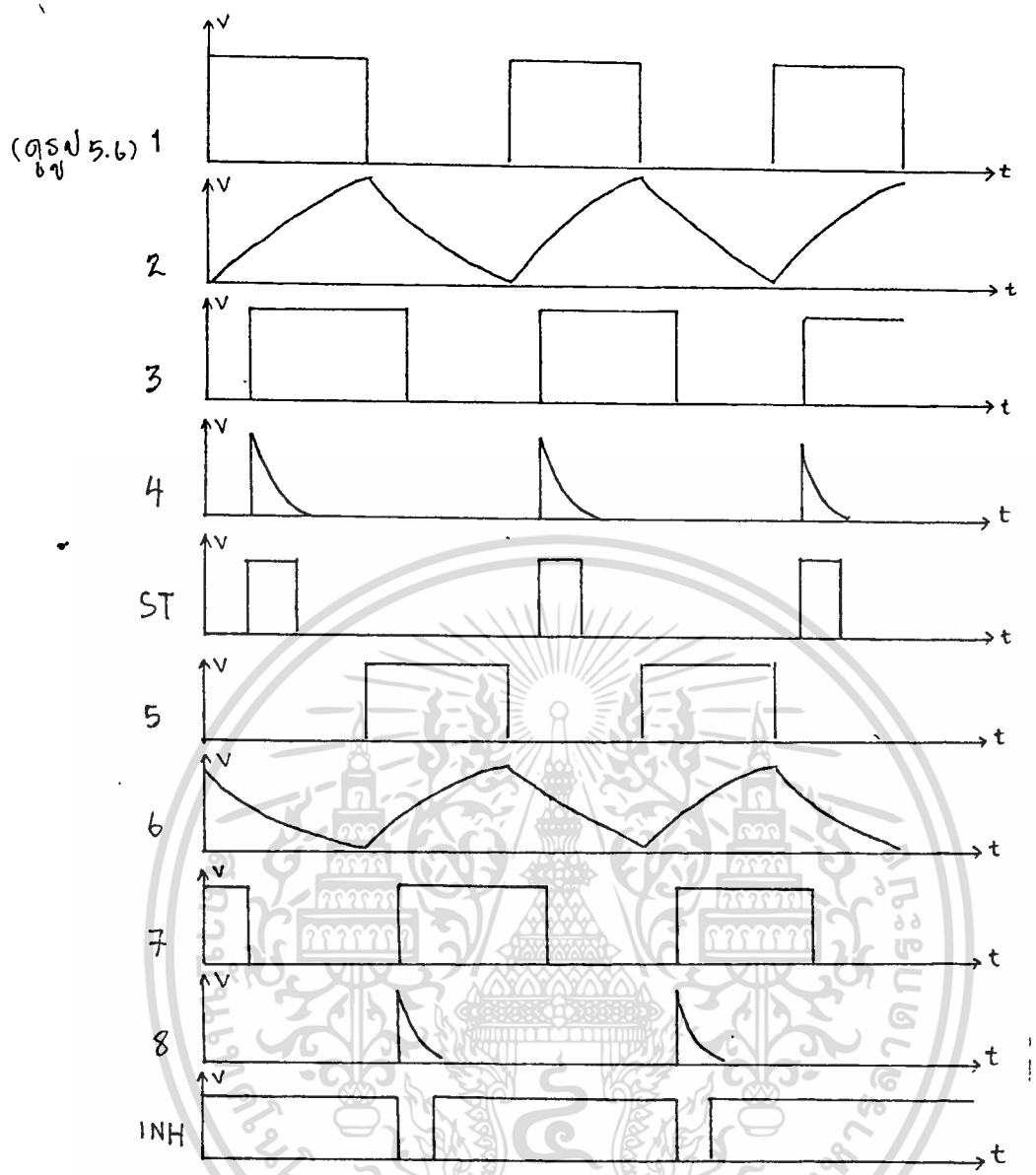
จากทางด้านส่งข้อมูลที่ส่งมาจะสลับกันระหว่างแอดเดรสและข้อมูล โดยมี D_7 เป็นตัวบอก D_7 จะผ่านวงจร RC ชมิตทริกเกอร์ 2 ตัว เอาท์พุทที่ได้จะเป็นพัลซ์แคบๆ (ดูรูป 5.8) ซึ่งเอาท์พุทนี้จะไปต่อกับขา ST และ INH ของดีโค้ดเดอร์ (4514) จะเห็นว่า เมื่อข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นแอดเดรส คือ มี D_7 = 1 ขา ST กับ INH จะเป็น 1 ทั้งคู่ ทำให้ 4514 รับข้อมูลแอดเดรสมา Latch ไว้ โดยไม่มีเอาท์พุท สมมติว่า ข้อมูลแอดเดรสเป็น 1000010 ค่า 0010 จะถูก Latch ไว้ และเมื่อข้อมูลที่เข้ามาเป็นดาต้า คือ D_7 = 0 ขา ST กับ INH จะเป็น 0 ทั้งคู่ทำให้ 4514 ไม่รับข้อมูลเข้า แต่จะเอาข้อมูลที่แลทช์ไว้ดีโค้ดแล้วส่งค่าที่ดีโค้ดได้ออกทางเอาท์พุท สมมติให้ข้อมูลดาต้าที่เข้ามา คือ 01101101 แล้วผลที่รับได้จะแสดงเลข 2 ที่ตำแหน่ง 2 (ดูรูป 5.6)

สำหรับวงจร RC ชมิตทริกเกอร์ ที่ต่อเข้ามา เพื่อทำให้ ST และ INH เป็นพัลซ์แคบๆ นั้นป้องกันการผิดพลาดในการรับข้อมูล เช่น ในรูป 5.7 เมื่อข้อมูลที่รับเข้ามามีดีเลย์ ถ้าต่อ D_7 ตรงกับ ST และ INH โดยไม่ผ่านชมิตทริกเกอร์ ข้อมูลที่เข้าไปอาจเกิดผิดพลาดขึ้น แต่ถ้าทำเป็นพัลซ์แคบๆ ข้อมูลที่รับเข้าไปจะผิดพลาดน้อยลง



รูป 5.7 แสดงความผิดพลาดของข้อมูลที่อาจเกิดขึ้น

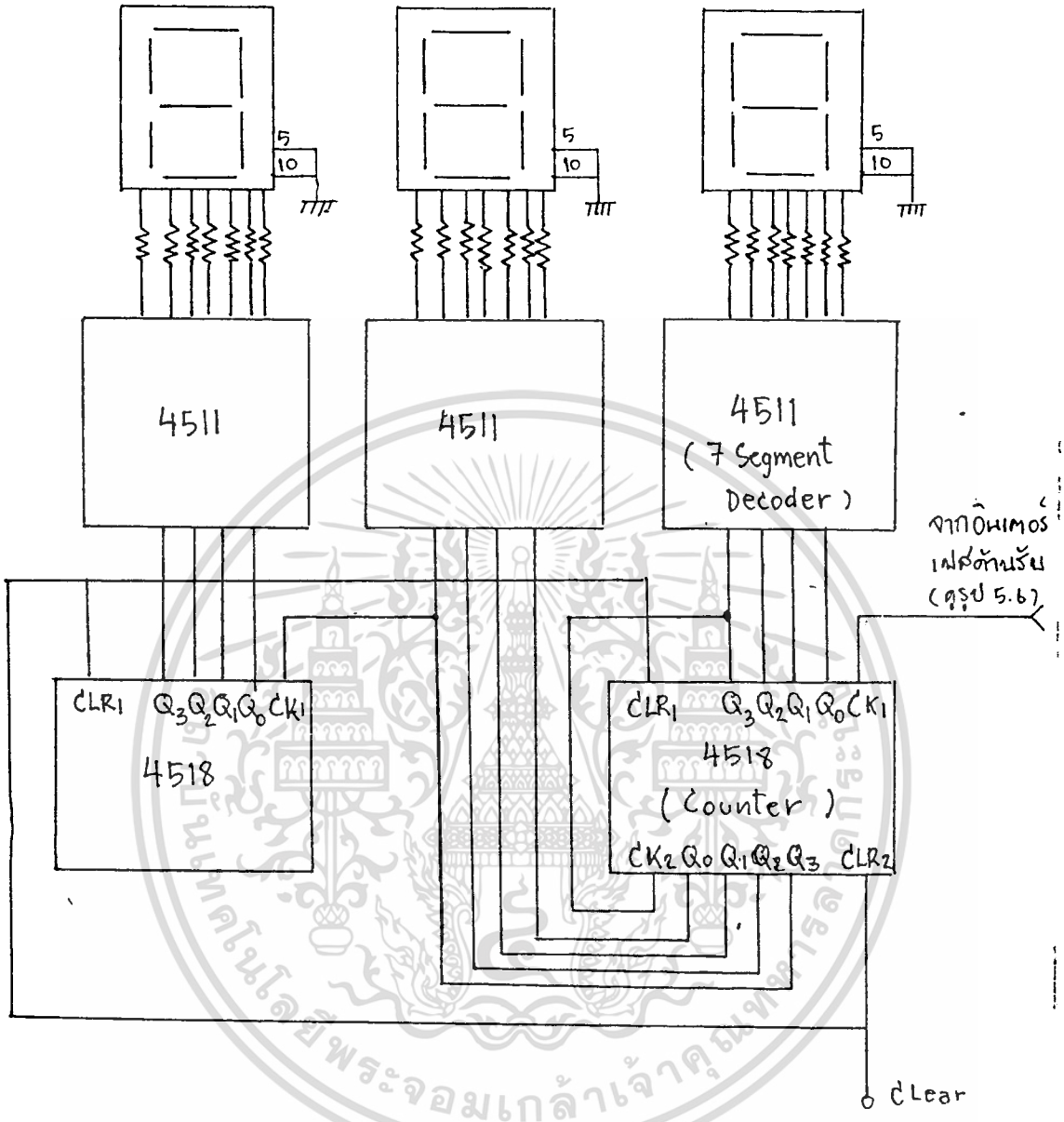
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.8 แสดงไทม์มิง ไดอะแกรมของ D7 เมื่อผ่านชมิตทริกเกอร์

สำหรับสัญญาณการเต้นชีพจร ซึ่งส่งมากับข้อมูลแอดเดรสใน D_4 จะนำมาแอนด์กับ D_7 เพื่อดึงสัญญาณชีพจรออกมาจากแอนด์เกท และจะนำไปเข้าวงจร RC ชมิตทริกเกอร์ เพื่อทำให้สัญญาณเรียบก่อนที่จะส่งไปยังส่วนแสดงผลการเต้นของชีพจรต่อไป สำหรับการแสดงผลการเต้นของชีพจรจะแสดงเป็นตัวเลข โดยใช้ดิสเพลย์ตัวเลข 3 ตัว ดังรูป 5.9 สัญญาณชีพจรจะป้อนให้กับอินพุทคล็อกของวงจรนับ (4518) ตัวแรก เพื่อนับการเต้นของชีพจร โดยค่าไบนารี่โค้ดของการนับจะถูกดีโค้ดโดย 4511 เป็นข้อมูล 7 เซ็กเม้นท์ ซึ่งจะนำไปแสดงผลเป็นตัวเลข ซึ่งจะเป็นเลขหลักสุดท้าย เมื่อการนับมากกว่า 9 ขึ้นไป ผลการนับก็จะแสดงที่ 7 เซ็กเม้นท์ตัวถัดไป เพราะมีการนำหลักทดป้อนให้อินพุทคล็อกของวงจรนับตัวถัดไป (ขา 6 ไปต่อขา 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.9 แสดงส่วนแสดงผลของการเต้นของชีพจร

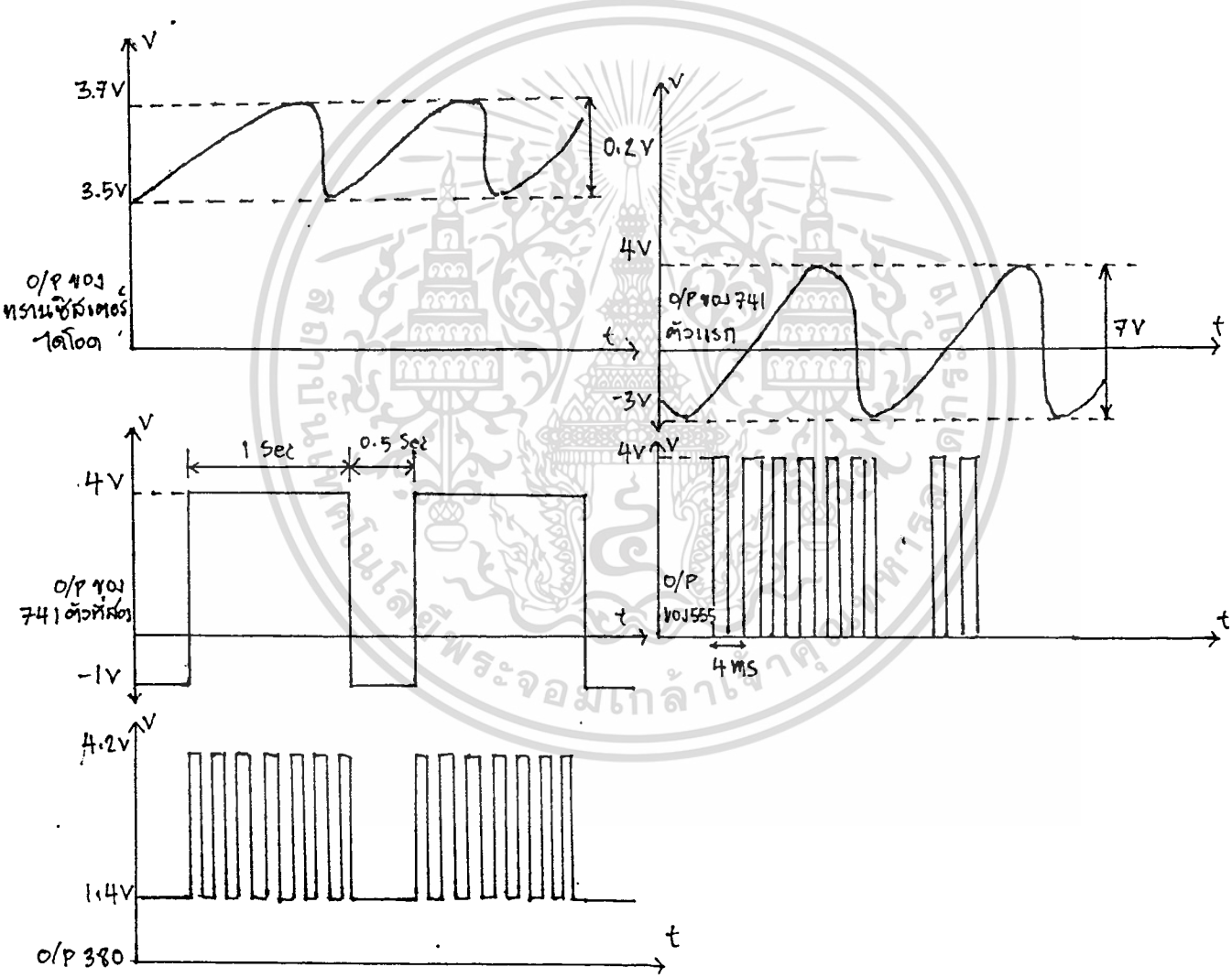
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลอง และ ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

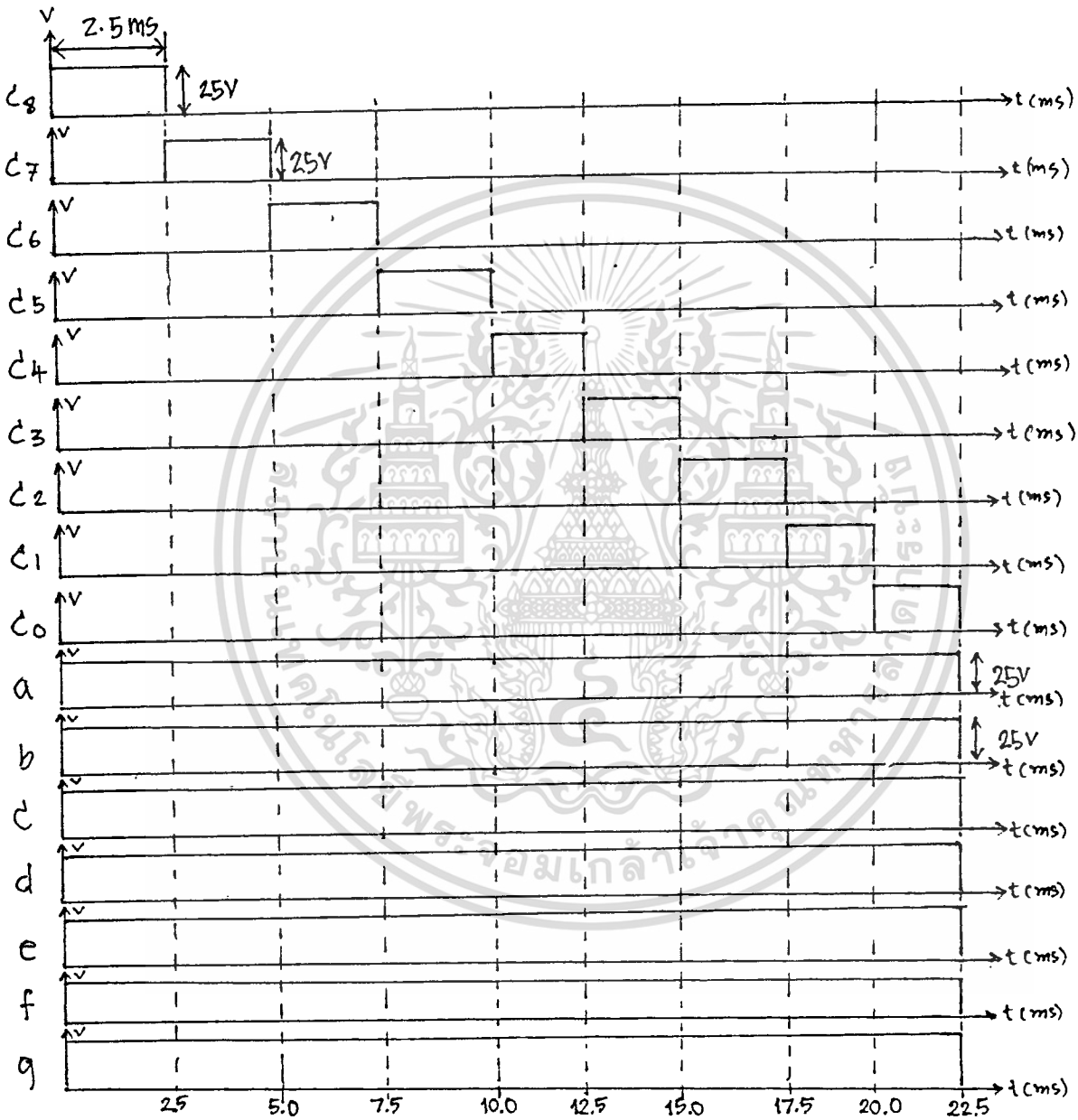
บทที่ 6
การทดลองและผลการทดลอง

จากการทดลอง ผลที่วัดได้จริงๆ จะไม่ตรงกับการคำนวณ แต่จะคลาดเคลื่อนมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ต่างๆ ในวงจร และจากการวัดที่จุดต่างๆ ของวงจรทั้งหมด สำหรับในโครงงานนี้จะ ได้ผลดังต่อไปนี้



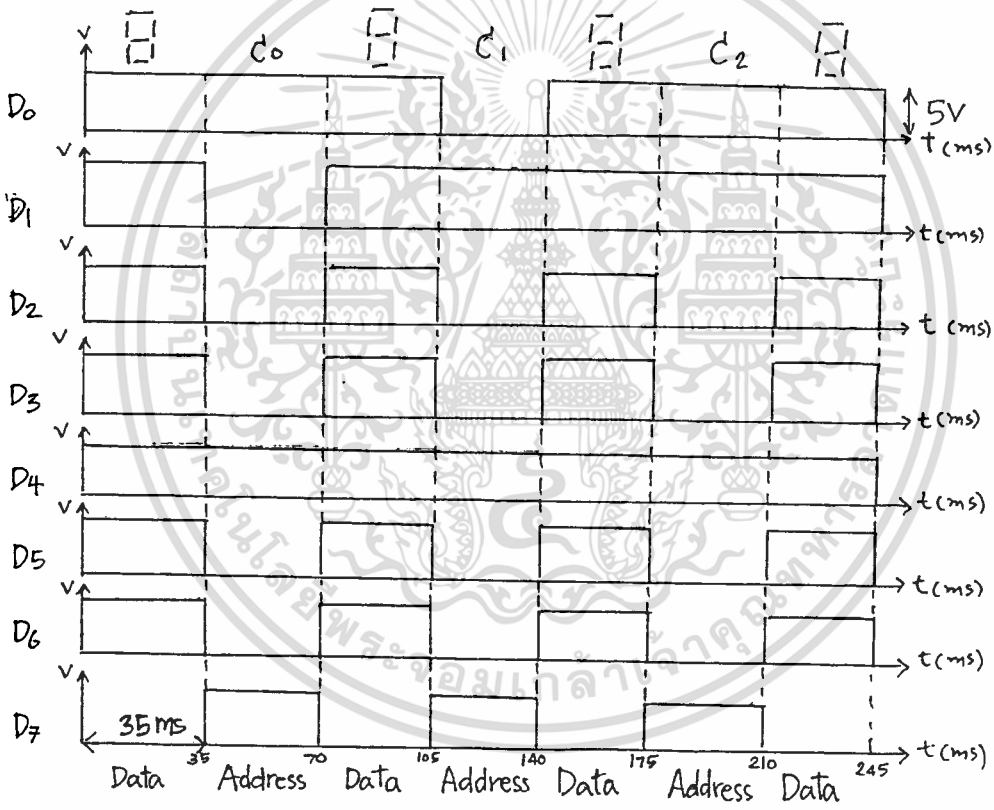
รูป 6.1 แสดงลักษณะของสัญญาณในส่วนเครื่องตรวจจับการเต้นของชีพจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



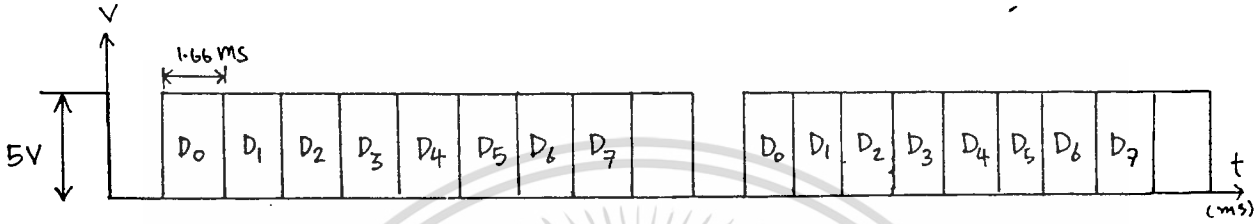
รูป 6.2 ลักษณะของสัญญาณจากเครื่องวัดความดันโลหิตเมื่อแสดงผลเป็นเลข 8 ทุกหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

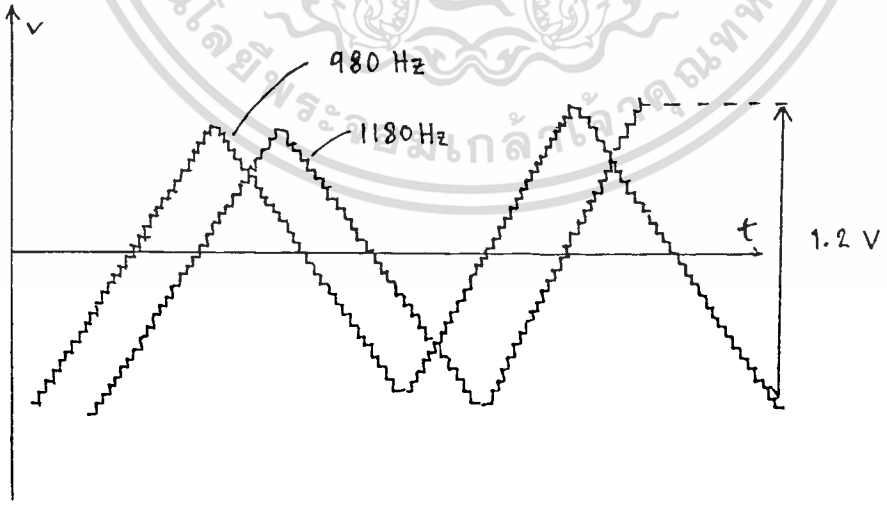


รูป 6.3 แสดงเอาท์พุทของวงจรอินเตอร์เฟสด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.4 แสดงข้อมูลอนุกรมที่เอาท์พุท 8251 ด้านส่ง



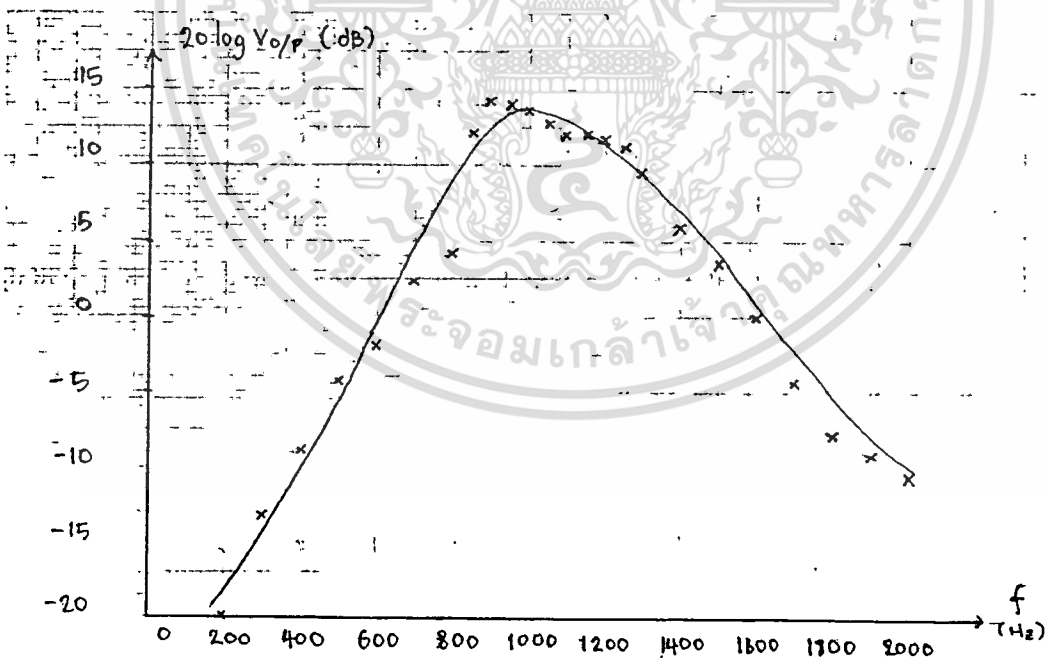
รูป 6.5 แสดงสัญญาณที่เอาท์พุทของโมเด็มด้านส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับทฤงด้านรับได้ทำการคำนวณและออกแบบวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ดังมีผลต่อไปนี้

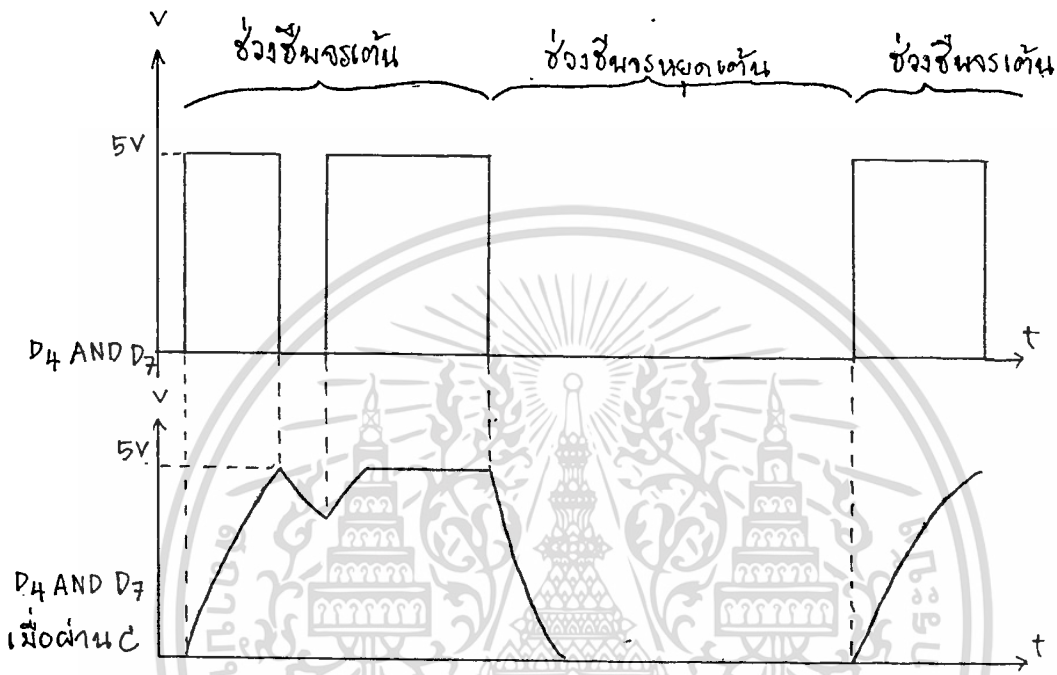
FREQ (Hz)	$V_{o/p}$ (V_{p-p})	FREQ (Hz)	$V_{o/p}$ (V_{p-p})
100	0	1300	3
200	0.1	1400	2
300	0.22	1500	1.5
400	0.36	1600	1
500	0.6	1700	0.6
600	0.8	1800	0.4
700	1.3	1900	0.35
800	1.6	2000	0.3
850	4	3000	0.04
900	5.2	4000	0.02
950	5	5000	0.01
1000	4.7	6000	0.002
1050	4.3	7000	0
1100	4		
1150	4		
1200	3.9		
1250	3.6		

มีลักษณะการตอบสนองความถี่เป็นกราฟดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 กราฟการตอบสนองความถี่ของวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 6.7 แสดงสัญญาณในส่วนแสดงผลการเต้นของชีพจร

สำหรับสัญญาณในส่วนต่างๆ ของทางด้านรับมีลักษณะสัญญาณเหมือนทางด้านส่งดังแสดงในรูปข้างต้น แต่ขั้นตอนการทำงานทางด้านรับมีทิศทางตรงกันข้ามกับทางด้านส่ง ดังนั้นสัญญาณในส่วนต่างๆ ด้านเครื่องรับจึงเรียงจาก

รูป 6.4 คือ สัญญาณที่ออกจากโมเด็มด้านรับเข้าสู่ 8251

รูป 6.3 คือ สัญญาณเอาท์พุทของ 8251

รูป 6.2 คือ สัญญาณเอาท์พุทของส่วนอินเตอร์เฟสทางด้านรับ ก่อนที่จะเข้าดิสเพลย์ของเครื่องวัดความดันโลหิต แต่มีระดับสัญญาณเป็น +5 โวลต์

รูป 6.1 คือ แสดงเฉพาะสัญญาณ +5 โวลต์ กับ 0 โวลต์ เป็นสัญญาณอินพุทของดิสเพลย์เครื่องตรวจจับชีพจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิจารณ์ และ สรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
บทสรุปและวิจารณ์

จากการทดลองในภาคปฏิบัติ ผลงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในตอนแรก คือ ข้อมูลทางด้านรับจะต้องตรงกับข้อมูลทางด้านส่ง เพียงแต่ว่า ทางด้านรับข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงค่าช้ากว่าด้านส่ง เช่น ขณะที่ทางด้านส่งเปลี่ยนค่าของข้อมูลจาก 1->2->3->4 ทางด้านรับจะเปลี่ยนจาก 1->4 ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะ ในโครงงานเลือกใช้โมเด็มที่มีบอดเรทต่ำ (600 บอด) ซึ่งหากมีความต้องการจะพัฒนาไปใช้โมเด็มที่มีบอดเรทสูงขึ้น ผลที่ได้ก็จะดีขึ้น

สำหรับปัญหาที่พบระหว่างที่ทำการทดลองในโครงงานนี้ มีดังนี้

1. <u>บอดเรทต่ำ</u> จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้วว่า บอดเรทที่ใช้นั้นต่ำ ทำให้ผลทางด้านรับช้ากว่าทางด้านส่ง และนอกจากนี้แล้ว ยังทำให้วงจรอินเตอร์เฟสทางด้านส่งมีขีดจำกัดความถี่ในการส่งในแต่ละแชนเนลจะต้องไม่เกิน 30 เฮิตซ์ ซึ่งในการทดลองพบว่า ถ้าส่งเกินค่าความถี่นี้ จะทำให้ข้อมูลที่รับได้นั้นผิดพลาด

2. <u>แบนด์พาสฟิลเตอร์</u> เนื่องจากโมเด็มที่จะใช้ต้องใช้งานคู่กับแบนด์พาสเพื่อกรองความถี่ก่อนที่จะเข้าโมเด็ม ดังนั้นการออกแบบจะต้องออกแบบให้ความถี่ 980 และ 1180 เฮิตซ์ที่ส่งมาจากด้านส่งอยู่ในช่วงความถี่คัทออฟทั้งทางด้านต่ำและสูง ซึ่งจากการทดลองพบว่า ถ้าความถี่ที่ส่งมาค่าใดค่าหนึ่งหรือทั้ง 2 ค่าไม่อยู่ในช่วงการตอบสนองของวงจร แบนด์พาสฟิลเตอร์จะทำให้โมเด็มไม่สามารถดีเทคได้ หรือดีเทคได้แต่จะไม่ตรงกับที่ส่งมา

3. <u>การใช้งาน 8251</u> จากหัวข้อ 4.2 และ 5.2 เรื่องการแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นอนุกรม และการแปลงข้อมูลจากอนุกรมเป็นขนาน การใช้งาน 8251 จะต้องมีสัญญาณคล็อกเพื่อกำหนดบอดเรทของข้อมูล โดยขา $\overline{TxC}$ (ด้านส่ง) และขา $\overline{RxC}$ (ด้านรับ) จะต้องเท่ากัน ในโครงงานได้ใช้ 555 จำนวน 2 ตัวเป็นออสซิเลเตอร์ เพื่อกำหนดความถี่ให้ $\overline{TxC}$ และ $\overline{RxC}$ เมื่อทำการส่งข้อมูลทดสอบ คือ ข้อมูล 10101010 ไป ทางด้านรับมีการรับผิดพลาด มีผลมาจากสาเหตุต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การไม่เท่ากันของความถี่ของคล็อกที่ป้อนให้กับ $\overline{TxC}$ และ $\overline{RxC}$ ซึ่งในการทดลองแก้ปัญหาโดยใช้ความต้านทานปรับค่าได้อย่างละเอียดแทนค่า R = 10 kΩ ที่ออสซิลเลเตอร์ด้านรับเพื่อปรับความถี่ $\overline{RxC}$ ให้เท่ากับ $\overline{TxC}$ พอดี

3.2 เกิดจากการไม่ได้รีเซ็ท 8251 และเคาน์เตอร์ที่ใช้งานในครั้งใหม่ ทำให้ข้อมูลจากสถานะเดิมที่ใช้ในครั้งที่แล้วยังคงอยู่ ทำให้ข้อมูลที่ทำการส่งหรือรับเกิดการผิดพลาดขึ้น ซึ่งได้แก้ปัญหานี้โดยใช้วงจร RC ทำการหน่วงสัญญาณให้มีการรีเซ็ททุกครั้งที่ทำการเปิดเครื่องใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ ถวิล พึ่งมา และ อาจารย์ พูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ ที่ได้ช่วยให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือทางด้านวงจร และการทดลองในการทำปริญญานิพนธ์นี้ และขอขอบคุณผู้ที่ให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือที่มิได้กล่าวถึงทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. "คู่มือซีมอส", ซีเอ็ด, 2522
2. "คู่มือไอซีชิพซัพพอร์ตและหน่วยความจำ", ซีเอ็ด, 2529
3. David R. Smith, "Digital Transmission Systems", Bernie Schèier & Associates, 1985
4. "Linear Databook", National Semiconductor Corporation, 1982
5. "Linear integrated circuits", National, 1974
6. "Telecommunications Device Data", Motorola INC, 1984
7. "The TTL Data Book for Design Engineers", Texas instruments incorporated, 1981
8. William Sinnema, "Digital, Analog, and Data Communication", Prentice-Hall, 1986

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้