สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องจำหน่ายน้ำกระป๋องอัตโนมัติ

AUTOMATIC CAN SERVICE

T050234

นาย พิเชฎฐ รักศิลป์

นาย มงคล พึ่งเฮง

นาย สมยศ ผลประโยชน์

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 50234

วัน,เดือน,ปี 28 เม.ย. 2547

.b.....

.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC CAN SERVICE

PICHET RUKSIN

MONGKOL PUENGHENG

SOMYOD PHONPRAYOD

A THESIS SUMMITTED IN PARTRAL FULFILLMENT

OF THE REQUIMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2002

เอกสารนี้เป็นเอกส ... ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาแล ... ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องจำหน่ายน้ำกระป๋องอัตโนมัติ

AUTOMATIC CAN SERVICE

นักศึกษาผู้จัดทำ นายพิเชฏ รักศิลป์ รหัสประจำตัว 43015522

นายมงคล พึ่งเฮง รหัสประจำตัว 43015528

นายสมยศ ผลประโยชน์ รหัสประจำตัว 43015540

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2545

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
อ.เชื้อ นกอยู่	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันอังคารที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2546

สถานที่สอบ ณ ห้องสอบปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชารับรอง

....

(ผศ.ประสิทธ์ จุลเสรีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องจำหน่ายน้ำกระป๋องอัตโนมัติ

AUTOMATIC CAN SERVICE

นักศึกษาผู้จัดทำ นายพิเชฏ รักศิลป์

นายมงคล พึ่งเฮง

นายสมยศ ผลประโยชน์

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.เชื้อ นกอยู่

ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

เครื่องหยอดเหรียญในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในการขายสินค้าโดยไม่ต้องมีพนักงานขาย สามารถที่จะทำการขายสินค้าได้โดยอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องหยอดเหรียญจะมีความเกี่ยวข้องกันกับอุปกรณ์อื่นด้วยและสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้ได้ในงานหลายๆด้าน เช่น ตู้ขายน้ำดื่ม เครื่องซักผ้า จากการที่นำเครื่องหยอดเหรียญมาใช้ในการควบคู่กับการทำงาน จากสาเหตุหนึ่งที่ค้นพบคือเมื่อตู้ขายสินค้าได้ขายสินค้าหมดคนที่เป็นเจ้าของไม่สามารถที่จะทราบได้เลย จึงเป็นการนำเหตุการณ์นี้มาประยุกต์ใช้ในการทำงานหรือกล่าวได้ว่าสามารถที่จะส่งข้อมูลการขายผลิตภัณฑ์ จำนวนสินค้า จำนวนเงิน การทำงานของเครื่อง โดยที่จะสามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องสื่อสารของผู้ที่ดูแลตู้ได้ ว่าเกิดปัญหาอะไรขึ้นบ้างและเป็นผลให้มีการขยายได้อย่างมากมายรวมทั้งเป็นการทำงานที่สามารถประหยัดพนักงานดูแลตู้ได้ รวมทั้งสามารถที่จะกระจายและเครือข่ายที่มากขึ้นตามไปด้วย จากการวิจัยได้ทำการออกแบบให้สามารถที่ส่งข้อมูลต่างๆผ่านสู่ระบบสายโทรศัพท์และได้นำความรู้ต่างๆมาประยุกต์ใช้อย่างเช่นการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรกำเนิดสัญญาณออสซิเลเตอร์ การสร้างฐานข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์ วิธีการเขียนโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ในการติดต่อโมเด็ม และอื่นๆที่มีความสัมพันธ์

จากการทดลองเครื่องหยอดเหรียญสามารถที่จะส่งข้อมูลต่างได้และทำให้ประหยัดเวลาในการทำงานและสามารถที่จะทราบได้ว่ามีการขายเป็นอย่างไรบ้าง ผู้บริโภคมีความต้องการมากน้อยเพียงใด ซึ่งถือได้ว่าเป็นการพัฒนาขึ้นอีกทางหนึ่งของการใช้เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Can Service	
Authors	Mr. Pichet	Ruksin
	Mr.Mongkol	Puengheng
	Mr. Somyod	Phonprayod
Thesis Advisor	Mr.Chuae	Nokyoo
Year	2002	

ABSTRACT

Nowadays, coin –inserted machines have been used widely for automatically selling science, The motivation of this reseach is based one laundry. One disadvantage of this machine which is necessary such as no knowledge when the machine run at of the product. Our study is the attempt to collect the information sales, revenue, and machine question and share this info through telephone cable. From the experiment, or microcontroller can send the info rapidly and correctly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความเมตตาจาก อาจารย์ เชื้อ นกอยู่ ที่ได้แนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียมิได้คือ ขอกราบพระคุณผู้มีอุปการะ อันเป็นที่รักยิ่งที่สนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……II

กิตติกรรมประกาศ……III

สารบัญ……IV

สารบัญภาพ……VII

บทที่ 1 บทนำ……1

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจในการทำวิจัย……1

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย……1

1.3 ขอบเขตการทำปริญญานิพนธ์……2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา……2

บทที่ 2 เนื้อหาทฤษฎีที่ทำการวิจัย…… 3

2.1 การพันคอยล์ให้ได้ค่า L ตามที่ต้องการ……3

2.2 ออสซิลเลเตอร์……8

2.2.1 การป้อนกลับในวงจรออสซิลเลเตอร์(Feedback System)……9

2.2.2 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบฮาร์ทเลย์ (hartley oscillator circuit)…… 11

2.2.3 วงจรคอลบิทท์ออสซิลเลเตอร์ (Coipitte oscillator circuit)……13

2.3 ความรู้เบื้องต้น I^2C…… 14

2.3.1 หลักการของบัสบน I^2C…… 16

2.3.2 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C…… 17

2.4 การแปลงสัญญาณอะนาลอกดิจิตอลแบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น…… 18

2.4.1 ความเที่ยงตรงของวงจร ADC ……21

2.4.2 ค่าเวลาในการแปลงสัญญาณ (conversion time)……21

2.4.3 ข้อมูลเบื้องต้นของ PCF8591……21

2.4.4 รายละเอียดฟังก์ชั่นต่างๆของ PCF8591……25

2.4.4.1 ตำแหน่งแอดเดรส……25

2.4.4.2 ข้อมูลควบคุม……25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.5 ออสซิเลเตอร์..25

2.4.5.1 การอ่านค่าข้อมูลอินพุตอนาลอกของ PCF8591..................25

2.4.5.2 การเขียนข้อมูลไปยังวงจรแปลงสัญญาณ

ดิจิตอลเป็นอะนาลอกของPCF8591.......................................26

2.4.6 การเชื่อมต่อ PCF8591 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51..................27

2.5 การใช้งานไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก (RTC) 27

2.5.1 การทำงานของ DS 1307 28

2.5.2 การจัดสรรหน่วยความจำ..29

2.5.3 รีจิสเตอร์ควบคุม..29

2.5.4โหมดการทำงานของ DS 1307..30

2.5.5 โหมดการอ่านข้อมูล..31

2.6 เชื่อมต่อไมไครคอนโทรลเลอร์ MCS- 51 กับหน่วยความจำอีอีพรอมอนุกรมเบอร์

24SC16..31

2.7 โมเด็ม (MODEM) 32

2.7.1 มาตรฐานการผสมสัญญานของโมเด็ม 32

2.7.2 มาตรฐานของโมเด็มตามCCITT V-Series 33

2.7.3 มาตรฐานคำสั่งโมเด็ม..33

2.7.4 มาตรฐานคำสั่งโมเด็มของ Hayes..36

2.7.5 ภาวะคำสั่งและภาวะออนไลน์..39

2.7.6 รหัสผลลัพธ์..40

2.8 พอร์ตอนุกรม (SERIAL PORT) 41

2.8.1 การส่งข้อมูลและการรับข้อมูล..41

2.8.2 รูปแบบของเฟรมข้อมูล (DATA FORMAT) 44

2.8.3 การเขียนหรือส่งข้อมูลออกจากพอร์ตอนุกรม..45

2.8.4 การอ่านหรือรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม..46

2.8.5 การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์..47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ สร้าง และหลักการทำงาน	**48**
3.1 การออกแบบสร้าง และหลักการทำงาน ในส่วนของตู้จำหน่ายสินค้า	48
3.1.1 การออกแบบสร้าง และหลักการทำงานของส่วนตรวจสอบเหรียญ	48
3.1.2 การออกแบบสร้าง และการทำงานของส่วนโปรแกรม ควบคุมตู้จำหน่ายสินค้า	50
3.1.3 ส่วนของชุดคัดแยกเหรียญและทอนเหรียญ	59
3.2 ส่วนของโปรแกรม โหลดข้อมูลจากคอมพิวเตอร์	63
บทที่ 4 การทดลอง	**67**
4.1 การทดลองทดสอบการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์	67
4.2 การทดลองทดสอบการทำงานทางด้านซอฟต์แวร์	67
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	**74**
5.1 บทสรุป	74
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา	74
บรรณานุกรม	**75**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 สัญญาณที่ป้อนกลับจากเอาต์พุตวงจรออสซิลเลเตอร์……………………………………………..9
2.2 วงจรขยายแบบจูน……………………………………………………………………………..10
2.3 วงจรฮาร์ทเลย์ออสซิลเลเตอร์…………………………………………………………………..11
2.4 แยกวงจรป้อนกลับออกจากวงจรขยาย…………………………………………………………..12
2.5 วงจรคอมป์ออสซิลเลเตอร์แบบโช้ค……………………………………………………………..13
2.6 ผังแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ……………………………………………………………14
2.7 แสดงวงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ในระบบบัส I^2C……………………………………………….14
2.8 การต่อตัวต้านทานพูลอัปบนสายสัญญาณในระบบบัส I^2C……………………………………..16
2.9 การต่อตัวต้านทาน R_S เพื่อลดสัญญาณรบกวนขนาดใหญ่ที่อาจเข้ามาในบัส I^2C…………………16
2.10 ที่ ไดอะแกรมเวลาแสดงถึงการเกิดสถานะต่างๆบนบัส I^2C…………………………………….17
2.11 แสดงการทำงานของ ADC……………………………………………………………………..20
2.12 ไดอะแกรมเวลาแสดงการทำงานของวงจร ADC แบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น……………20
2.13 การจัดขาของไอซี ADC/DAC ขนาด8 บิตผ่านบัส I^2Cเบอร์ PCF8591…………………………22
2.14 รายละเอียดข้อมูลควบคุมที่เขียนลงในรีจิสเตอร์ควบคุมภายในไอซี PCF8591………………….24
2.15 ตัวอย่างการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ PCF8591………………………………26
2.16 การจัดขาของ DS1307ไอซีสร้างมาตรฐานเวลาจริง……………………………………………..27
2.17โครสร้างภายในของไอซีรีลไทม์คล็อกเบอร์ DS 1307……………………………………………27
2.18 (ก) การจัดสรรหน่วยความจำแรมภายใน DS 1307
(ข)รายละเอียดของรีจิสเตอร์เก็บค่าเวลาและรีจิสเตอรควบคุมของ DS 1307……………………30
2.19 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการเขียนข้อมูล…………………………31
2.20 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการอ่านข้อมูล…………………………..31
2.21 การผสมสัญญาณแบบ FSK……………………………………………………………………33
2.22 การผสมสัญญาณแบบ PSK……………………………………………………………………33
2.23 คอมพิวเตอร์สั่งงานให้โมเด็มใช้ AT command…………………………………………………35
2.24 ตารางแสดง S-Register ของ Hayes……………………………………………………………36
2.25 รหัสคำสั่งของโมเด็ม Hayes……………………………………………………………………41
2.26 แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่าง CPU ของเครื่องคอมพิวเตอร์กับพอร์ตอนุกรม…..43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.27 แสดงการคำนวณบิตพาริตี้......46
3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณของเครื่องตรวจเหรียญ......48
3.2 สัญญาณออสซิเลเตอร์ขณะไม่มีเหรียญ และเหรียญต่าง ๆ......49
3.3 โฟลวชาร์ทของโปรแกรมตรวจเหรียญ......52
3.4 โฟลวชาร์ทโปรแกรมย่อยตรวจจำนวนเงินว่ามีพอที่จะซื้อสินค้าชนิดใดได้บ้าง......53
3.5 โฟลวชาร์ทโปรแกรมตรวจสิ้นค้าหมดหรือไม่......54
3.6 โฟลวชาร์ทโปรแกรมตรวจสอบการกดปุ่มกด......55
3.7 โฟลวชาร์ทโปรแกรมจำหน่ายสินค้า......56
3.8 โฟลวชาร์ท โปรแกรมทอนเงิน......57
3.9 โฟลวชาร์ทโปรแกรมบันทึกข้อมูลการจำหน่ายลงบนหน่วยความจำEPPROM......58
3.10 รางคัดแยกเหรียญ......60
3.11 เครื่องทอนเหรียญ 1 บาท และ 5 บาท......61
3.12 ด้านหน้าของส่วน Hardware......62
3.13 ด้านหลังของส่วน Hardware......63
3.14 วงจรควบคุมเครื่องจำหน่ายสินค้าทั้งหมด......65
4.1 แสดงโปรแกรมหลัก......68
4.2 แสดงโปรแกรมEdit Data และกำหนดค่าต่าง ๆ......68
4.3 แสดงโปรแกรม SET ค่า Modem......69
4.4 รูปโปรแกรมขณะที่มีการเชื่อมต่อกัน......69
4.5 แสดงการตั้งค่าต่าง ๆ ให้กับตู้ขายสินค้า......70
4.6 แสดงโปรแกรม Data Report ในแต่ละวันเป็นช่วงเวลาแต่ละชั่วโมง......71
4.7 แสดงโปรแกรม Data Report ในแต่ละเดือนเป็นช่วงเวลาวัน......72
4.8 แสดงโปรแกรม Data Report ในแต่ละปีเป็นช่วงเวลาเดือนต่าง ๆ......73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจในการทำวิจัย

ในปัจจุบันตู้จำหน่ายสินค้าแบบหยอดเหรียญได้สร้างความสะดวกให้กับผู้ขายและผู้ซื้อ โดยสามารถ ซื้อ-ขาย สินค้าโดยไม่ต้องมีพนักงานขายและสามารถที่จะซื้อตอนไหนก็ได้ แต่เมื่อสินค้าที่ขายหมด มีจำนวนน้อย หรือมีเหตุขัดข้อง ผู้จำหน่ายไม่สามารถทราบได้เลยถ้าไม่เดินทางมาที่ตู้จำหน่ายสินค้า จะเป็นการดีถ้าสามารถตรวจเช็คจำนวนสินค้า หรือจำนวนเงินได้โดยไม่ต้องเดินทางมาที่ตู้จำหน่ายสินค้า โดยที่สามารถเช็คจำนวนสินค้าได้ที่บ้าน และสามารถมีตู้จำหน่ายสินค้าได้หลายๆ พื้นที่ จึงเป็นแนวคิดในการทำงานวิจัยนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย

เพื่อให้ตู้จำหน่ายสินค้า มีฟังก์ชันการทำงานดังนี้

- ตรวจเหรียญที่หยอดมาในเครื่องได้ว่าเป็นเหรียญ 10 บาท เหรียญ 5 บาท หรือ เหรียญ 1 บาท
- ทอนเงินที่เหลือจากการซื้อสินค้าได้
- บันทึกข้อมูลการซื้อ อันได้แก่ วัน เวลา ชนิดของสินค้า รวมถึงจำนวนสินค้าที่เหลือและจำนวนเงินทั้งหมดในตู้จำหน่ายสินค้า
- ตั้งเวลาให้ติดต่อกลับมายังศูนย์เพื่อที่จะส่งข้อมูลที่บันทึกไว้ข้างต้น โดยสามารถกำหนดให้ติดต่อกลับหรือไม่ก็ได้
- ติดต่อกลับโดยการโทรเข้ามาโชว์เบอร์ในกรณีที่สินค้าหมด เพื่อเป็นการเตือนให้นำสินค้ามาเพิ่มโดยสามารถกำหนดให้มีการเตือนหรือไม่ก็ได้

เพื่อให้ตัวโปรแกรมควบคุม มีฟังก์ชันการทำงานดังนี้

- ควบคุมตู้จำหน่ายสินค้าได้หลาย ๆ ตู้
- โหลดข้อมูล ที่บันทึกไว้ข้างต้น โดยสามารถโหลดได้จากคอมพิวเตอร์ที่บ้านหรือที่ไหนๆ โดยการส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม
- ตั้งค่าต่าง ๆ ได้แก่ ราคาสินค้า จำนวนสินค้า จำนวนเงิน เบอร์โทร และตั้งค่าฐานเวลาให้กับตู้จำหน่ายสินค้า
- นำข้อมูลที่บันทึกมาวิเคราะห์ทางการตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการทำปริญญานิพนธ์

ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับ

- การเกิดค่าอินดัคแตนซ์ของขดลวด
- วงจรกำเนิดสัญญาณออสซิเลเตอร์
- การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการแปลงสัญญาณจากอะนาลอก ให้เป็น ดิจิตอล
- การสร้างฐานเวลาให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์
- การสร้างฐานข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์
- การใช้งานโมเด็มในการติดต่อสื่อสารส่งข้อมูล
- การใช้งานพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการติดต่อส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม
- การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานโมเด็ม

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาวงจรกำเนิดสัญญาณออสซิเลเตอร์ และทำการทดลองต่อวงจรออสซิเลเตอร์โดยมีขดลวดพันเป็นค่าอินดัคแตนซ์ แล้วนำเหรียญหรือวัสดุอื่นๆ มาวางข้างๆ ขดลวดแล้วสังเกตรูปคลื่นสัญญาณที่เกิดขึ้นว่าเปลี่ยนแปลงอย่างไร
2. ศึกษาวิธีการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล เพื่อนำเอาสัญญาณอะนาลอกที่ได้จากวงจรออสซิเลเตอร์นำมาเปรียบเทียบประมวลผลว่าเป็นสัญญาณของเหรียญใด ซึ่งทำให้สามารถตรวจได้ว่าเป็นเหรียญอะไร
3. ศึกษาการใช้งานของไอซีสร้างฐานเวลา เพื่อจะนำเวลาในการซื้อมาเป็นฐานข้อมูลต่อไป
4. ศึกษาใช้งานหน่วยความจำ EPPROM เพื่อใช้ในการเก็บฐานข้อมูลในการจำหน่ายสินค้า
5. ศึกษาการใช้งานโมเด็มในการติดต่อส่งข้อมูลต่าง ๆ โดยศึกษาคำสั่งในการใช้งาน การต่อใช้งาน โมเด็ม
6. ศึกษาการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อที่จะใช้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลต่าง ๆ ได้แก่ การเปรียบเทียบสัญญาณที่ได้จากวงจรออสซิเลเตอร์ว่าเป็นสัญญาณของเหรียญใด , การเขียนโปรแกรมควบคุมตู้จำหนายสินค้าโดยสามารถสั่งให้ทอนเงินที่เหลือได้ , การเขียนโปรแกรมควบคุมการส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม
7. ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ในการติดต่อโมเด็ม เพื่อโหลดข้อมูลที่เก็บไว้ในตู้จำหน่ายสินค้ามาเก็บไว้ในฐานข้อมูลบนคอมพิวเตอร์
8. ศึกษาหาวิธีการแยกเหรียญต่างๆ เพื่อเก็บไว้ในช่องเก็บเหรียญของแต่ละชนิด จะได้นำไปใช้ในการทอนเงินที่เหลือจากการซื้อสินค้า
9. ศึกษาหาวิธีการในการจัดทำชุดทอนเงินให้สามารถทอนเงินได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เนื้อหาทฤษฎีที่ทำการวิจัย

2.1 การพันคอยล์ให้ได้ค่า L ตามที่ต้องการ

ลวดตัวนำที่พันขึ้นหรือขดขึ้นเป็นคอยล์ มักจะใช้ในวงจรที่มีความถี่ไฟฟ้ากระแสสลับ ทำหน้าที่เป็นตัวที่ทำให้เกิดอินดักแตนซ์ในวงจร อุปกรณ์พวกนี้เรียกว่าอินดักเตอร์ (INDUCTOR) หรือบางทีเรียกว่าโช้ค (Choke) หรือคอยล์ก็ได้ แกนของอินดักเตอร์มีทั้งทำมาจากสารแม่เหล็ก เช่น แกนเหล็ก หรือ แกนเฟอร์ไรท์ หรืออาจจะใช้แกนที่เป็นฉนวน ไม่มีคุณสมบัติของสารแม่เหล็ก เช่น พลาสติก หรือ เบเคไลท์ (BAKELITE) สำหรับเป็นโครงยึดขดในกรณีที่พันด้วยขดลวดเส้นเล็กๆ หรือถ้าพันเป็นขดลวดเส้นโตๆก็พันตัวเปล่าๆ โดยไม่ต้องมีแกน ซึ่งเราเรียกว่า อินดักเตอร์ไม่ใช้สารแม่เหล็กเป็นแกน เหล่านี้เรียกว่า อินดักเตอร์แกนอากาศ (AIR CORE INDUCTOR) อินดักเตอร์มีค่าคงที่อยู่ค่าหนึ่งเราเรียกว่า อินดักแตนซ์ (INDUCTANCE) เรียกแทนอักษรด้วย L ค่าอินดักแตนซ์เป็นค่าที่เกิดจากการยุบตัวและพองของสนามแม่เหล็ก ในอินดักเตอร์ที่ต่อในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ทำให้มีคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าที่พยายามจะต่อต้านการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรค่าอินดักแตนซ์ขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของแกน รวมทั้งลักษณะการพันคอยล์และจำนวนขดลวดของคอยล์ คอยล์ที่มีแกนเป็นสารแม่เหล็กจะมีค่าอินดักแตนซ์สูงกว่าแกนที่ใช้ฉนวนหรืออากาศมากกว่าและคอยล์ที่มีจำนวนขดลวดมากจะทำให้ค่าอินดัดแตนซ์มากตามด้วย หน่วยพื้นฐานของค่าอินดักแตนซ์คือ เฮนรี่ (Henry) ให้คำจำกัดความของหน่วยเฮนรี่คือ ตัวนำหรือ คอยล์ จะมีค่าอินดักแตนซ์ 1 เฮนรี่ ก็ต่อเมื่อการเปลี่ยนแปลงกระแสในอัตรา 1 แอมแปร์ต่อ 1วินาที แล้วทำให้เกิดแรงดันต้านกลับ (Vemf) 1 โวลท์ หน่วยย่อยของเฮนรี่ได้แก่ มิลลิเฮนรี่ (milli henry) และไมโครเฮนรี่ (micro henry) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้คือ

$$\text{มิลิเฮนรี่ (mH)} = \frac{1}{1000}\ \text{H}$$

$$\text{หรือ } 1\ \text{H} = 1000\text{mH}$$

$$\text{ไมโครเฮนรี่} = \frac{1}{1000000}\ \text{H}$$

$$\text{หรือ } 1\ \text{H} = 1000000\ \mu\text{H}$$

อินดักเตอร์ที่ใช้ในวงจรอิเลคทรอนิคส์ มีค่าอินดักแตนซ์ในช่วงกว้างมาก เช่น ถ้าอยู่ในวงจรจ่ายไฟใช้ค่าหลายเฮนรี่ ซึ่งจะใช้ขดลวดพันบนแกนเหล็กจะได้ค่ามากๆ ถ้าอยู่ในวงจรที่ความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่สูงนัก ค่าอินดักแตนซ์ที่ใช้จะอยู่ในช่วง มิลิเฮนรี่ (mH) ถ้าวงจรความถี่ปานกลางหรือสูงเกินไป ค่าอินดักแตนซ์ที่ใช้จะอยู่ในช่วงไมโครเฮนรี่(μH) ในตัวนำย่อมมีค่าอินดักแตนซ์เสมอ แม้ว่าตัวนำไม่ได้อยู่ในรูปของคอยล์ ลวดดตัวนำที่เป็นตัวนำล้วนๆจะมีค่าอินดักแตนซ์น้อยมากถ้าหากมีกระแสที่มีการเปลี่ยนแปลงไหลผ่านตัวมันมากพอก็จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นได้ หรือลวดตัวนำยาวไม่กี่นิ้ว อาจมองข้ามไปได้ ถ้าอยู่ในวงจรความถี่ต่ำๆ แต่ในกรณีความถี่สูงกว่า 100 MHz ขึ้นไป เส้นลวดอันนี้จะมีผลต่อวงจรได้ ค่าอินดักแตนซ์โดยประมาณของขดลวดที่พันชั้นเดียวบนแกนอากาศคำนวณได้จากสูตร การหาค่าอินดักแตนซ์

$$L = \frac{a^2 n^2}{9a + 10b}$$

หรือหาจำนวนรอบของขดลวดได้โดยการจัดสูตรใหม่

หาจำนวนรอบ

$$n = \sqrt{\frac{L(9a + 10b)}{a^2}}$$

L คือค่าอินดักแตนซ์มีหน่วยเป็นเฮนรี่

a คือ รัศมีของคอยล์มีหน่วยเป็นนิ้ว

b คือ ความยาวในการพันขดลวดมีหน่วยเป็นนิ้ว

n คือจำนวนรอบของขดลวด

ค่าที่ได้จากการคำนวนของสูตรนี้จะใกล้เคียงความจริงถ้าความยาวของขดลวด (b) มีค่าไม่น้อยกว่า 0.8 a

ตัวอย่างที่ 2.1 การคำนวณหาค่า L สมมุติมีคอยล์ขดหนึ่ง พันไว้ 48 รอบ ด้วยระยะการพัน 32 รอบต่อนิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางของคอยล์ = ¾ นิ้ว ให้หาค่า L ของขดลวดนี้

ระยะการพันคอยล์ 32 รอบ

ได้คอยล์ยาว 1 นิ้ว

ถ้าคอยล์พัน 48 รอบจะได้ ความยาว (ค่า b) = $\frac{48}{32}$ =1.5 นิ้ว

เส้นผ่านศูนย์กลางของคอยล์ = $\frac{3}{4}$ นิ้ว 0.75 นิ้ว

รัศมีของคอยล์ (ค่า b) = 0.75 ÷ 2 = 0.375 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสูตร

$$L=\frac{0.375\times 0.375\times 48\times 48}{(9\times 0.375)+(10\times 1.5)}$$

$$= 17.6\mu H$$

ตัวอย่างที่ 2.2 การคำนวณหาจำนวนรอบของคอยล์ สมมุติ ต้องการพันขดลวดให้ได้ค่าอินดักแตนซ์ $=10\mu H$ โดยที่คอยล์มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว และความยาวของคอยล์มีค่าเท่ากับ $1\frac{1}{4}$ นิ้ว ดังนั้น $a = 0.5$ $b = 1.25$ และ $L = 10$ แทนค่าในสูตรดังนี้

$$n = \sqrt{\frac{(4.5+12.5)}{0.5\times 0.5}}$$

$$\sqrt{680} = 26.1 \text{ รอบ}$$

ในทางปฏิบัติพันแค่ 26 รอบ

ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้เนื่องจากความยาวของคอยล์ที่ต้องการ 1.25 นิ้ว จึงสามารถหาจำนวนรอบต่อนิ้วได้ $=\frac{26.1}{1.25} = 20.9$ รอบต่อนิ้ว

สามารถนำจำนวนรอบต่อนิ้วที่ได้ ไปเปรียบเทียบในตารางที่1 เพื่อหาเบอร์ขดลวดที่จะนำมาพันคอยล์จะเห็นว่าลวดเบอร์ AWG 17 หรือ SWG 18 ในตารางที่ 1 สามารถใช้ได้เพราะพันได้ถึง 21.2 รอบ ต่อนิ้ว(มากกว่าที่คำนวณได้เล็กน้อย)เป็นค่าที่ใกล้เคียงกับการคำนวณ หรือใช้ขดลวดเบอร์อื่นที่เล็กกว่าก็ได้ (ลวดเบอร์สูงกว่า)

ในการพันให้พัน ให้พันจนได้จำนวนรอบ 26 รอบตามที่ต้องการ แล้งจึงปรับระยะห่างระหว่างขดลวด ให้เท่ากัน จนได้ความยาวรวมของคอยล์รวมเท่ากับ 1.25 นิ้ว

สูตรสำหรับหาค่าอินดักแตนซ์และจำนวนรอบอีกแบบ ซึ่งเหมือนกับสูตรก่อน แต่อยู่ในรูปที่ต่างกันเท่านั้น คือ

หาค่าอินดักแตนซ์

$$L(\mu H) = \frac{d^2n^2}{18d+40l}$$

หาจำนวนรอบ

$$n = \frac{\sqrt{L(18d+40l)}}{d}$$

กำหนดให้

L = ค่าอินดักเตอร์หน่วยเป็นไมโครเฮนรี่

d = เส้นผ่านศูนย์กลางคอยล์หน่วยเป็นนิ้ว

l = ความยาวของคอยล์หน่วยเป็นนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงความหมายของ l และ d

n = จำนวนรอบขอลงคอยล์

ใช้โจทย์ตามตัวอย่างที่ 1

การหาค่าอินดักแตนซ์ดังนั้น d = 0.75 , $l = \frac{48}{32} = 1.5$ และ n = 48 แทนค่าในสูตร

$$L = \frac{0.75^2 \times 48^2}{18 \times 0.75 + 40 \times 1.5}$$

$$\frac{1296}{73.2} = 17.6\mu H$$

ใช้โจทย์ตามตัวอย่างที่ 2 ในการหาจำนวนรอบดังนี้

d = 1 , l = 1.25 และ =10

แทนค่าในสูตร

$$n = \frac{\sqrt{10(18 \times 1 + 40 \times 1.25)}}{1}$$

$$\sqrt{680} = 26.1$$

โดยมากแล้วค่าที่หาได้จากสูตรอินดักเตอร์จะไม่ค่อยตรงนักถ้านำไปใช้กับคอยล์อันเล็กๆ เช่น แสดงผลการวัดค่าอินดักแตนซ์ ของขดลวดเมื่อใช้ลวดเบอร์ 12 AWG พันที่ 8 รอบต่อนิ้ว โดยเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของเส้น A = $\frac{1}{2}$ นิ้ว และของ B = $\frac{3}{4}$ นิ้ว ที่ใช้ในย่านความถี่ VAF หรือใช้เป็นตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low pass filter)เพื่อป้องกันไม่ให้คลื่นฮาร์โมนิคส์ออกไปรบกวนโทรทัศน์เพราะความหนาของลวดตัวนำมีไม่มากพอจนต้องตัดทิ้งไปเมื่อเทียบกับขนาดของคอยล์ในรูปแสดงค่าที่วัดได้จากคอยล์ที่ใช้งานในย่านความถี่ VAF ซึ่งสามารถนำมาหาค่าต่างๆของคอยล์ได้ จากกราฟในรูปที่ 1 มีเส้น 2 เส้น เส้น A สำหรับคอยล์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน $\frac{1}{2}$ นิ้ว เส้น B สำหรับคอลย์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน $\frac{3}{4}$ นิ้ว คอยล์ทั้งสองแบบพันด้วยขดลวดเบอร์ 12 AWG ระยะความห่างของการพันคอยล์ 8 รอบต่อนิ้ว(ระยะจากจุดกึ่งกลางของเส้นลวดเส้นหนึ่งไปยังจุดกึ่งกลางของเส้นลวดถัดไป = $\frac{1}{8}$ นิ้ว) ค่าของอินดักแตนซ์ที่ใช้ได้รวมทั้งค่าอินดักแตนซ์ที่เกิดจากปลายขดลวดที่ยาว $\frac{1}{2}$ นิ้วด้วย ตามรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ใช้สำหรับหาค่าอินดักแตนซ์ของคอยล์ที่ใช้กันทั่วไปที่ความถี่วิทยุย่าน 3 – 30MHz ค่าที่ได้จะถูกต้องเพียงพอกับการใช้งานจริงในกราฟของรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ใช้หาค่า ตัวประกอบการคูณ (Multiplying factor) โดยแกนทางแนวนอนของกราฟแสดงความยาวของคอยล์ แกนทางแนวตั้งแสดงตัวประกอบในการคูณ สามารถหาตัวประกอบการคูณของคอยล์ได้จากการลากเส้นตรงขึ้นไปจากจุดบนแกนในแนวนอนตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความยาวของคอยล์ที่เราต้องการหาค่าอินดักแตนซ์ ณ จุดที่ตัด เคอวฟ (curve) ในกราฟให้ลากเส้นตรงไปตัดกับแกนในแนวตั้ง จุดนี้เป็นจุดแสดงค่าประกอบการคูณที่ต้องการ เราเอาค่านี้ไปใช้หาค่าอินดักแตนซ์ของคอยล์ของคอยล์ในขั้นต่อไป ส่วนตารางข้างล่างของกราฟนั้นแสดงค่าเส้นผ่านศูนย์กลาง ,จำนวนรอบต่อนิ้ว และค่าอินดักแตนซ์ของคอยล์มีความยาว 1 นิ้ว เราหาค่าของคอยล์ที่ต้องการทราบค่าได้โดยเทียบค่าในตารางตรงช่องที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางคอยล์และจำนวนรอบต่อนิ้วตรงกับคอยล์ของเราเอาค่าอินดักแตนซ์ของคอยล์ที่มีความยาว 1 นิ้วจากช่องขวาสุดในตาราง มาคูณกับค่าตัวประกอบการคูณที่ได้จากขั้นก่อนผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าอินดักแตนซ์ของคอยล์ที่เราต้องการทราบค่า

ตัวอย่าง 2.3 ในการหาค่าอินดักแตนซ์ ของคอยล์ที่มีจำนวนรอบ = 20 รอบ เส้นผ่านศูนย์กลางของคอยล์ = 1 นิ้ว คอยล์ยาว $1\frac{1}{4}$ นิ้ว

คอยล์ยาว $1\frac{1}{4}$ นิ้ว = $\frac{5}{4}$ นิ้ว

คอยล์มีจำนวนรอบเท่ากับ 20 รอบ

จำนวนรอบต่อนิ้ว

$$= \frac{20}{\frac{5}{4}} = 20 \times \frac{5}{4}$$

=16 รอบต่อนิ้ว

นำค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของคอยล์และจำนวนรอบต่อนิ้ว ไปเทียบค่าในตาราง ได้ค่าอินดักแตนซ์ของคอยล์ที่มีความยาว 1 นิ้ว = 16μHเอาค่าความยาวของคอยล์ $1\frac{1}{4}$ ไปหาค่าตัวประกอบการคูณจากกราฟได้ค่า = 0.35 คอยล์ที่ต้องการทราบค่ามีอินดักแตนซ์ = 16.9×3.5 =5.9μH

การหาค่า L สำหรับการพันหลายชั้น

สำหรับการพันหลายชั้น จะคำนวณหาค่า L ได้ดังนี้

$$L = \frac{0.8a^2n^2}{6a + 9b + 10c}$$

โดยที่ L เป็นค่าอินดักแตนซ์ของขดลวด มีหน่วยเป็น μH

a คือรัศมีเฉลี่ยของการพันขดลวด มีหน่วยเป็นนิ้ว (เท่ากับรัศมีของแกน +1/2c)

b คือความยาวของการพันขดลวดมีหน่วยเป็นนิ้ว

c คือความหนาของขดลวดที่พันทบกัน มีหน่วยเป็นนิ้ว

n คือจำนวนรอบของขดลวด

จากรูปที่ 3 จะเข้าใจอักษรย่อต่างๆได้ดีขึ้นถ้าต้องการให้ได้ค่า L สูงสุดสำหรับความยาวของขดลวดที่มีจำกัดแล้วควรเลือกให้ b = c = 0.8a หลังจากกำหนดค่า a , b , c แล้วและค่า L ที่ต้องการแล้วก็จะสามารถคำนวณหาจำนวนรอบที่ต้องพันได้โดยจัดรูปใหม่ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$n = \sqrt{\frac{L(6a + 9b + 10c)}{0.8a^2}}$$

ขนาดของขดลวดที่จะพันขึ้นอยู่กับค่า a , b , c และระยะห่างแต่ละรอบ สำหรับการพันทับกันหลายชั้นนี้ หลังจากคำนวณจำนวนรอบที่ต้องพันแล้วนำมาหารด้วยผลคูณของการพัน (b) และความลึก c ก็จะได้จำนวนรอบต่อตารางนิ้วซึ่งนำไปเปรียบเทียบกับช่องที่ 5 เพื่อนำไปพิจารณาหาขนาดของขดลวด

ตัวอย่างที่ 2.4 มีแกนยาวที่พอจะพันได้ยาว 0.4 นิ้ว และมีรัศมีของแกน 0.5นิ้ว ต้องการพันขดลวดให้ได้ค่า L เป็น 22μH เริ่มต้นเราไม่รู้ว่าจะเลือกค่า a และค่า c เป็นเท่าไรดี ก็สมมุติให้ a = c = 0.8a ซึ่งเป็นการพันที่ใช้เส้นลวดที่น้อยที่สุด

$$a = \frac{b}{0.8} = \frac{0.4}{0.8} = 0.5$$

และ c = b = 0.4

$$n = \sqrt{\frac{22(3 + 3.6 + 4)}{0.8 \times 0.5 \times 0.5}}$$

= 34.2 รอบ

จำนวนรอบต่อตารางนิ้ว = $\frac{n}{bc}$

$$\frac{34.2}{0.4 \times 0.4} = 213.8$$

เมื่อดูจากตารางที่ 1 ในช่องที่ 5 จะเห็นว่าลวดเบอร์ 14AWG หรือเบอร์ 16 SWG ใช้ได้เฉพาะสามารถพันได้ 221 รอบ/ ตารางนิ้วซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่ใกล้เคียงกับ 213.8 มากที่สุดเมื่อดูที่ช่องที่ 4 จะเห็นได้ว่าเบอร์ 14 AWG สามารถพันได้ประมาณ 13.6 รอบ ต่อความยาว 1 นิ้วแต่ความยาวของการพันคือ b = 0.4 นิ้ว ดังนั้นในแต่ละ 1 ชั้น จะต้องพันให้ได้ 13.6×0.4 = 5.4 รอบ และต้องพันอย่างนี้ประมาณ 34.2/5.4 = 6.3 ชั้น สรุปแล้วต้องพัน 5.4 รอบ และทบขึ้นไปจนรวมการพันได้ประมาณ 34.2 รอบ หรือประมาณ 6.6 ชั้นนั่นเอง

2.2 ออสซิลเลเตอร์

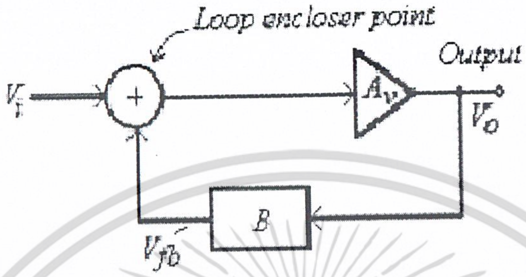
วงจรออสซิลเลเตอร์ถูกใช้เป็นจงจรเป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณ เป็นวงจรอันดับแรกๆที่มักจะต้องใช้ในการสื่อสาร วงจร ออสซิลเลเตอร์นั้นมีหลายแบบ เช่น Armstrong, Hartley ,Colpitte ,Peirce , Wien brige การทำงานของวงจรนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัย แห่งกำเนิดกระแส อัตราขยายของระบบ ความถี่ที่วงจรออสซิลเลเตอร์ทำงาน การป้อนกลับในวงจรจะต้องเป็นแบบบวก อัตราขยายของวงจรรวมจะต้องมากกว่า หรือ เท่ากับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การป้อนกลับในวงจรออสซิลเลเตอร์(Feedback System)

การป้อนกลับในวงจรออสชิลเลเตอร์นั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่ง โดยเงื่อนไขของวงจรการป้อนกลับในวงจรออสชิลเลเตอร์ ก็คือสัญญาณที่ป้อนกลับมีเฟสเดียวกับสัญญาณอินพุต เรียกว่าวงจรจะต้องมีการป้อนกลับแบบบวก (positive feedback) และมีอัตราขยายรวม Overall Steady – State Gain : A,B = 1

พิจารณาวงจรป้อนกลับ จะได้ ดังนั้น



$$V_{FB} = B.V_O \text{ และ } V_O = (V_i + V_{FB}).A_V$$

$$\frac{V_O}{V_i} = \frac{A_V}{1 - A_V B} = A_{FB}$$

ภาพที่ 2.1 สัญญาณที่ป้อนกลับจากเอาต์พุตวงจรออสชิลเลเตอร์ มีเฟสเดียวกันกับสัญญาณอินพุต เรียกว่าวงจรมีการป้อนกลับแบบบวก

สิ่งที่มีผลต่อ อัตราขยายรวมของระบบ Afb ก็คืออัตราขยาย Av วงจรขยายสัญญาณ และอัตราการป้อนกลับ เรียกว่า Feed back factor ถ้าหากAvB = 1 จะให้อัตราขยายรวมทั้งระบบ เท่ากับอนันต์(infinite)

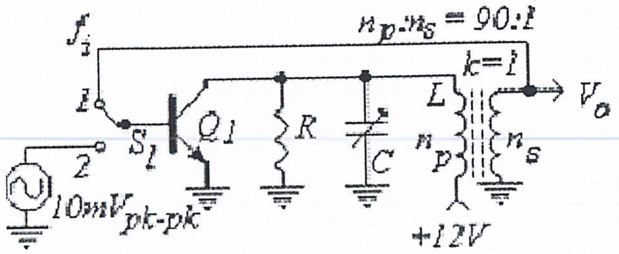
$$A_{FB} = \frac{A_V}{(1 - 1)} = \infty$$

พิจารณาวงจรขยายแบบจูนที่มี ลูปเกน AvB>1 กำหนดให้อัตราขยายของวงจรเมื่อไม่มีการป้อนกลับ (Open loop gian) มีค่าเท่ากับ Av = -100 = 100$\angle$180° อัตราป้อนกลับของหม้อแปลงซึ่งต่อแบบกลับเฟสมีค่าเท่ากับ

$$B = \frac{n_S}{n_P} = \frac{-1}{90} = -0.0111$$

ดังนั้น AvB = +1.11 หากป้อนสัญญาณอินพุตมาทางตำแหน่ง 2 ป้อน + 10mV ให้ทรานซิสเตอร์จะทำให้ได้สัญญาณที่ Vc = -1000mV ; = 11.1mV หลังจากนั้นสับสวิตซ์ไปที่

ตำแหน่งที่ 1 แรงดัน Vo = +11.1mV จะป้อนเข้าไปยังขาเบสแล้วขยายเป็น Vc = -1110mV ได้ Vo = +12.3mV (เพิ่มขึ้น)



ภาพที่ 2.2 วงจรขยายแบบจูน ได้รับสัญญาณกระตุ้นจากแหล่งกำเนิดสัญญาณและได้รับสัญญาณกระตุ้นจากขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง

สัญญาณที่ป้อนกลับมาครั้งนี้จะถูกกลายเป็น Vc = 1.23 V ตอนนี้จะพบว่าแม้นจะไม่ป้อนสัญญาณอินพุตแล้วก็ตาม แต่วงจรสามารถผลิตสัญญาณขึ้นมาเองได้ แล้วเมื่อใดการเพิ่มขึ้นของแรงดันไฟฟ้าทางเอาต์พุตจึงจะหยุดลง คำตอบคือ จะหยุดก็ต่อเมื่อทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะอิ่มตัว

ซึ่งจุดนี้ถ้าหากใช้ High –Q ; +12 V ; UCEset = 0 V ได้สัญญาณ Vc =24 Vpk – pk ซึ่ง Vc สามารถสวิงในซีกลบได้ 12V ถึง 0 V และเนื่องจากพลังงานสะสมในขดลวด จะทำให้สวิงในซีกบวกต่อไปอีก 12 V ตรงจุดนี้จะได้อัตราการขยายเมื่อทรานซิสเตอร์ทำงานถึงจุดอิ่มตัว (Saturation) เท่ากับ

$$A_{Vsat} = \frac{V_O}{V_B}$$

$$V_b = 24V / 90 = 266.7mV$$

$$A_{Vsat} = 24V / 266.7mV = 90$$

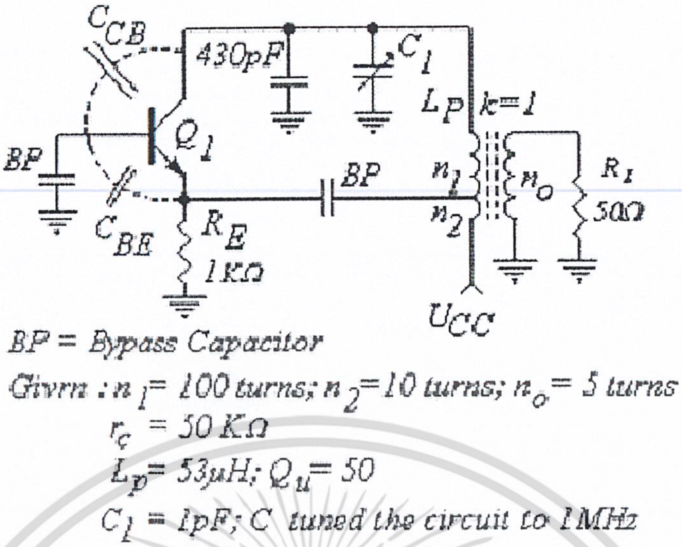
$$\therefore A_v B = 90 \times \frac{1}{90} = +1$$

แล้วในทางปฏิบัติวงจรนี้จะเริ่มออสซิลเลตได้อย่างไร ความจริงแล้ว Signal Generator ในวงจรไม่จำเป็นต้องมี เพราะว่าเมื่อเปิดไฟเลี้ยงวงจรครั้งแรก กระแสไฟฟ้าเนื่องจากการไบอัสของทรานซิสเตอร์ จะไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิ ของวงจรแทงค์ ทำให้เกิดการออสซิลเลตขึ้น วงจรนี้จะถูกป้อนกลับและขยายไปเรื่อยๆ จนอิ่มตัวที่แรงดัน Vo = 2667 mV สำหรับค่าความถี่วงจรออสซิลเลตออกมาก็คือ

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 วงจรออสซิลเลเตอร์แบบฮาร์ทเลย์ (hartley osillator circuit)



ภาพที่ 2.3 วงจรฮาร์ทเลย์ออสซิลเลเตอร์

ตรวจสอบจงจรก่อนว่าวงจรอาร์เลย์ออสซิลเลเตอร์ ได้รับการป้อนกลับถูกต้อง คือป้อนกลับแบบทางบวกหรือไม่ โดยสมมุติให้ขาอีมิเตอร์ถูกขับด้วยไฟบวก อันเนื่องมาจากการออสซิลเลต ทรานซีสเตอร์ Q1 จะเริ่มคัดออฟ ทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ขาคอลเลคเตอร์ เข้าใกล้ Ucc

แรงดันที่ขาคอลเลคเตอร์นี่จะผ่านวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิทั้งสองของหม้อแปลงด้วยอัตราส่วน n /(n1+n2) แล้วป้อนกลับมายังขาอีมิตเตอร์อกครั้งหนึ่ง โดยมีเฟสเดียวตรงกัน ดั้งนั้นสัญญาณที่ป้อนกลับที่ขาอิมิเตอร์อีกครั้งหนึ่ง โดยมีเฟสเดียวตรงกัน ดังนั้นสัญญาณที่ป้อนกลับเข้าขาอิมิตเตอร์อีกครั้งหนึ่ง โดยมีเฟสเดียวกับสัญญาณ ที่กระตุ้นสัญญาณในครั้งแรก ต่อไปพิจารณาโหลดทางด้านคอลเลคเตอร์

collector Loading

1. โหลด RL = 50 โอห์ม ที่เอาต์พุต จะรีเฟลดมายังขาคอลเลคเตอร์ กลายเป็น RL′

$$R_L' = R_L \frac{(n_1 + n_2)^2}{n_o^2} = 50\Omega \frac{(110)^2}{5^2} = 24.2\,K\Omega$$

2. โหลดที่เกิดจาก Lp ; Rcoil : fosc = 1MHz ; XL = 333 Ω

$$R_{COIL} = Q_U X_L\, 50 \times 333\Omega = 16.7\,K\Omega$$

3. จากจุดต่อของขดลวดหม้อแปลงคือ n1,n2 มองไปทางด้านซ้ายมือจะเห็น

$$r_e \| R_E = \left(\frac{26mV}{I_C}\right)(1K\Omega) \approx 25\Omega$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ความต้านทานนี้ ถ้าหากมองลงมาจากขดลวดคอลเลคเตอร์ จะมีค่าเท่ากับ

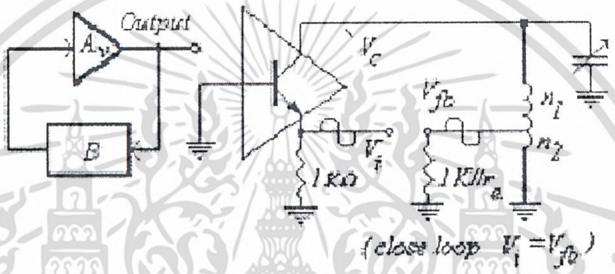
$$R_e' = \left(\frac{n_1 + n_2}{n_2}\right)^2 \times \left(r_e \| R_E\right) = \left(\frac{100^2}{10^2}\right) \times 25\Omega = 3K\Omega$$

ดังนั้นโหลดรวมทางด้านขา C คือ

$$R_C' = r_C \| R_L' \| R_{COIL} \| R_e' = 50K\Omega \| 24.2K\Omega \| 16.7K\Omega \| 3K\Omega = 2.2K\Omega$$

เนื่องจากเป็นวงจรขยายแบบคอมมอนเบส ที่ความถี่รีโซแนนซ์

$$A_V = \frac{R_C'}{r_e} = \frac{2.2K\Omega}{r_e} = 84.6 = 38.5dB$$



ภาพที่ 2.4 แยกวงจรป้อนกลับออกจากวงจรขยายเพื่อวิเคราะห์วงจรขยายแบบลูปเปิด

ต่อไปจะพิจารณาว่า Loop Gian (AvB) มีค่ามากกว่าหนึ่งหรือไม่ โดยก่อนอื่นจะต้องแยกลูป ออกเป็นสองส่วนเสียก่อน อัตราขยายเมื่อ Open Loop ถ้าไม่คิดโหลด 1KΩ //rc มีค่าเท่ากับ

$$A_V = (50K\Omega \| 24.2K\Omega \| 16.7K\Omega) / 26\Omega = 317$$

หากกำหนดให้

$$V_i = +100mV$$

$$V_C = A_V V_i = 84.6 \times 100mV = 8{,}460mV$$

$$V_{FB} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \times V_C = \frac{10}{110} \times 8{,}460mV = 769mV$$

จะพบว่า Vfb มีค่ามากกว่า Vf ได้ LoopGain: AvB = (84.6×100)/ 110 = 7.69 ซึ่งตัวเลข 7.69 มีค่ามากกว่า 1 ดั้งนั้นวงจรจึงออสซิลเลตได้ ต่อไปหาค่าของ C1 เพื่อจูนให้วงจรออสซิลเลตที่ความถี่ 1MHz

$$C = \frac{1}{(2\pi f)^2 L} = \frac{1}{(2\pi \times 1MHz)^2 \times 53\mu H} = 478pF$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางปฏิบัติ จะใช้ตัวเก็บประจุเก็บค่าได้ที่มีค่าประมาณ 1/5 ของที่คำนวณได้คือประมาณ 95.6 pF หรือประมาณ 100 pF มาต่อกับตัวเก็บประจุแบบ Fixed 400 pF

2.2.3 วงจรคอลบิทท์ออสซิลเลเตอร์ (Coipitte osillator circuit)

วงจรคอลบิทท์ออสซิลเลเตอร์ คล้ายกับวงจรฮาร์ทเลย์ออสซิลเลเตอร์ เว้นแต่วงจรป้อนกลับจะใช้ตัวเก็บประจุแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Capacitive Voltage Divider)แทนตัวเหนี่ยวนำ (tapped inductor) สิ่งที่น่าสังเกตุอีกประการหนึ่งคือหม้อแปลงสสามารถปรับค่าเหนี่ยวนำได้ซึ่งใช้สำหรับปรับความถี่ของวงจร ลักษณะของแกนเป็นแกนที่ทำมาจากเฟอร์ไรท์ สำหรับค่าอัตราการป้อนกลับของวงจรถ้าหากความต้านทานที่ขาอีมิเตอร์มีค่ามากกว่า 10 Xc1 จะได้อัตราการป้อนกลับ (feed factor, B) มีค่าเท่ากับ

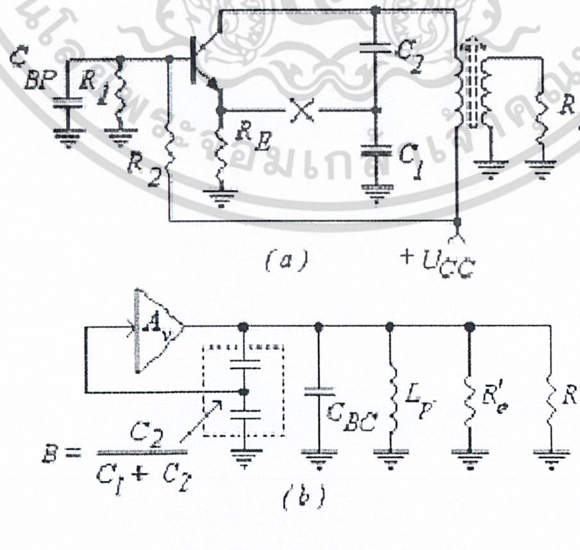
$$B = \frac{V_e}{V_c} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_{eq}}{C_1}$$

$$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

เมื่อความต้านทานที่ต่อคร่อมวงจรแทงค์ อยู่คือ ความต้านทานที่รีเฟลค มาจากตัวต้านทาน RE และ RL คือ

$$R_E \text{ และ } R_L \text{ คือ } R_L' = \left(\frac{n_P}{n_S}\right)^2 \times R_L \text{ และ}$$

$$R_e' = \left(\frac{C_1}{C_{eq}}\right)^2 \times \left(r_e \| R_E\right) = \left(\frac{1}{B}\right)^2 \times r_e$$

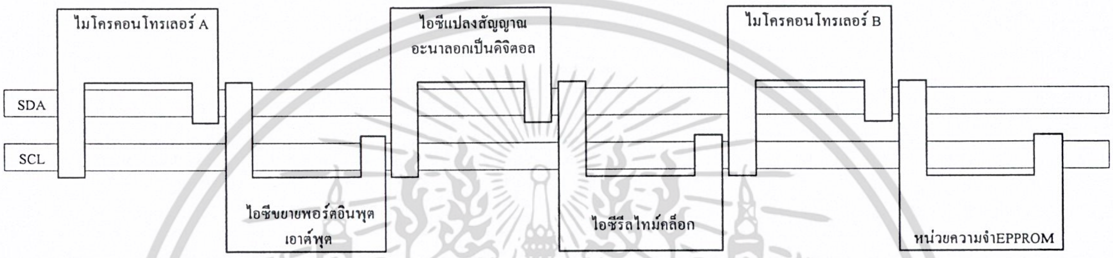


ภาพที่ 2.5 วงจรคอมป์ออสซิลเลเตอร์แบบโช้ค คลิสตอลในการป้อนกลับสัญญาณ (a) และวงจรในกรณีไม่คิดค่าความต้านทานภายในคลิสตอล (b)

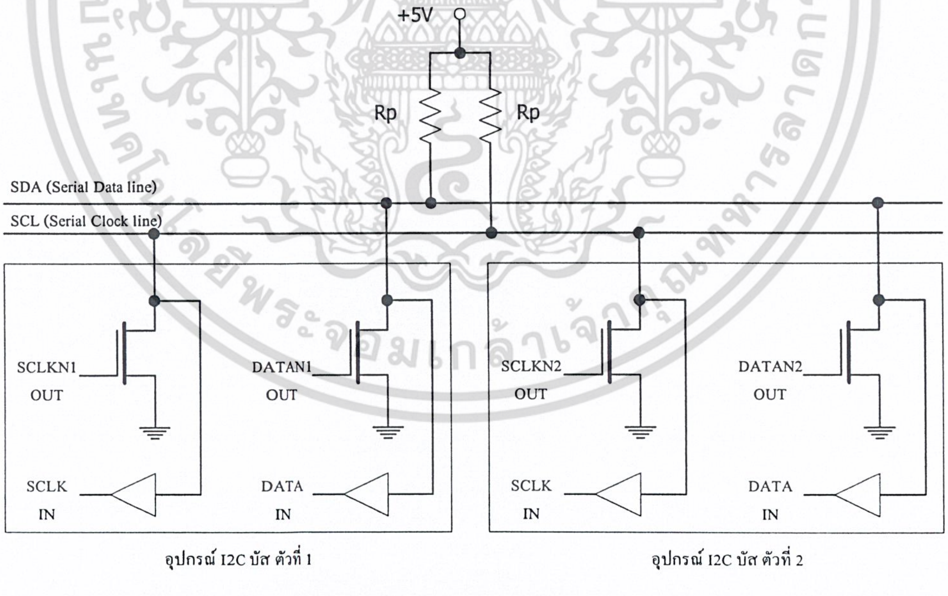
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความรู้เบื้องต้น I^2C

I^2C ย่อมาจาก Inter-IC Communication หมายถึง การติดต่อสื่อสารระหว่างไอซีโดยบัส I^2C ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยฟิลิปส์ (Philips) ด้วยจุดมุ่งหมายหลักคือ ต้องการให้ไอซีหรือโมดูล สามารถติดต่อ สั่งงานและควบคุมภายใต้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น เส้นหนึ่งคือ สายข้อมูล อีกเส้นคือ สายสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการทำงาน การต่อร่วมกันของอุปกรณ์บนบัส I^2C ทำได้ง่ายมาก เพียงต่อสายข้อมูลและสายสัญญาณนาฬิกาของอุปกรณ์แต่ละตัวขนานหรือพ่วงกันไป ส่วนการกำหนดแอดเดรสหรือตำแหน่งสำหรับติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัว จะใช้รหัสข้อมูลและการกำหนดสภาวะลอจิกที่ขาแอดเดรสของอุปกรณ์แต่ละตัว



ภาพที่ 2.6 ผังแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ



ภาพที่ 2.7 แสดงวงจรเอาต์พุตของอุปกรณ์ในระบบบัส I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายข้อมูลบนบัส I^2C มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สายข้อมูลอนุกรมหรือ SDA (Serial Data line) ส่วนสายสัญญาณนาฬิกามีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สายสัญญาณนาฬิกาอนุกรมหรือ SCL (Serial Clock line) ในการอธิบายต่อไปนี้จะเรียกสายสัญญาณทั้งสองว่า สาย SDA และ SCL

ใน ภาพที่ 2.6 แสดงผังของการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆบนบัส I^2C จะเห็นได้ว่า อุปกรณ์ที่ทำการเชื่อมต่อบนบัส I^2C มีหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นไอซีขยายพอร์ตอินพุตเอาต์พุต (I /O Expander) ไอซีที่ทำการเปลี่ยนแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล (ADC) และแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก (DAC),ไอซีรีลไทม์คล็อก (RTC),ไอซีขับโมดูล LCD,หน่วยความจำ EPPROM และไมโครคอนโทรลเลอร์

คุณสมบัติโดยทั่วไปของบัส I^2C

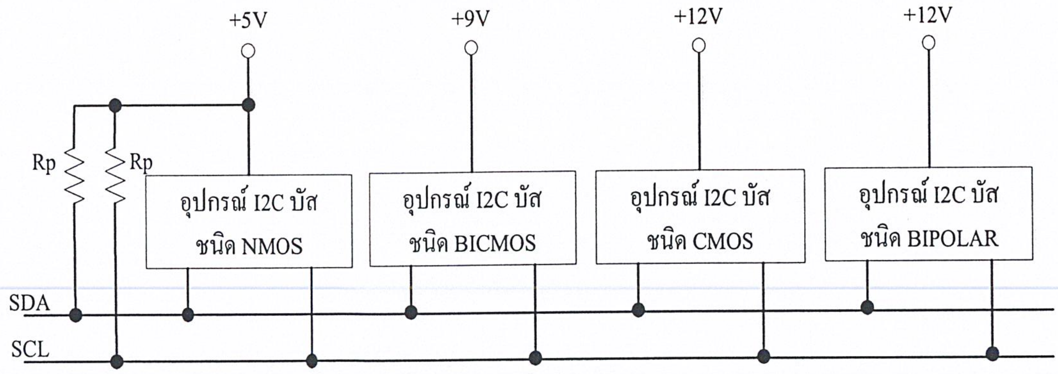
สาย และ เป็นสายสัญญาณ 2 ทิศทาง ต้องมีการต่อตัวต้านทานพูลอัปกับแรงดัน +5 V ไว้ตลอดเวลา เพื่อให้สายมีสถานะลอจิกสูงในขณะที่ไม่มีการติดต่อใช้งาน ทั้งยังช่วยในการป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจเข้ามาในสายสัญญาณทั้งสอง วงจรเอาต์พุต ของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนบัส I^2C ต้องมีลักษณะเป็นวงจรเดรนเปิด (Open-drain) หรือคล็อกเตอร์เปิด(open-collector) ดังรายละเอียดในภาพที่ 2.8

อัตราการถ่ายทอดข้อมูลบนบัส I^2C สูงถึง 100 กิโลบิตต่อวินาทีในดหมดปกติ (standrad mode) และความจุสูงถึง 400 กิโลบิตต่อวินาทีในโหมดความเร็วสูง (fast mode) อุปกรณ์ที่ต่อร่วมอยู่บนบัส I^2C จะต้องมีค่าความจุไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นระหว่างสาย SDA และ SCL ไม่เกิน 400pF การเข้าถึงอุปกรณ์บนบัส I^2C ใช้ข้อมูลสำหรับการเข้าถึง 2 ค่าคือ 7 บิต (7-bit addressing) หรือ 10 บิต(10-bit addessing)

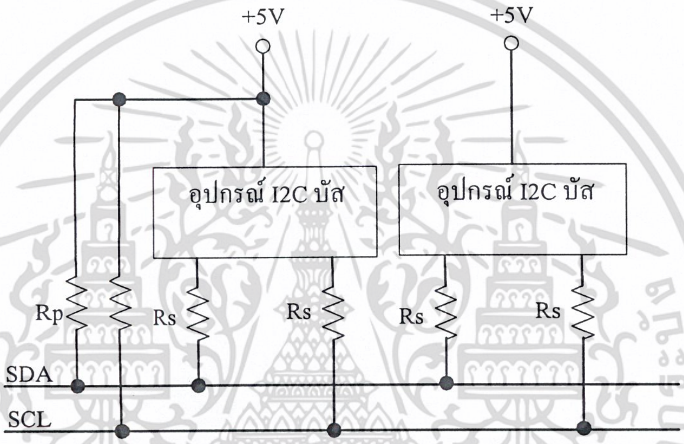
ข้อเด่นอีกประการหนึ่งของบัส I^2C คือสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ไฟเลี้ยงไม่เท่ากันให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยอุปกรณ์บนบัส I^2C ตัวหนึ่งอาจใช้ไฟเลี้ยง +5 V ในขณะเดียวกันอีกตัวหนึ่งใช้ไฟเลี้ยง +12 V การต่อร่วมบนบัส I^2C สามารถกระทำได้ในลักษณะเดียวกันกับกรณีที่อุปกรณ์ทั้งสองใช้ไฟเลี้ยงเท่ากัน กล่าวคือ ให้ต่อสาย SDA และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้าด้วยกัน และต้องต่อตัวต้านทานพูลอัป (Rp) เข้าแรงดัน +5 Vไว้ด้วยเสมอ ดังแสดงในภาพที่ 2.8

ในกรณีที่อาจมีแรงดันไฟกระชากขนาดใหญ่ปะปนเข้ามาในบัส I^2C ที่ SDC และ SCL ของอุปกรณ์แต่ละตัวต้องต่อตัวต้านทานอนุกรมกับขา SDC และ SCL เรียกว่า(R_s) ก่อนต่อเข้าสู่บัส I^2C ดังแสดงในภาพที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 การต่อตัวต้านทานพูลอัปบนสายสัญญาณในระบบบัส I^2C



ภาพที่ 2.9 การต่อตัวต้านทาน R_S เพื่อลดสัญญาณรบกวนขนาดใหญ่ที่อาจเข้ามาในบัส I^2C

2.3.1 หลักการของบัสบน I^2C

บัส I^2C ประกอบด้วยสายสัญญาณ 2 เส้น คือ SDA และ SCL อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงบนบัสสามารถมีได้มากมาย ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดรูปแบบของการติดต่อบนบัส หรือเรียกว่า โปรตอคอล (protocol) เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ใดติดต่อกันอยู่ และอุปกรณ์ตัวใดเป็นตัวรับหรือตัวส่ง ต่อไปนี้จะขออธิบายลักษณะ หน้าที่ และนิยามของอุปกรณ์ที่อยู่บนบัส I^2C เพื่อเป็นข้อตกลงพื้นฐานก่อนที่จะอธิบายการทำงานของบัส I^2C ต่อไป

อุปกรณ์ที่เป็นผู้สร้างข้อมูลหรือส่งข้อมูล เรียกว่า ตัวส่ง (transmitter)

อุปกรณ์ที่เป็นผู้รับข้อมูล เรียกว่า ตัวรับ (receiver) อุปกรณ์บนบัส I^2C สามารถเป็นไปได้ทั้งตัวรับและตัวส่ง บางอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับเพียงอย่างเดียว จะไม่มีอุปกรณ์ใดบนบัส I^2C ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งเพียงอย่างเดียว

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะการติดต่อบนบัส I^2C เรียกว่า มาสเตอร์ (master)

เอกสารนี้เป็นเอก… ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรืออุปกรณ์ที่ต่อพ่วงเข้าไปบนบัส I^2C เรียกว่า สเลฟ (slave)

ข้อกำหนด 2 ประการสำคัญของการติดต่อบนบัส I^2C คือ

1. การถ่ายทอดข้อมูลจะเกิดขึ้นได้เมื่อบัสว่างเท่านั้น
2. ในระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล เมื่อใดก็ตามที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง สายข้อมูลต้องรักษาข้อมูลไว้ อย่าให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเด็ดขาด มิฉะนั้น สัญญาณที่เกิดขึ้นจะได้รับการแปลความหมายเป็นสัญญาณควบคุมแทน

2.3.2 สภาวะที่เกิดขึ้นบนบัส I^2C

มีด้วยกัน 5 สภาวะ ดังนี้

1. บัสว่าง(Bus not busy) สภาวะนี้เกิดขึ้นเมื่อสถานะลอจิกบนสาย SDA และ SCL เป็นลอจิกสูงทั้งคู่ นั่นหมายความว่า การถ่ายทอดข้อมูลสามารถเริ่มต้นขึ้นได้

2. เริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูล (start data tranfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากสูงไปต่ำ ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า สภาวะเริ่มต้น (START)

3. หยุดการถ่ายทอดข้อมูล (stop data tranfer) เกิดขึ้นเมื่อสาย SDA มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจากต่ำไปสูง ในขณะที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า สภาวะหยุด (STOP)

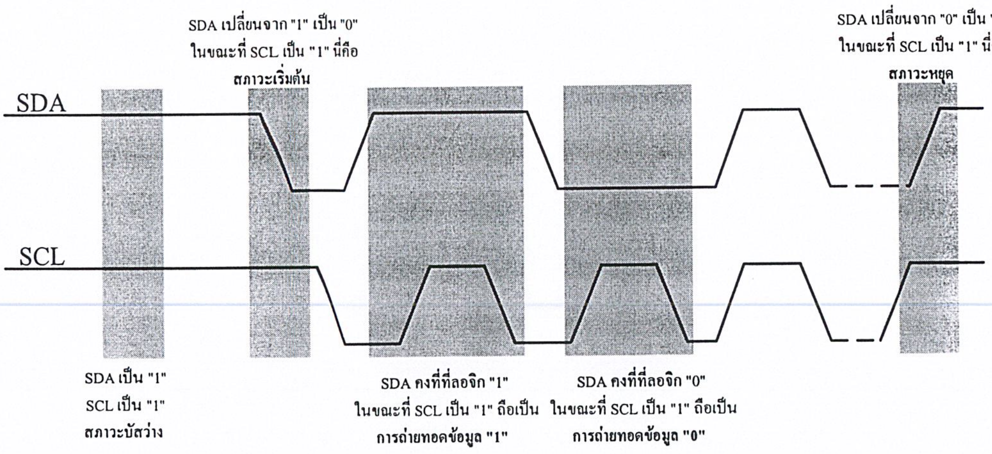
4. ข้อมูลดำรงอยู่บนบัส (data valid) สภาวะนี้เกิดขึ้นถัดจากสภาวะเริ่มต้น โดยสถานะลอจิกที่เกิดขึ้นบนสาย SDA ก็คือข้อมูลที่ทำการถ่ายทอด เมื่อสาย SCL เป็นลอจิกสูง สถานะที่สาย SDA ต้องคงที่ เพื่อให้อุปกรณ์รับข้อมูลในจังหวะนั้นว่า เป็น “0”หรือ “1” ข้อมูลอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ในขณะที่สาย SCL เป็นลอจิกต่ำ แต่เมื่อใดก็ตามที่ต้องการให้เกิดการถ่ายทอดข้อมูลอย่างสมบูรณ์ สถานะของลอจิกที่ขา SDA ต้องคงที่ตลอด ช่วงเวลาที่สาย SCL มีสถานะลอจิกสูง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะลิจิกในขณะที่สาย SCL มีลอจิกสูงอยู่นั้นอุปกรณ์มาสเตอร์ที่ทำการควบคุมการถ่ายทอดข้อมูลจะแปลความหมายเป็นสภาวะหยุดหรือสภาวะเริ่มต้นก็ได้ ทำให้ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดนั้นเกิดความผิดพลาดขึ้น

5.รับรู้ข้อมูล(acknowlege) เกิดขึ้นหลังจากที่การถ่ายทอดข้อมูลจากตัวส่งมายังตัวรับเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยตัวรับส่งจะทำการส่งข้อมูลมา 1บิตเรียกว่า **บิตรับรู้ (acknowlege bit)** มีสถานะเป็นลอจิกสูง หลังจากส่งข้อมูลมาครบถ้วน ส่วนอุปกรณ์มาสเตอร์จะทำการส่งสัญญาณรับรู้พิเศษซึ่งสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา เพื่อตอบสนองบิตรับรู้ที่ส่งมาจากตัวส่ง ทางด้านตัวรับจะส่งบิตรับรู้ที่มีสถานะ ลอจิกต่ำลงบนบัส อุปกรณ์สเลฟถูกอ้างถึงในการติดต่อหรือกำลังติดต่ออยู่ในขณะนั้นก็จะกำเนิดบิตรับรู้เพื่อตอบสนองให้ทราบว่าได้รับข้อมูลในแต่ละไบต์เรียบร้อยแล้ว

ในภาพที่ 2.10 เป็นไดอะแกรมเวลาที่แสดงถึงการเกิดสถานะต่างๆบนบัส I^2C ไม่ว่าจะเป็นสภาวะบัสว่าง,เริ่มต้น,ถ่ายทอด,รับรู้และหยุดการถ่ายทอดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50234



ภาพที่ 2.10 ที่ ไดอะแกรมเวลาแสดงถึงการเกิดสถานะต่างๆบนบัส I^2C

2.4 การแปลงสัญญาณอะนาลอกติจิตอลแบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น (Successive Approximation ADC)

การแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นติจิตอล (ADC) ที่ได้รับนิยมสูงและมีประสิทธิภาพคือการแปลงแบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น ไอซี ADC ที่เลือกมาทดลองนี้ก็ใช้วงจร ADC แบบเดียวนี้ จึงต้องทำความเข้าใจพื้นฐานการทำงานของวงจร ADC แบบนี้ก่อน

ถ้าจะแปลเป็นไทยอาจเรียกกระบวนการ ADC แบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น นี้ว่า การแปลแบบประมาณค่าใกล้เคียง ไดอะแกรมการทำงานแสดงในภาพที่ 2.11 ส่วนสำคัญคือ วงจรเปรียบเทียบแรงดัน วงจรแปลงสัญญาณ ติจิตอลเป็นอะนาลอก หรือ DAC สัญญาณนาฬิกา และส่วนควบคุมลอจิก วงจร ADC แบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น นี้จะใช้รีจิสเตอร์เลขฐานสอง หรือไบนารีรีจิสเตอร์ในการส่งข้อมูลติจิตอลของวงจร DAC ภายในแต่ละบิตของรีจิเตอร์จะเซต และ รีเซตโดยการควบคุมจากวงจรควบคุม ต่อไปนี้จะอธิบายการทำงานของ ADC แบบนี้ไปทีละขั้น ขอให้พิจารณาไดอะแกรมของเวลาในภาพที่ 2.12ร่วมด้วย

กำหนดให้แรงดัน อะนาลอกอินพุต (Vin) มีค่า 13.5 V

1. ส่งสัญญาณเริ่มต้นการทำงาน (Start converter) มายัง แบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น รีจิสเตอร์
2. ขณะนี้สถานะของรีจิเตอร์จะไม่ว่าง (busy) สัญญาณนาฬิกาลูกแรกถูกส่งเข้ามาเพื่อกำหนดให้ค่าของรีจิสเตอร์เท่ากับ 0000
3. เอาต์พุตของ DAC จะเป็น 0 v ส่งไปในวงจรเปรียบเทียบ เพื่อเปรียบเทียบกับ Vin ในขณะนี้ จะได้เอาต์พุตเท่ากับ – 5 V กำหนดเป็นลอจิก " 0"
4. เมื่อสัญญาณนาฬิกาลูกต่อไปเข้ามา จะทำการเซตบิต MSB ของ รีจิสเตอร์เป็น "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

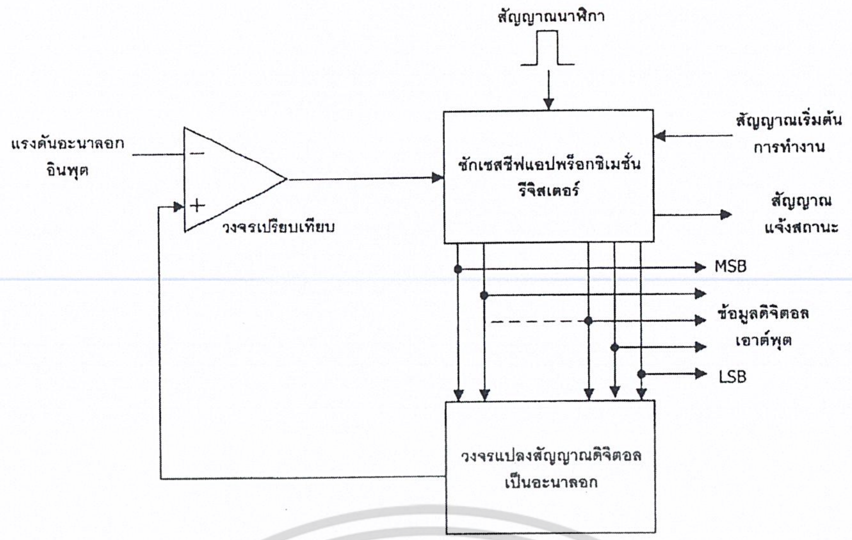
5. ในกรณี ADC ขนาด 4 บิต ดั้งนั้นการที่บิต MSN เซตจะทำให้วงจร DAC แปลงค่าเป็นแรงดัน 8 V นำไปเปรียบเทียบที่วงจรเปรียบเทียบแรงดัน แต่ยังน้อยกว่า Vin ดังนั้นวงจรเปรียบเทียบยังคงเป็น “0” ทำให้รีจีสเตอร์ยังคงค้างค่าบิต MSB ให้เป็น “1”ต่อไป
6. ต่อมาบิต B2 (ถัดจากบิต MSB 1 บิต เนื่องจากมี 4 บิต กำหนด บิต MSB = B3) จะเซตซึ่งมีค่าเท่ากับ 4 V นำไปรวมกับค่าของบิต MSB ที่มีอยู่ 8 V เช่น 12 V นำไปเปรียบเทียบกับ Vin ก็ยังน้อยกว่า รีจีสเตอร์ก็ยังคงค่า B2 ไว้ที่ “1”
7. ต่อมาบิต B1 จะเซตให้แรงดันเอาต์พุตออกมา DAC กลายเป็น 8+4+2 = 14 V ซึ่งมากกว่า Vin ทำให้วงจรเปรียบเทียบแปลงสถานะเป็น “1” ซึ่งจะส่งสัญญาณควบคุมให้ B1 กลายเป็น “0”
8. เมื่อ LSB ถูกเซต จะมีแรงดัน 1V เข้ามารวมกับค่าของ B3,B2 และ B1 เป็น 8+4+0+1 = 13V นำไปเปรียบเทียบกับ Vin ปรากฏว่าน้อยกว่า Vin ทำให้ที่บิต B0 หรือ LSB มีค่าเป็น “1”
9. ขณะนี้ทุกบิตของรีจีสเตอร์ถูกนำมาแปลงค่าเรียบร้อยแล้ว ทำให้สถานะของรีจีสเตอร์กลับมาเป็นพร้อมทำงาน (ready)
10. ข้อมูลดิจิตอลที่ได้จาก DAC แบบนี้ จะมีค่า 1101 หรือ 13 ซึ่งใกล้เคียงกับ Vin 13.5 มากที่สุด หากรีจีสเตอร์มีจำนวนบิตมากกว่านี้ ความละเอียดของข้อมูลของข้อมูลที่แปลงได้จะมีค่าใกล้เคียงมากยิ่งขึ้นช่วงเวลาของการแปลงสัญญาณเริ่มต้นตั้งแต่สัญญาณนาฬิกาลูกแรกถูกส่งเข้าไปเตรียมระบบไปจนถึงเมื่อสภาวะของ รีจีสเตอร์กลับมาเป็น “พร้อมทำงาน”อีกครั้งหนึ่ง จะต้องใช้จำนวนสัญญาณนาฬิกาเท่ากับ n+1 พัลส์ โดย n เท่ากับจำนวนบิตของรีจีสเตอร์

ดังนั้นถ้าหาก ADC แบบ แบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น ขนาด 4 บิต ตามตัวอย่างที่อธิบายมานี้ ใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 50 Hz เวลาที่ใช้ทั้งหมดในการแปลงสัญญาณจะคำนวณได้ดังต่อไปนี้

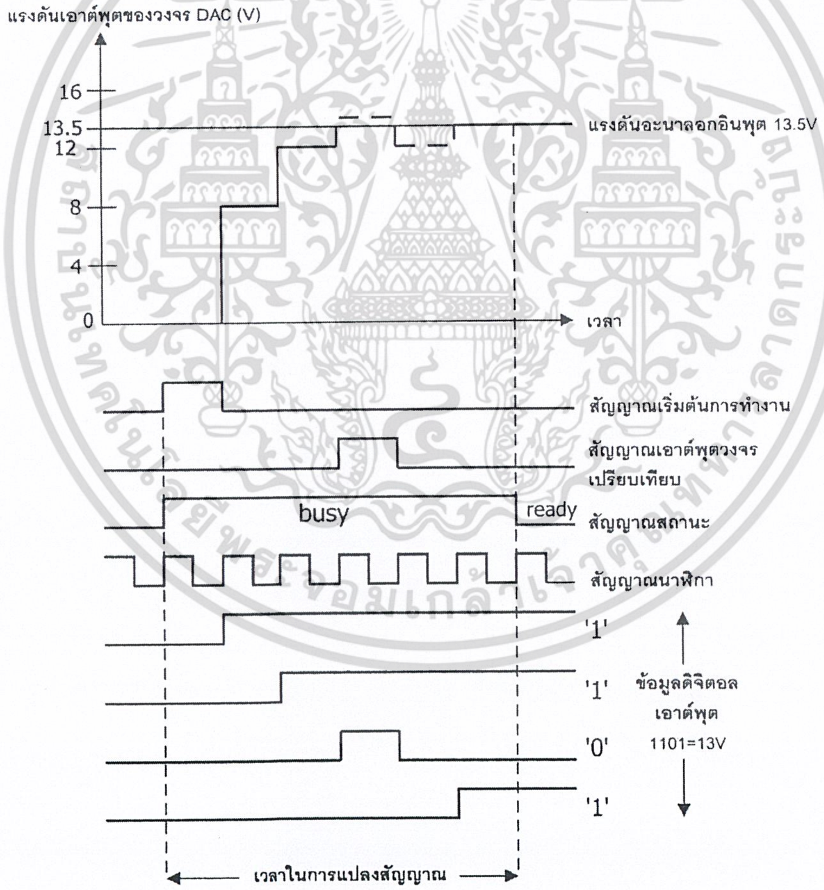
1. คำนวณคาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา
2. จำนวนสัญญาณนาฬิกาทั้งหมดที่ใช้ในการแปลงเท่ากับ n+1 ,n มีค่าเท่ากับ 4 เนื่องมาจากมีจำนวน 4 บิต ดังนั้นจำนวนสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ทั้งหมดจึงเท่ากับ4+1 = 5
3. เวลาที่ใช้ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 5*20 = 100 ,มิลิวินาที

จะเห็นได้ว่าจงจร ADC แบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น มีความเร็วในการทำงานสูงพอสมควรเหมาะสำหรับอย่างยิ่งในการนำไปใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดกลางอย่าง MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 แสดงการทำงานของ ADC



ภาพที่ 2.12 ไดอะแกรมเวลาแสดงการทำงานของวงจร ADC แบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นถ้าหาก ADC แบบเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่นขนาด 4 บิต ตามตัวอย่างที่อธิบายมานี้ใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 50kHz เวลาที่ใช้ทั้งหมดในการแปลงสัญญาณจะคำนวณได้ดังนี้

(1) คำนวณคาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา

$fclk = 50\ kHz = 50 \times 10^3$

T = 1

(2) จำนวนสัญญาณนาฬิกาทั้งหมดที่ใช้ในการแปลงเท่ากับ n + 1,n มีค่าเท่ากับ 4เนื่องจากมีจำนวน 4 บิต ดังนั้นจำนวนสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ทั้งหมดเท่ากับ 4+1 = 5

(3) เวลาทั้งหมดที่ใช้เท่ากับ 5x 20 = 100 มิลลิวินาที

จะเห็นว่าวงจร ADC แบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่นมีควมเร็วในการทำงานพอสมควรเหมาะอย่างยิ่งในการนำใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดกลางอย่าง MCS-51

2.4.1 ความเที่ยงตรงของวงจร ADC

เป็นการเปรียบเทียบอะนาลอกของวงจร ADC กับแรงดันที่เกิดขึ้นจริง ยกตัวอย่างที่ข้อมูลดิจิตอลสูงสุดของวงจร ADC ขนาด 8 บิตเมื่อเทียบเป็นแรงดันอะนาลอก ควรมีค่าเท่ากับ 5,000 V แต่จากการคำนวณในตัวอย่างก่อนหน้านี้ได้ค่าแรงดัน 4.9804 V นั่นคือเกิดความผิดพลาดไป 0.0195 v หรือ 19.5 mv แต่จากการบอกค่าความเที่ยงตรงของวงจร ADC มักระบุเป็นจำนวนที่เทียบกับ VLSB ดังนั้นในวงจร ADC ขนาด 8 บิตที่ยกตัวอย่างนี้จึงมีค่าความเที่ยงตรง (หรือบางทีเรียกเป็นค่าความผิดพลาด) เป็น -+1/2LSB

2.4.2 ค่าเวลาในการแปลงสัญญาณ (conversion time)

เป็นค่าของเวลาทั้งหมดที่วงจร ADC แบบวงจรนับแรมป์และแบบซักเซสซีฟแอป - พร็อกซิเมชั่นใช้ในการแปลงสัญญาณอะลอกเป็นดิจิตอลจนเสร็จสิ้น พารามิเตอร์ตัวนี้มักจะปรากฏในคุณสมบัติของไอซีที่ทำงานเป็นวงจรADC เมื่อไอซีแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นลง จะส่งสัญญาณที่เรียกว่า EOC (End of conversion) ออกมา

ค่าเวลาในการแปลงสัญญาณของวงจร ADC จะขึ้นอยู่กับจำนวนบิตของวงจร ค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการแปลงสัญญาณและขนาดของสัญญาณอะนาลอก

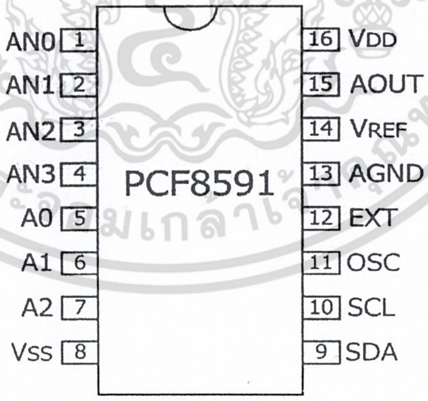
2.4.3 ข้อมูลเบื้องต้นของ PCF8591

ในการทดลองนี้จะใช้ไอซี ADC ที่มีความสามารถสูงเบอร์ PCF8591 เนื่องจากในตัวมันมีวงจร ADC แบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่นขนาด 8 บิตสูงถึง 4 ช่อง ทั้งยังมีวงจร DAC อีก 1 ช่องด้วย ระบบการเชื่อมต่อเป็นแบบบัส I^2C ทำให้ใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น ทั้งยังสามารถต่อพ่วงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้สูงสุด 8 ตัว ทำให้วงจร ADC รวมสูงถึง 32 ช่อง และวงจร ADC รวม 4 ช่อง สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง มีรายละเอียด คุณสมบัติทางเทคนิคดังนี้

- ทำงานโดยใช้แหล่งจ่ายไฟชุดเดียว
- ทำงานที่แรงดัน 2.5 Vถึง 6 V
- กินกระแสขณะอยู่ในภาวะสแตนบายด์ต่ำ
- ติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านระบบบัส I^2C
- เลือกตำแหน่งแอดเดรสทางฮาร์ดแวร์จากขา A0,A1,A2 ทำให้สามารถต่อพ่วงกันได้สูงสุดถึง 8 ตัว
- อัตราการส่งข้อมูล (samping) ขึ้นอยู่กับความเร็วของสัญญาณนาฬิกาบนบัส I^2C
- วงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล (ADC) สามารถรับสัญญาณอะนาลอกได้ 4 ช่อง ทั้งยังเลือกได้ว่าให้ทำงานแบบแยกช่องหรือทำงานเป็นวงจรดิฟเฟอเรนเชียล
- การอ่านค่าสามารถกำหนดให้เลื่อนช่องอินพุตโดยอัติโนมัติได้
- สัญญาณอะนาลอกมีระดับแรงดันตั้งแต่ V_{ss} ไปจนถึง V_{DD}
- วงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลเป็นแบบซักเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชั่นขนาด 8 บิต
- มีวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอกขนาด 8 บิต



ภาพที่ 2.13 การจัดขาของไอซี ADC/DAC ขนาด8 บิตผ่านบัส I^2Cเบอร์ PCF8591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PCF8591 สามารถทำหน้าที่เป็นไอซีแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิต4ช่อง และทำหน้าที่เป็นไอซีแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอกได้ในคราวเดียวกัน ด้วยการควบคุมผ่านระบบบัส I^2C ทำให้สามารถต่อพ่วงไอซี PCF8591ได้สูงสุดถึง 8 ตัว รองรับการอ่านค่าสัญญาณอะนาลอกอินพุตได้สูงสุดถึง 32 ช่องและสามารถส่งสัญญาณอะนาลอกเอาต์พุตสูงสุดได้ถึง 8 ช่อง ด้วยการกำหนดแอดเดรสจากขา A0,A1และ A2 การจัดขาของ PCF8591 แสดงในรูปที่ P19-3 ส่วนรายละเอียดตำแหน่งขาต่างๆมีดังนี้

ขา AN0-AN3(ขา1-4) เป็นขาอินพุตสำหรับป้อนสัญญาณอะนาลอกที่ต้องการแปลงค่า

ขาA0-A2(ขา5-7) เป็นขาสำหรับกำหนดข้อมูลแอดเดรสทางฮาร์ดแวร์ ปกติต่อลงกราวด์ แต่ถ้ามีการใช้งาน มากกว่า 1 ตัว ต้องกำหนดการต่อขา A0-A2 ของ ให้ไม่ตรงกัน จึงทำให้สามารถต่อใช้งานร่วมกันได้สูงสุด 8 ตัว

ขา V_{ss} (ขา 8) เป็นขาต่อกราวด์

ขา SDA,SCL (ขา 9และ 10)เป็นขาเชื่อมต่อบัสระบบบัส I^2C

ขา OSC (ขา 11) เป็นขาสำหรับต่อสัญญาณนาฬิกาภายนอกเมื่อขา EXT ต่อกันไฟ +5V และจะทำงานเป็นขาเอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาถ้าขา EXT ต่อลงกราวด์

ขา EX-T (ขา 12) เป็นขาสำหรับเลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ถ้าต่อไฟ +5V จะเป็นการเลือกใช้สัญญาณนาฬิกาภายนอก โดยต่อสัญญาณนาฬิกาเข้าที่ขา OSC ถ้าต่อลงกราวด์ จะเป็นการเลือกใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายใน

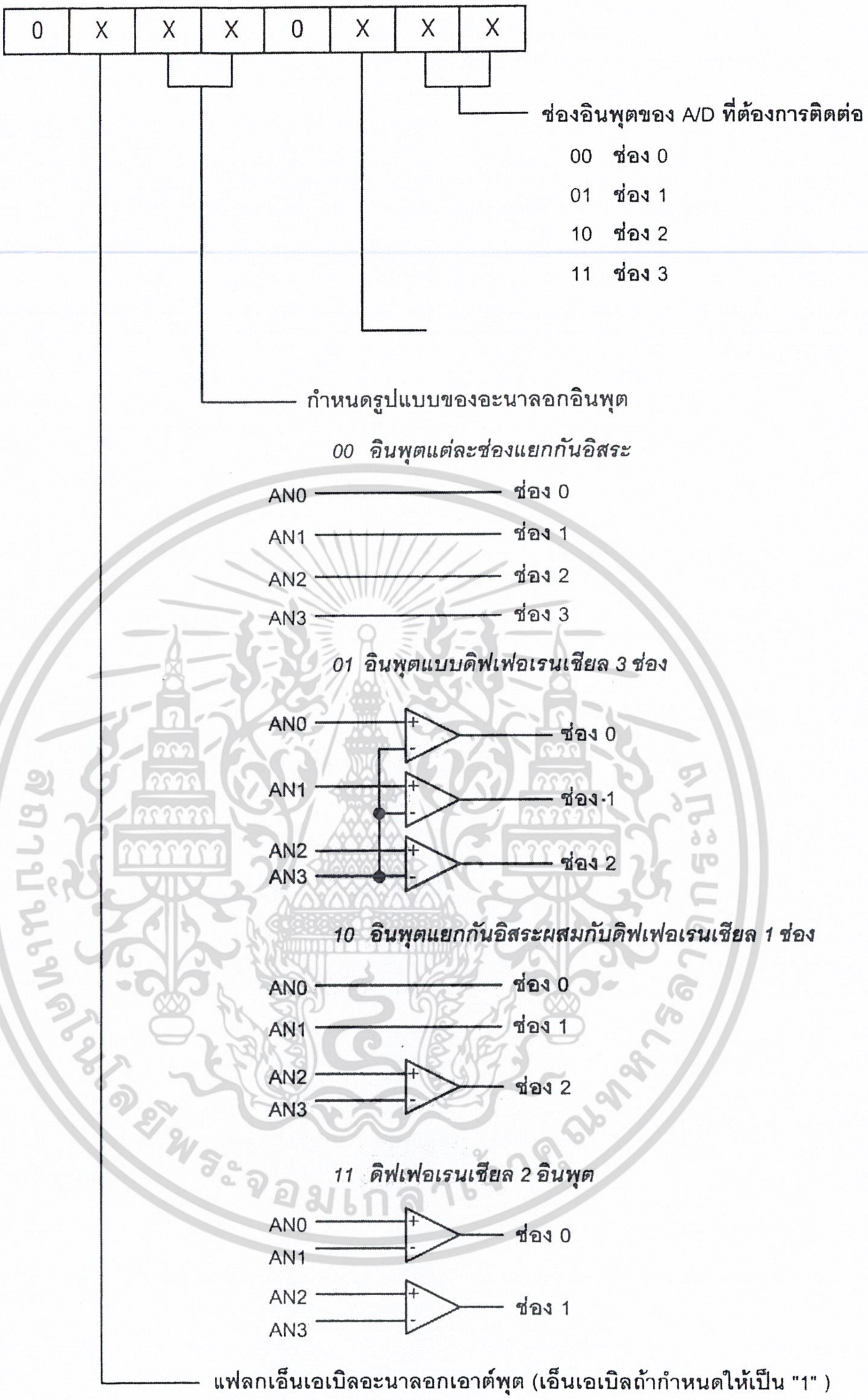
ขา AGND (ขา 13) เป็นกราวด์ของแรงดันอ้างอิง ปกติต่อลงกราวด์

ขา V_{REF} (ขา 14) เป็นขาสำหรับป้อนแรงดัน ปกติต่อเข้าไฟเลี้ยง +5 V

ขาAOUT (ขา 15) เป็นขาเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก

ขาV_{DD}(ขา 16) เป็นขาต่อไฟเลี้ยง จ่ายได้ตั้งแต่ +2 ถึง +6V ปกติใช้ +5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14 รายละเอียดข้อมูลควบคุมที่เขียนลงในรีจิสเตอร์ควบคุมภายในไอซี PCF8591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 รายละเอียดฟังก์ชั่นต่างๆของ PCF8591

2.4.4.1 ตำแหน่งแอดเดรส

ในระบบบัส I^2C การติดต่อกับอุปกรณ์แต่ละตัวต้องระบุแอดเดรสของอุปกรณ์เหล่านั้นอย่างชัดเจน ถ้าเป็นการอ้างถึงแบบ 7 บิต ข้อมูลกำหนดแอดเดรส 4 บิตบนจะเป็นค่าแอดเดรสเฉพาะของอุปกรณ์ตัวนั้นๆ ที่กำหนดมาจากผู้ผลิต ผู้ใช้งานไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ สำหรับไอซี PCF8591 จะมีค่าเท่ากับ 1001 (ฐานสอง) ข้อมูล 3บิตถัดมาจะเป็นค่าแอดเดรสที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดได้ทางฮาร์ดแวร์เพื่อเลือกไอซี PCF8591มากกว่า 1 ตัว ส่วนบิต LSB ใช้ในการกำหนดว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับไอซีตัวนั้นๆ

2.4.4.2 ข้อมูลควบคุม

หลังจากส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสให้แก่ PCF8591 แล้ว ต้องส่งข้อมูลควบคุมตามไปด้วยเพื่อกำหนดคุณสมบัติของวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลและวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก PCF8591 โดยมีรายละเอียดของข้อมูลในและบิตดังในภาพที่ 2.14

บิต 6 ของข้อมูลควบคุมใช้สำหรับการเอ็นเอเบิลขาอนาลอกเอาต์พุต เมื่อต้องการเอ็นเอเบิลต้องกำหนดให้ขานี้เป็น “ 1”

บิต 4 และบิต 5 ของข้อมูลควบคุมใช้สำหรับการกำหนดรูปแบบของสัญญาณอะนาลอกอินพุตที่ป้อนให้แก่ PCF8591

บิต 2 ใช้สำหรับเลือกรูปแบบการอ่านข้อมูลจากขาอินพุตอนาลอกอินพุตเดียวหรืออ่านแบบเรียงลำดับทุกอินพุต ถ้าต้องการเลือกให้อ่านแบบเรียงลำดับต้องกำหนดให้บิตนี้เป็น “1”

บิต 0 และ บิต 1 ใช้สำหรับกำหนดช่องของอินพุตอนาลอกที่ต้องการอ่าน ถ้ากำหนดให้บิต 2 เป็น “1” หลังจากอ่านค่าของบิต “0” และบิต “1” แล้ว ในการอ่านค่าครั้งต่อไปจะเป็นการอ่านค่าอินพุตจากช่องที่ 1

ข้อมูลควบคุมทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ควบคุมภายใน PCF8591

เมื่อจ่ายไฟให้แก่ PCF8591 ครั้งแรก บิตต่างๆของข้อมูลภายในรีจิสเตอร์ควบคุมจะเป็น “0”

2.4.5 ออสซิเลเตอร์

วงจรออสซิเลเตอร์ภายใน PCF8591 จะสร้างสัญญาณนาฬิกาสำหรับการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล เมื่อต้องการใช้วงจรออสซิเลเตอร์ภายในขา EXT ต้องต่อลงกราวด์ ถ้าต้องการใช้ออสซิเลเตอร์จากขา EXT ต้องต่อขาเข้ากับไฟบวก และป้อนสัญญาณนาฬิกาเข้าที่ขา OSC ของ PCF8591 โดยความถี่ของสัญญาณนาฬิกาสูงสุดที่ป้อนให้กับออสซิเลเตอร์เท่ากับ 1.25 MHz

2.4.5.1 การอ่านค่าข้อมูลอินพุตอนาลอกของ PCF8591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

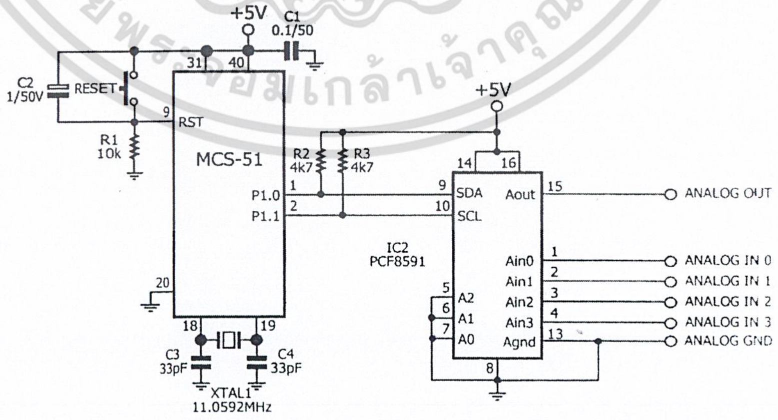
มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมข้อมูลกำหนดแอดเดรส โดยในที่นี้กำหนดแอดเดรสของ PCF8591 ไว้ที่ 000 (ขา A0,A1,A2 ต่อลงกราวด์ทั้งหมด) และทำงานในโหมดเขียนข้อมูล (ป้อนข้อมูลลอจิก“0” ให้แก่บิต R/W)
2. เรียกโปรแกรมย่อยการติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟ
3. ส่งข้อมูลควบคุมไปยัง PCF8591
4. ส่งสัญญาณ STOP
5. เรียกโปรแกรมย่อยการติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟ
6. ส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสอีกครั้งโดยครั้งนี้กำหนดให้เป็นโหมดอ่านข้อมูล (ส่งลอจิกให้แก่บิต R/W) เพื่อเริ่มต้นอ่านค่าข้อมูลจากช่องสัญญาณอะนาลอกอินพุต
7. อ่านค่าจากขาอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลช่องที่ 1
8. หากต้องการอ่านค่าในช่องต่อไปก็ให้เริ่มต้นการติดต่อใหม่ ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านค่าต่อเนื่องทั้ง 4 ช่องหรือมากกว่าจึงต้องเขียนโปรแกรมลูปเพื่อกำหนดรอบการทำงาน 4 รอบหรือมากกว่า ก็จะสามารถอ่านค่าได้ครบทุกช่อง

2.4.5.2 การเขียนข้อมูลไปยังวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอกของ PCF8591

การเขียนข้อมูลไปยังขาอะนาลอกเอาต์พุตมีข้อแตกต่างจากการอ่านข้อมูลดังนี้

1. เรียกโปรแกรมย่อยการติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟ
2. ส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสโดยให้ทำงานในโหมดเขียนข้อมูล(บิต R/W เป็นลอจิก“0”)
3. ส่งข้อมูลควบคุม 40H ไปยัง PCF8591 เพื่อเอ็นเอเบิลอะนาลอกเอาต์พุต
4. ส่งข้อมูลไปยังเอาต์พุตอนาลอก โดยค่าที่สั่งออกไปจะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0-255
5. ส่งสภาวะหยุด



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ PCF8591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 การเชื่อมต่อ PCF8591 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

มีตัวอย่างวงจรแสดงในภาพที่ 2.15 จะเห็นได้ว่ามีลักษณะการต่อเหมือนกับ PCF8574A ทุกประการและสามารถที่จะต่อไอซีทั้งสองเบอร์ร่วมกันบนสาย SDA และ SLC ได้ ตรงนี้เองที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถของบัสI^2Cผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มีความต่างกันในหน้าที่การทำงานบนสายสัญญาณเดียวกันได้

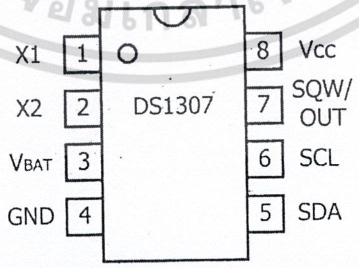
2.5 การใช้งานไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก (RTC)

แนะนำ DS1307 ไอซีสร้างมาตรฐานเวลาจริงหรือรีลไทม์คล็อก

ผู้ผลิตคือ ดัสลัสเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas semiconductor) มีหน้าที่สร้างฐานเวลาจริงให้แก่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดย DS1307 จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นค่าของเวลาที่ละเอียดถึงหลักวินาที,นาที,ชั่วโมง,วันที่(date) ,วันในสัปดาห์(day),เดือน และปี โดยสามารถปรับวันเดือนปีให้ตรงตามปฏิทินได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการกำหนดวันในปีอธิสุรทินด้วย คุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญมีดังนี้

- เป็นไอซีรีลไทม์คล็อกให้ข้อมูลตั้งแต่วินาทีจนถึงปี รวมถึงการกำหนดวันในปี อธิสุรทินด้วย สามารถให้ข้อมูลเวลาได้เวลาได้อย่างเที่ยงตรงถึงปีคริสตศักราช 2100
- มีหน่วยความจำ นอนโวลาไทล์แรม 56 ไบต์อยู่ภายใน สามารถใช้เก็บข้อมูลทั่วไป
- ใช้ในการเชื่อมแบบระบบบัส I^2C
- มีวงจรตรวจจับไฟเลี้ยงต่ำหรือหายไปอย่างอัตโนมัติ และสามารถรักษาข้อมูลเวลาไว้ได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงไอซี

รายละเอียดขาต่อใช้งานของ DS1307



ภาพที่ 2.16 การจัดขาของ DS1307ไอซีสร้างมาตรฐานเวลาจริง

ในภาพที่ 2.16 แสดงการจัดขาของ DS1307 แต่ละขามีหน้าที่และการใช้งานดังนี้

V_{cc},GND (ขา 8,4) ต่อกับไฟเลี้ยง +5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_{BAT} (ขา 3) ใช้ต่อกันกับแบตเตอรี่ 3V เพื่อรักษาการทำงานของวงจรสร้างฐานเวลาของ DS 1307 ชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสมคือแบตเตอรี่แบบลิเธียม ซึ่งมีความจุ 40mAhr หรือมากกว่า จะสามารถรักษาข้อมูลได้นาน 10 ปีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

SDA,SCL(ขา 5 และ 6) เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์บนระบบบัส I^2C

SQW OUT (ขา 7) 1Hz,4.096 kHz,8.192 kHz และ 32 kHz ในการใช้งานต้องต่อตัวต้านทาน 1k พูลอัปที่ขานี้ด้วย

X1,X2 (ขา 1 และ2) ใช้ต่อกับคริสตอลความถี่มาตราฐาน 32.768 kHz เพื่อใช้เป็นฐานเวลาในการสร้างค่าเวลาจริง ในการใช้งานต้องต่อคริสตอลเข้ากับขาทั้งสองนี้และที่แต่ละขาต้องต่อตัวเก็บประจุค่าต่ำๆประมาณ 15 pF คร่อมกับกราวด์ด้วย

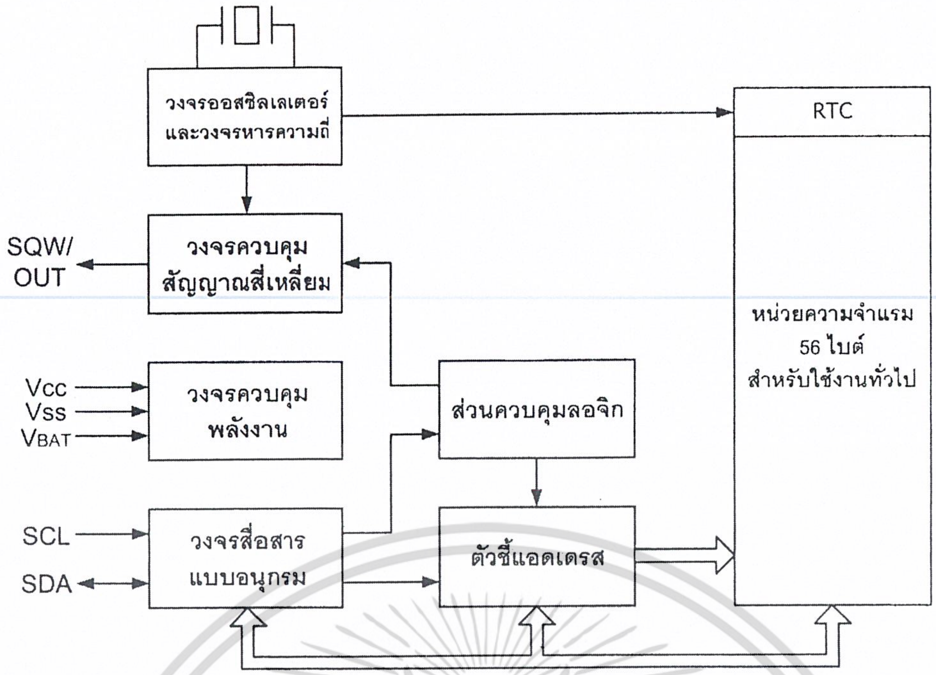
2.5.1 การทำงานของ DS 1307

ไอซี DS 1307 จัดการเชื่อมต่อในแบบบัส I^2C โดยจะทำงานเป็นอุปกรณ์สเลฟเสมอ ดังนั้นการติดต่อเพื่อใช้งานจึงต้องกำหนดรูปแบบตามที่กำหนดไว้ในการติดต่อแบบ I^2C (มีรายละเอียดเพิ่มเติมในการทดลองที่ 18) ในภาพที่ 2.17 แสดงส่วนประกอบหลักที่สำคัญและไดอะแกรมการทำงานของ DS 1307 วงจรออสซิเลเตอร์ถือ เป็นหัวใจหลักของไอซี เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างข้อมูลเวลาจริง ในขณะที่ DS 1307 ทำงานที่ขา SQW /OUT จะมีสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมส่งออกมาตลอดเวลา ในกรณีที่มีการอีนาเบิลวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่รีจิสเตอร์ควบคุมค่าความถี่ของสัญญาณนี้สามารถเลือกได้ 4 ค่าคือ 1Hz,4.096 kHz,8.192 kHz และ 32 kHz พร้อมกันนั้นก็จะมีการเก็บค่าของเวลาไว้ในหน่วยความทรงจำนอนโวลาไทล์แรม ซึ่งมีขนาดรวม 64 ไบต์ แต่จัดสรรให้ใช้เก็บข้อมูลเวลาไบต์ 8 ไบต์ และหน่วยความทรงจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปสำหรับผู้ใช้งานอีก 56 ไบต์

วงจรควบคุมพลังงานไฟฟ้าจะคอยตรวจสอบสภาวะของไฟเลี้ยงไอซี หากไฟเลี้ยงต่ำกว่า 1.25 xV_{BAT} ก็จะควบคุมให้ DS 1307 หยุดการทำงานรีเซตค่าตัวนับแอดเดรสภายใน ทำให้ไม่สามารถติดต่อกับ DS 1307 ได้ ดังนั้นในการใช้งาน DS 1307 ต้องระมัดระวังอย่าให้ไฟเลี้ยงตกต่ำกว่า 1.25 xV_{BAT}หรือประมาณ 3.75 V ในกรณีที่ใช้ V_{BAT} เท่ากับ 3 V ถ้าหากไฟเลี้ยงต่ำกว่า V_{BAT} ไอซี DS 1307 จะเข้าสู่โหมดสำรองข้อมูลกระแสต่ำทันที จะไม่มารส่งสัญญาณพัลส์ออกมาที่ ขา SQW/OUT แต่วงจรสร้างฐานเวลายังคงทำงานเพื่อให้ค่าของเวลาเดินไปอย่างไม่ผิดพลาด เมื่อมีไฟเลี้ยงปรากฏขึ้นอีกครั้ง DS 1307 ก็สามารถให้ค่าของเวลาที่เป็นจริงแก่ผู้ใช้งานต่อไป

วงจรสื่อสารอนุกรมภายใน DS 1307 ได้รับการกำหนดให้ทำงานตามรูปแบบของบัส I^2C เป็นช่องทางการสื่อสารระหว่าง DS 1307 กับอุปกรณ์มาสเตอร์ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงหน่วยความจำที่ใช้เก็บค่าเวลาและหน่วยความจำใช้งานทั่วไปได้โดยการเขียนข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดในระบบบัส I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ **2.17**โครสร้างภายในของไอซีรีลไทม์คล็อกเบอร์ DS 1307

2.5.2 การจัดสรรหน่วยความจำ

ในภาพที่2.18 (ก) แสดงการจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำภายใน DS 1307 พื้นที่ 7 ไบต์แรกตั้งแต่แอดเดรส 00H-06H เป็นพื้นที่องรีจิสเตอร์ค่าเวลาใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลา ไบต์ต่อมาที่แอดเดรส 07H เป็นพื้นที่ของรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของ DS 1307 ในรูปที่ P20-3 (ข) แสดงรายละเอียดของรีจิสเตอร์ค่าเวลาและรีจิสเตอร์ควบคุมของ DS 1307

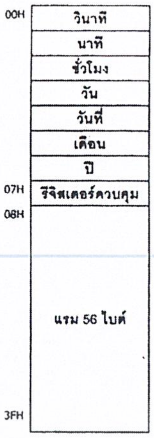
ด้วยการจัดสรรพื้นที่แบบนี้ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกข้อมูลออกมาได้ตามที่ต้องการโดยไม่จำเป็นต้องอ่านออกมาทั้งหมดก็ได้ ค่าของเวลาทั้งหมดจะอยู่ในรูปของเลขฐานสิบ สำหรับการแสดงเวลาในรูปของชั่วโมงสามารถเลือกได้ว่าต้องการแบบ 12 หรือ 24 ชั่วโมง โดยกำหนดที่บิต 6 ของแอดเดรส 02H และเมื่อเลือกแบบ 12 ชั่วโมง ที่บิต 5 ในแอดเดรส เดียวกันจะใช้ในการแสดงค่า AM/PM โดยถ้าบิตนี้เป็น "1" หมายถึง ค่าชั่วโมงในขณะนี้เป็นช่วงเวลาหลังเที่ยงวัน ในกรณีที่เป็นแบบ 24 ชั่วโมง บิตนี้จะใช้ในการแสดงค่า 2 ของหลักสิบหน่วยชั่วโมง

2.5.3 รีจิสเตอร์ควบคุม

มีแอดเดรสอยู่ที่ 07 H มีรายละเอียดของแต่ละบิตดังนี้

OUT(Output control) : ใช้ในการควบคุมระดับลอจิกที่ขา SQW OUT ในกรณีดิสเอเบิลการกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยม โดยถ้าบิตนี้เป็น "1" ที่ขา SQW OUT ก็จะเป็น"1" ถ้าบิตเป็น"0" ที่ขา SQW OUT ก็จะเป็น"0"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0	ค่าของข้อมูล
CH	ข้อมูลวินาที (หลักสิบ)			ข้อมูลวินาที (หลักหน่วย)				00-59
x	ข้อมูลนาที (หลักสิบ)			ข้อมูลนาที (หลักหน่วย)				00-59
x	12 ชั่วโมง / 24 ชั่วโมง	ชั่วโมง (หลักสิบ) / AM/PM	ข้อมูลชั่วโมง (หลักสิบ)	ข้อมูลชั่วโมง (หลักหน่วย)				01-12 00-23
x	x	x	x	x	ข้อมูลวันในสัปดาห์			1-7
x	x	ข้อมูลวันที่ (หลักสิบ)		ข้อมูลวันที่ (หลักหน่วย)				01-28/29 01-30 01-31
x	x	x	ข้อมูลเดือน (หลักสิบ)	ข้อมูลเดือน (หลักหน่วย)				01-12
ข้อมูลปี (หลักสิบ)				ข้อมูลปี (หลักหน่วย)				00-99
OUT	x	x	SQWE	x	x	RS1	RS0	

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.18 (ก) การจัดสรรหน่วยความจำแรมภายใน DS 1307
(ข)รายละเอียดของรีจิสเตอร์เก็บค่าเวลาและรีจิสเตอรควบคุมของ DS 1307

SQWE (Square Wave Enable) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลวงจรกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ขา SQW OUT ถ้าต้องให้มีสัญญาณสี่เหลี่ยมออกให้กำหนดบิตนี้เป็น “1”

RS1,RS0 (Rate Select) : ใช้ในการเลือกความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ออกจากขา SQW OUT ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

RS1	**RS0**	**ค่าความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยม**
0	0	1Hz
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32 kHz

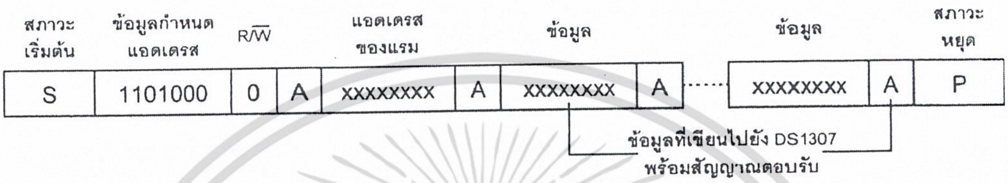
2.5.4 โหมดการทำงานของ DS 1307

มีด้วยกัน 2 โหมดเขียนข้อมูลและโหมดอ่านข้อมูล ในการใช้งาน DS 1307 ตามปกติจะใช้งานเฉพาะโหมดอ่านข้อมูลเท่านั้น เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับ DS 1307 เพื่ออ่านข้อมูลของเวลาไปใช้งาน โหมดการเขียนข้อมูลจะถูกใช้งานก็ต่อเมื่อต้องการตั้งค่าเวลาใหม่และต้องการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำใช้งานทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อเริ่มต้นติดต่อกับ DS 1307 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อนเพื่อกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านข้อมูล จากนั้นจึงเปลี่ยนโหมดการทำงานมาเป็นโหมดการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการเขียนข้อมูล

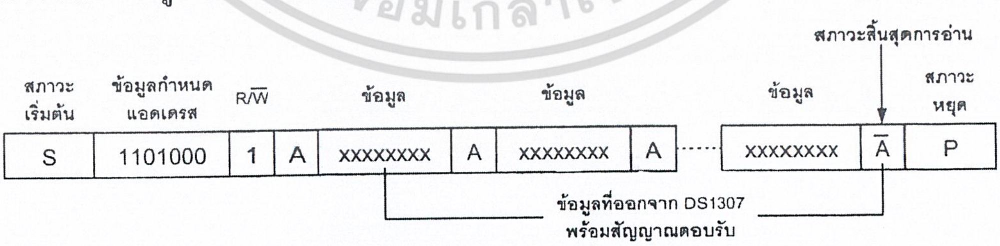
มีรูปแบบดังในภาพที่2.19เริ่มต้นเมื่อไมโครคอนโทรเลอร์ทำการกำหนดสภาวะเริ่มต้น (START;S) จากนั้นส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรส 1101000 ตามด้วยข้อมูลเลือกการเขียน นั่นคือ ค่า 0 จากนั้นรอการตอบรับจาก DS 1307 ขั้นตอนต่อมาคือ ส่งข้อมูลเพื่อเลือกแอดเดรสที่ต้องการเขียน จากนั้นรอการตอบรับจาก DS 1307 เมื่อมีการตอบรับมาเรียบร้อย ก็เริ่มทยอยเขียนข้อมูลลงไปครั้งละแอดเดรส จะต้องหยุดรอการตอบรับจาก DS 1307 ทุกครั้ง จึงสามารถเขียนข้อมูลต่อไปได้ เมื่อเขียนเรียบร้อยแล้วให้ส่งสภาวะ (STOP :P) เป็นอันสิ้นสุดกระบวนการเขียนข้อมูล



ภาพที่ 2.19 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการเขียนข้อมูล

โหมดการอ่านข้อมูล

มีรูปแบบแสดงในภาพที่ 2.20 เริ่มต้นการทำงานเหมือนกับโหมดการเขียนข้อมูลคือ ไมโครลคอนโทรลเลอร์กำหนดสภาวะเริ่มต้นแล้วส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสตามด้วยข้อมูลเลือกการอ่าน ซึ่งเท่ากับ 1 จากนั้นรอการตอบรับจาก DS 1307 เมื่อตอบรับเรียบร้อยแล้ว DS 1307 จะทยอยส่งข้อมูลออกมาให้ไมโครลคอนโทรลเลอร์คราวละ 1 แอดเดรสหรือ 1 ไบต์ โดยแอดเดรสที่เลือกอ่านข้อมูลจะต้องมีการกำหนดมาก่อนล่วงหน้าด้วยโหมดการเขียนข้อมูล วิธีง่ายๆคือ เข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อน เมื่อจังหวะที่ต้องเขียนข้อมูล ให้ทำการสร้างสภาวะเริ่มต้นและส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสใหม่อีกครั้ง ตามด้วยเลือกโหมดการอ่านข้อมูล ข้อมูลที่ออกมาจาก DS 1307 ก็เป็นข้อมูลจากแอดเดรสที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้



ภาพที่ 2.20 รูปแบบของข้อมูลสำหรับติดต่อกับ DS1307 ในโหมดการอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS- 51 กับหน่วยความจำอีอีพรอมอนุกรมเบอร์ 24SC16

หน่วยความจำอีอีพรอมอนุกรมเบอร์ 24SC16 เป็นหน่วยความจำแบบนอน-โวลาไลท์ (non – volatile) หมายความว่า สามารถเก็บรักษาข้อมูลได้โดยไม่ต้องจ่ายไฟเลี้ยงสามารถอ่านเขียนลบด้วยสัญญาณไฟฟ้า ใช้การเชื่อมต่อในลักษณะอนุกรมแบบระบบบัส I i^2c มีขนาดของหน่วยความจำเท่ากับ 2 กิโลไบต์สามารถต่อพ่วงกันได้สูงสุด 8 ตัว โดยการกำแอดเดรสทางฮาร์ดแวร์ ที่ขา A0-A2 ในรูปที่ E16-1 แสดงการจัดขา และข้อมูลกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำ EPPROM เบอร์ 24SC16 นี้

ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS-51 จะใช้ขาพอร์ตเพียง 2 ขาเช่นเดียวกับอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อแบบ i^2c ตัวอื่นๆ และสามารถต่อพ่วงกันได้บนสายสัญญาณคู่เดียวกัน ในการทดลองนี้จะแสดงให้เห็นถึงตัวอย่างการอ่านและเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำ EPPROM อนุกรมเบอร์นี้ โดยใช้โปรแกรม Hyper Terminal แสดงสถานะการทำงาน

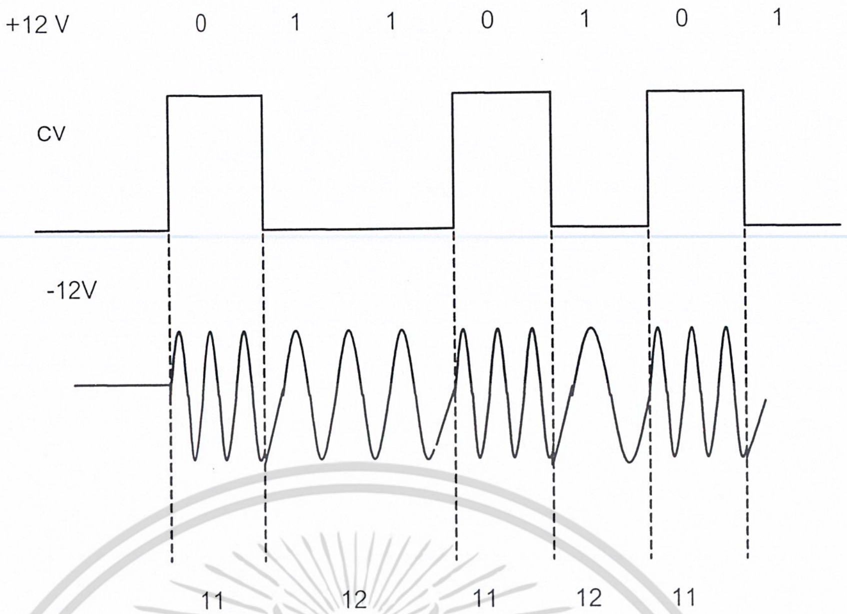
2.7 โมเด็ม (MODEM)

สาเหตุที่นำสัญญาณดิจิตอลส่งเข้าสู่เครือข่ายสื่อสาร โทรศัพท์โดยตรง ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลในระยะที่ไกลมากๆจะทำให้สัญญาณเกิดเสียรูปทรง จึงแก้ปัญหาโดยการส่งข้อมูลไปตามสายส่งในแบบอนาลอกแทน จึงจำเป็นต้องทำการเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมโดยการนำไปฝากกับสัญญาณพาหะ กระบวนการที่นำสัญญาณที่จะส่ง(Digital Signal) แฝงเข้าไปในสัญญาณพาหะ เรียกว่า โมดูเลท (Modulate) และเมื่อส่งไปตามสายส่งจนถึงผู้รับแล้วที่ผู้รับจะมีขบวนการในการที่แยกสัญญาณดิจิตอล ออกจากสัญญาณพาหะ ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า ดีโมดูเลท (Demodulate)

2.7.1 มาตรฐานการผสมสัญญานของโมเด็ม การโมดูเลทแบ่งได้ 3 วิธี

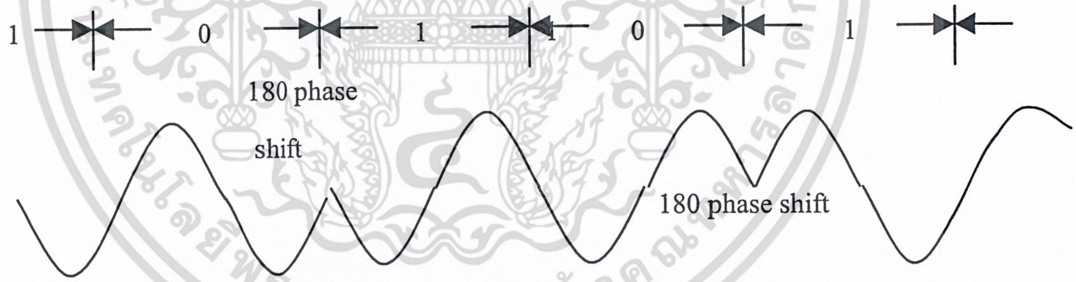
1. Frequency Shift Keying (FSK) เป็นระบบเก่าใช้โมเด็มความเร็วต่ำ โดยแทน 0และ1ด้วยความถี่ต่างกัน โดยผู้ส่งจะใช้ความถี่ 2 ความถี่ แทน 0 และ 1 ทางด้านส่ง และผู้รับจะใช้ความถี่ 2 ความถี่ แทน 0และ 1ทางด้านรับ เช่นกัน รวมใช้ความถี่ 4 ความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.21 การผสมสัญญาณแบบ FSK

2. Phase Shift Keying (PSK) ใช้หลักการแทนข้อมูล 0 และ1 ด้วยการเปลี่ยนแปลงมุมของช่วงส่งสัญญาณในสายส่ง (Phase)



ภาพที่ 2.22 การผสมสัญญาณแบบ PSK

3. Quadrature Amplitude Modulation (QAM) ใช้กับโมเด็มความเร็วสูง นิยมใช้กันเป็นการผสมสัญญาณที่ใช้ทั้งการเปลี่ยน Phase และขนาดสัญญาณควบคู่กันไป

โมเด็มจำเป็นต้องมีมาตรฐานเพื่อให้ผู้ผลิตแต่ละบริษัทผลิตโมเด็มออกมาใช้รับส่งข้อมูลระหว่างกันได้ จึงทำให้เกิดมาตราฐานการส่งข้อมูลขึ้นเป็นไปตามองค์การมาตรฐานสื่อสารสากล หรือ CCITT ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับ ความเร็วในการส่งข้อมูล ความถี่ที่ใช้และเทคนิคการส่งสัญญาณในสายส่งโดยมีชื่อเหล่านี้ว่า V-Series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 มาตรฐานของโมเด็มตามCCITT V-Series

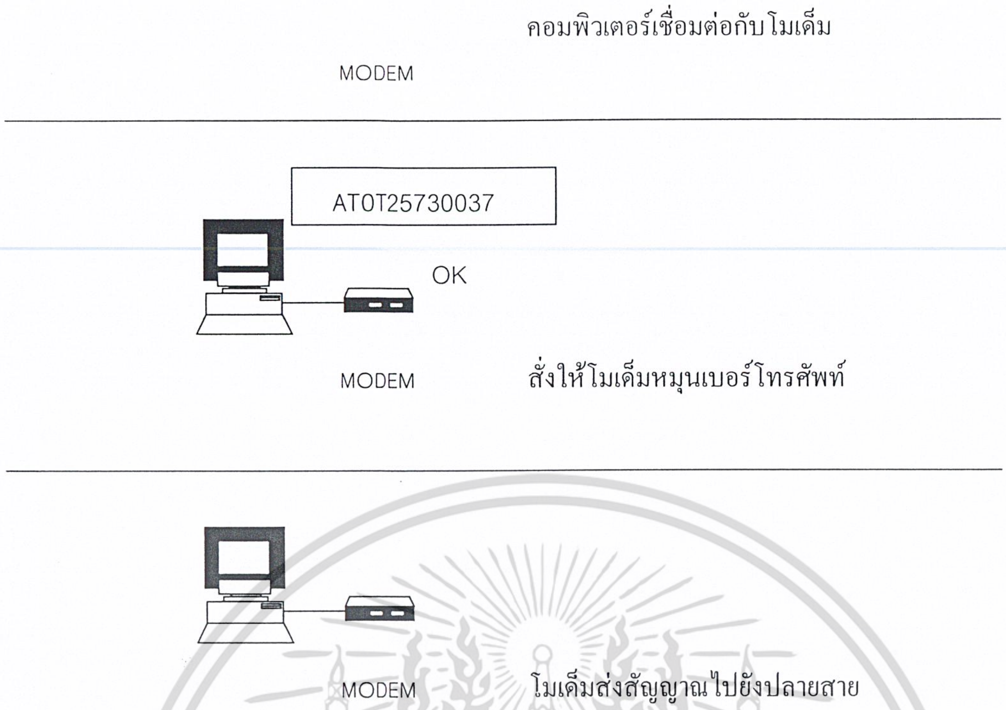
มาตรฐานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้เป็นไปตามที่องค์การมาตรฐานสื่อสารสากลหรือ CCITT เป็นผู้กำหนดขึ้น โดยมีชื่อเรียกแต่ละมาตรฐานของโมเด็มขึ้นต้นด้วยอักษร "V" และตามด้วยตัวเลข เราจึงเรียกมาตรฐานเหล่านี้ที่ชื่อหนึ่งว่า V-Series นอกมาตรฐานของโมเด็มแล้ว CCITT ยังกำหนดมาตรฐานสื่อสารอื่นๆอีก เช่น มาตรฐานของการสื่อสารผ่านดาวเทียม มาตรฐานของโทรสาร (Facsimile) มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลต่างๆทั้งในแบบดิจิตอลและอะนาลอก รวมถึงมาตรฐานเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์อีกด้วย มาตรฐานที่ CCITT เป็นผู้กำหนดได้รับการยอมรับกันทั่วโลก การติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศจึงดำเนินไปได้อย่างมีปัญหา เนื่องจากทุกๆคนต่างก็ทำตามมาตรฐานเดียวกัน

2.7.3 มาตรฐานคำสั่งโมเด็ม

ปกติโมเด็มจะติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทำหน้าที่รับส่งข้อมูลแล้ว ดังนั้นขณะที่โมเด็มยังไม่ได้ติดต่อปลายทางเพื่อส่งข้อมูล คอมพิวเตอร์สามารถส่งคำสั่งต่างๆให้โมเด็มได้โดยไม่รบกวนการส่งข้อมูลแต่อย่างใด ในขั้นแรกเมื่อเปิดสวิตช์ให้โมเด็มทำงาน สัญญาณที่โมเด็มได้รับการส่งข้อมูลผ่านสายส่ง สัญญาณต่างๆที่คอมพิวเตอร์ส่งโมเด็ม จะถือว่าเป็นข้อมูลทั้งหมดจนกระทั่งหยุดส่งข้อมูลโดยการเลิกการติดต่อกับปลายทาง หรือวางสายโทรศัพท์นั่นเอง โมเด็มก็กลับมาอยู่ใน ช่วงรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์อีกครั้ง

คำสั่งโมเด็มจะควบคุมการทำงานที่จำเป็นทั้งหมดของโมเด็ม เช่น ตอบรับสัญญาณโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา เลือกใช้ทำงานแบบ Echo on หรือ Echo off ต่อเข้าสายโทรศัพท์หรือวางสายโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา เลือกให้ทำงานในแบบ Echo off ต่อเข้าสายโทรศัพท์หรือวางสายโทรศัพท์รีเซตโมเด็มสั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์ตามเบอร์ที่กำหนดปรับพารามิเตอร์ต่างๆของโมเด็ม ซึ่งถ้าหากไม่ใช้คำสั่งโมเด็มแล้ว ผู้ใช้จะต้องกำหนดตัวแปรเหล่านั้น ด้วยวิธีการผลักสวิตช์บนโมเด็ม การใช้คำสั่งจึงสะดวกและง่ายต่อการใช้งานมาก ข้อดีอีกอันหนึ่งของการใช้คอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งให้โมเด็มก็คือ ซอฟแวร์ติดต่อสื่อสาร สามารถปรับตัวแปรต่างๆของโมเด็มให้เป็นไปอย่างที่ต้องการ โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องรู้รายละเอียดใดๆเลย โปรแกรมจะจัดการให้เสร็จและติดต่อส่งข้อมูลได้ทันที่โปรแกรมคนละโปรแกรมก็จะปรับโมเด็มให้ทำงานต่างกันได้โดยไม่ต้องแก้ไขส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ของโมเด็มเลย การใช้งานโมเด็ม จึงมีความคล่องตัวมากกว่าการใช้สวิตซ์เลือกแบบเก่าซึ่งถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอะไรเราก็ต้องปรับสวิตซ์กันที่หนึ่งทุกครั้งไป และอาจเกิดความผิดพลาดได้ง่ายกว่าการใช้คำสั่งงานโมเด็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.23 คอมพิวเตอร์สั่งงานให้โมเด็มใช้ AT command

ภายในตัวโมเด็มจะมีหน่วยความจำพิเศษสำหรับเก็บตัวแปรในการเก็บการทำงานแทนที่สวิตซ์แบบเก่าหน่วยความจำนี้ยังเก็บค่าต่างๆเอาไว้ได้ แม้ว่าจะปิดโมเด็มหรือดึงปลั๊กโมเด็มออกก็ตาม โมเด็มที่ใช้คำสั่ง Hayes เรียกหน่วยความจำส่วนนี้ว่า S-Register เอาไว้ใช้เก็บพารามิเตอร์ในการทำงานของโมเด็ม เช่น จำนวนครั้งที่จะตอบรับสัญญาณเรียกเข้า ช่วงเวลาสำหรับรอก่อนหมุนโทรศัพท์ ดังรูป

ซอฟต์แวร์ที่ใช้สื่อสารสามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรเหล่านี้ชั่วคราว หรือเปลี่ยนถาวรไปเลยก็ได้ โดยใช้คำสั่งเก็บค่าตัวแปรเอาไว้ หน่วยความจำพิเศษนี้ ใช้แบตเตอรี่เล็กๆคอยจ่ายไฟให้เวลาที่เราปิดโมเด็ม เพื่อป้องกันค่าต่างๆหายไปจากหน่วยความจำ ดังนั้น เมื่อใช้โมเด็มนานๆแบตเตอรี่ดังกล่าวจะหมดลง อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนอันใหม่ให้ ไม่เช่นนั้นการทำงานของโมเด็มอาจผิดพลาดได้เนื่องจากค่าของตัวแปร หน่วยความจำหายไป โมเด็มบางชนิดเก็บค่าตัวแปรใน หน่วยความจำแบบที่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ ภายในให้และโมเด็มบางแบบก็ไม่ยอมให้เปลี่ยนค่าตัวแปรเหล่านี้อย่างถาวรโดยเก็บค่าต่างๆเอาไว้ใน ROM การเปลี่ยนค่าตัวแปรจะเป็นไปชั่วคราวเท่านั้น เมื่อปิดโมเด็มใหม่ ค่าต่างๆจะกลับเหมือนเดิมตามที่ผู้ผลิตกำหนดเอาไว้ใน ROM ของโมเด็มนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smartmodem S – Register Set

Register	Description	Units	Rang	Default
S0	Select ring of answer on	Rings	0 – 256	0
S1	Ring count (incremented with each ring)	Ring	0 – 256	0
S2	Escape – sequence character	ASCLL	0 – 127	43(+)
S3	camage – Return character	ASCLL	0- 127	13
S4	line feed character	ASCLL	0- 127	13
S5	Backspace character	ASCLL	0- 127	13
S6	Wait – time before Blind dialing	secounds	2 – 255	2
S7	Wait – time character/dail tone	secounds	1 - 255	30
S8	Length of pause for comma in number	secounds	0 – 255	2
S9	Carrier – detect response time	.1 second	1 – 255	6
S10	Delay between carrier loss/hangup	.2 second	1 – 255	7/14
S11	Duration/spacing of DTMF tones	second	50 – 255	70/195
S12	Escape sequence guard time	0.02second	20 – 255	50
S16	**Test mode**			
S 18	Select test time	secounds	0 - 255	0
S25	Data terminal ready change detect time	.01second	0 – 255	5
S26	Select RTS to CTS delay	.01secound	0 – 255	1

ภาพที่ 2.24 ตารางแสดง S-Register ของ Hayes

2.7.4 มาตรฐานคำสั่งโมเด็มของ Hayes

Hayes Command เป็นคำสั่งที่ใช้งานโมเด็ม มีอีกชื่อหนึ่งเรียกกันว่า AT Command เพราะคำสั่งทุกครั้งขึ้นต้นด้วยอักษร AT เสมอ เมื่อจบคำสั่งให้ปิดท้ายด้วย CR (Carriage Return) หรือกดปุ่ม Enter

โมเด็มจะรับคำสั่งนั้นไปทำงานทันที และตอบว่า OK กลับมา คำสั่งเรียงตัวอักษร A ถึง Z จะมีดังนี้คือ

A Manual answer คำสั่งในการตอบรับการเรียนเข้ามาใช้ในกรณีที่ไม่ได้เป็นการตอบรับอัตโนมัติ

D Dial (หมุนเบอร์โทรศัพท์)

เป็นคำสั่งในการหมุนโทรศัพท์ คำสั่ง ATDn ใช้ในการหมุนเบอร์โทรศัพท์ (n แทนหมายเลขโทรศัพท์) การเว้นวรรค เครื่องหมายไฮโฟน (-) และวงเล็บ สามารถใช้เพื่อให้ดูเป็นระเบียบได้ เพราะว่าโมเด็มจะไม่จะไม่สนใจในเครื่องหมายเหล่านี้ ถ้าไม่บ่งบอกว่า เป็นสัญลักษณ์ระบบโทนหรือพัลส์จะถือว่าเป็นระบบโทน และอักษรที่ใช้ร่วมกับคำสั่ง D นี้อีกมาก ดังที่จะพบต่อไป

T และ P หมายถึงระบบโทนหรือพัลซ์

H Hang up (วางหูโทรศัพท์)

คำสั่งนี้จะทำการวางหูโทรศัพท์

ATH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มีไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L ตั้งเสียงของลำโพง

ใช้คำสั่ง L ในการกำหนดเสียงของลำโพง

L เสียงค่อยมาก

L1 เสียงค่อย

L2 เสียงดังปานกลาง

L3 เสียงดังมาก

M ปิด-เปิด เสียง

คำสั่ง M ในการเปิดหรือปิดเสียง

M ปิดเสียงตลอดเวลา

M1 เปิดเสียงจนกระทั่งมีสัญญาณพาห์

M2 เปิดเสียงตลอดเวลา

M3 ปิดเสียงขณะที่มีสัญญาณพาห์แล้วระหว่างการหมุนโทรศัพท์

^M Carriage return

^M หมายถึง การขึ้นบรรทัดใหม่ที่ใช้เมื่อจบคำสั่งในแต่ละบรรทัด

Q ให้รหัสผลลัพธ์ (result code) ทำงานหรือหยุดทำงาน ใช้คำสั่งผลลัพธ์ที่โมเด็มจะแสดงออกมาให้เห็นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ทำงานหรือไม่ทำงาน เช่น CONNECT ,BUSY ,RING และอื่นๆ Q1 จะทำให้โมเด็มไม่แสดงค่าเหล่านี้ออกมา แต่ Q0 จะเป็นการยอมให้มีการแสดงค่าเหล่านี้ ปกติเริ่มต้นจะเป็นQ0

&F เรียกคำสั่งดั้งเดิมขึ้นมาใช้

&V เป็นการดูค่าต่างๆเกี่ยวกับการใช้งานโมเด็มที่มีการตั้งค่าเอาไว้ (ซึ่งเก็บโดยการใช้คำสั่ง&W) รวมทั้งเลขหมายโทรศัพท์ที่เก็บไว้ด้วย

%W Write Configuration (ใช้เก็บคำต่างๆของโมเด็ม) การใส่ &W ไว้ที่ท้ายคำสั่งของบรรทัด จะเป็นการจัดเก็บค่าซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมยกเว้นเลขหมายโทรศัพท์ เอาไว้

%C ให้มีการบีบอัดข้อมูลใน n ทำงานหรือไม่ทำงาน จะใช้คำสั่งนี้ก็ต่อเมื่อมีการใช้การบีบขนาดข้อมูลใน MNP-5 บริการออนไลน์บางแห่งอาจจะให้คุณทำการดิสเอเบิล MNP-5 เพื่อให้การส่ง ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นรูปแบบการใช้งาน คือ

AT%Cn

เมื่อ n เป็น 0 การบีบอัดข้อมูลใน MNP-5 จะถูกทำให้หยุดทำงานเมื่อ n เป็น 1 จะเป็นการทำงาน S รีจิสเตอร์ (Register) โมเด็มที่เป็นเฮย์สคอมแพททิเบิลต่างๆที่เกี่ยวกับโมเด็มไว้ในหน่วยความจำที่ชื่อS รีจิสเตอร์ โดยรีจิสเตอร์เหล่านี้จะแบ่ง S0, S1,S2 และเรียงต่อไปเรื่อยๆ จำนวนของ S รีจิสเตอร์ จะขึ้นอยู่กับแต่ละโมเด็ม แต่โมเด็มส่วนใหญ่จะมี 30 หรือมากกว่านี้ สิ่งที่เก็บไว้ใน S รีจิสเตอร์บางตัวคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S0 จะกำหนดการตอบรับของโมเด็ม ถ้าค่า S0 เป็น 0 จะดิสเอเบิลการตอบรับอัตโนมัติ ส่วนค่าอื่นๆที่ไม่ใช่ 0 จะเป็นการกำหนดจำนวนครั้งของกระดิ่งโทรศัพท์ที่ดังก่อนที่โมเด็มจะตอบรับ

S1 นับจำนวนครั้งของกระดิ่งโทรศัพท์ (ในโหมดการตอบรับอัตโนมัติ)

S2 เก็บค่ารหัสแอสกี (ASC II) ของอักษรEscape Sequence โดยค่าเริ่มต้นที่ตั้งมาจากโรงงานคือ 43 ตรงกับรหัสแอสกีของเครื่องหมาย +

S3 เก็บค่ารหัสแอสกี ขึ้นบรรทัดใหม่ โดยค่าเริ่มต้นที่มาจากโรงงานคือ 13

S6 แสดงจำนวนเวลาที่รอก่อนจะหมุนโทรศัพท์เป็นวินาที จุดประสงค์ที่ต้องการมีการรอสัญญาณโทรศัพท์ (สัญญาณสายว่าง) ค่าเริ่มต้นที่มาจากโรงงานคือ 2 วินาที

S7 แสดงจำนวนเวลาเป็นวินาทีที่รอเพื่อติดต่อกับปลายทาง ถ้าหากค่านี้เท่ากับ 30 วินาที โมเด็มจะทำการรอเป็นเวลา 30 วินาทีเพื่อที่จะให้มีการติดต่อเป็นผลสำเร็จ

S8 แสดงจำนวนเวลาเป็นวินาทีที่จะหยุดสำหรับคอมม่าแต่ละอัน (,) ที่คุณใส่ไว้ในการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ค่าเริ่มต้นที่มีเป็น 2 วินาที

การอ่านค่า S รีจิสเตอร์ ใช้ดูรายละเอียดใน S รีจิสเตอร์ โดยใช้คำสั่ง

AT Sn?

n คือตำแหน่งของ S รีจิสเตอร์ ที่คุณต้องการทราบ โดยปกติโมเด็มจะแสดงให้เก็บเป็นตัวเลข 3 ตัว และจะมีคำว่า " OK " ตามมาในบรรทัดต่อไปด้วย ดังตัวอย่างในการใช้คำสั่งเพื่อดูรายละเอียดในรีจิสเตอร์ S3 ต่อไปนี้

ATS3?

โมเด็มจะตอบสนองดังนี้

013

OK

การเขียนลงใน S รีจิสเตอร์ใช้ในการเขียนค่าลงใน S รีจิสเตอร์โดยคำสั่งดังนี้

ATSn = value

โดย n คือตำแหน่งของรีจิสเตอร์ที่คุณต้องการเขียนและ Value คือค่าที่คุณต้องการใส่ในรีจิสเตอร์ ตัวอย่าง ในการเขียนค่า 3 ลงในรีจิสเตอร์ S0

ATS0=3

โมเด็มจะตอบสนองดังนี้

OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างรูปแบบคำสั่งที่ใช้งาน

ATA เป็นคำสั่งให้โมเด็มตอบรับสัญญาณโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา เมื่อโมเด็มทำคำสั่งนี้ การติด ต่อระหว่างปลายทางทั้งสองจะเริ่มขึ้น และโมเด็มจะอยู่ในช่วงรับส่งข้อมูลไม่รับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ จนกว่าจะเลิกการติดต่อกับปลายทางเสียก่อนตัวอย่าง การใช้งาน เช่น ATDT 23456789 ตามด้วย Return หรือ Enter เป็นตัวจบคำสั่ง

ATH เป็นคำสั่งให้โมเด็มวางสายโทรศัพท์ หรือ ปลดตัวออกจากสายโทรศัพท์และวางหูนั่นเอง ส่วนมากคำสั่งจะใช้เมื่อเลิกติดต่อกับปลายทางโดยสั่ง ATH เพื่อวางหูหลังจากส่งข้อมูลแล้ว ก่อนใช้คำสั่งนี้เราต้องสั่งให้โมเด็มกลับมาอยู่ในสภาวะรับคำสั่งเสียก่อน ซึ่งทำได้โดยเครื่องหมาย + 3 ตัวไปให้โมเด็ม แต่ระยะห่างกันประมาณครึ่งวินาที โมเด็มจะถือว่าจบการส่งข้อมูล และรอรับ คำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อไป

ATL ใช้คำสั่งควบคุมการทำงานของลำโพงภายในตัวโมเด็ม ซึ่งปรับความดังได้ 3 ระดับ นี้ คือ ATL0 และ ATL1 เป็นคำสั่งรับความดังให้น้อยที่สุด ATL2 จะเป็นระดับความดัง ปานกลาง ATL3 สำหรับความดังของลำโพงมากที่สุด แต่โมเด็มบางแบบจะใช้ ปุ่มหมุนปรับ ความดังของลำโพงภายในแทนก็ได้ ปกติเราก็ไม่ค่อยใช้คำสั่งนี้มากนัก

ATM ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของลำโพงภายในโมเด็ม เช่น ATM0 จะสั่งไม่ให้โพงภายในโมเด็มทำงานคือ เงียบตลอดเวลา ATM1 จะให้ลำโพงมีเสียงเฉพาะตอนที่ยังต่อกับปลายทางไม่ได้เท่านั้น เพื่อให้เราฟังเสียงโทรศัพท์ และสัญญาณตอบรับว่าไม่มีอะไรผิดปกติหรือเปล่า ATM2 จะสั่งให้ลำโพงมีเสียงตลอดเวลาแม้ว่าต่อกับปลายทางได้แล้วก็ตาม

ATO เป็นคำสั่งให้โมเด็มอยู่ในโหมด Online คือเปลี่ยนจากการรับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์มาเป็นการรับข้อมูลผ่านการรับข้อมูลผ่านสายส่ง เหมือนกับการกดปุ่ม DATA บนตัวโมเด็มนั่นเอง

ATS ใช้สำหรับการเปลี่ยนแปลง S-Register ซึ่งเป็นที่เก็บพารามิเตอร์ในการทำงานต่าง ๆ ของ Hayes เช่น S0 ใช้เก็บจำนวนครั้งของสัญญาณเรียกเข้า ก่อนที่โมเด็มจะทำการรับโทรศัพท์ ถ้าเราต้องการให้โมเด็มรับโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาโดยมีสัญญาณเรียกดัง 4 ครั้ง ก็สั่ง ATSO = 4 เป็นต้น S- Register ของ Hayes แสดงในตารางประกอบว่าตัวไหนมีหน้าที่ทำอะไร นอกจากนี้คำสั่ง ATS ยังใช้เรียกดูค่าของ S- register ได้อีกด้วยว่าค่าที่ เก็บอยู่ในปัจจุบันเป็นเท่าไร โดยใช้คำสั่ง เช่น ATS0?

ATX เป็นคำสั่งโมเด็มแสดงผลลัพธ์ในการหมุนโทรศัพท์แบบต่าง ๆ เช่น ATX0 และ ATX1 จะเป็นคำสั่งของโมเด็มไม่ตรวจสอบ Dial Tone ก่อนหมุนโทรศัพท์ และไม่รับรู้สัญญาณที่ตอบกลับมาว่าปลายทางไม่ว่าง ATX2 จะให้โมเด็มตรวจสอบก่อนว่าสายโทรศัพท์มี Dial Tone ก่อนทำการหมุนโทรศัพท์ แต่ไม่รับรู้สัญญาณปลายทางไม่ว่าง เหมือนเดิม ถ้าหากโมเด็มไม่ได้รับ Dial Tone จากชุมสายใน 5 นาที โมเด็มจะตอบกลับไปยังคอมพิวเตอร์ว่า “No Dial Tone”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ATX3 จะให้โมเด็มรับรู้สัญญาณปลายทางไม่ว่าง ได้ และ ATX4 ซึ่งเป็นคำสั่งที่เราใช้ส่วนมาก จะให้โมเด็มตรวจสอบ Dial Tone ก่อนที่จะทำการหมุนโทรศัพท์ และรับรู้สัญญาณปลายทางไม่ว่าง ได้ด้วยคือเท่ากับ ATX2 รวมกับ ATX3 นั่นเอง

2.7.5 ภาวะคำสั่งและภาวะออนไลน์

โมเด็มจะอยู่ในภาวะใดภาวะหนึ่งคือ ภาวะคำสั่ง หรือภาวะออนไลน์ ขณะที่โมเด็มอยู่ในภาวะคำสั่งสามารถสั่งงานโมเด็มได้จากคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น คำสั่งที่สั่งให้โมเด็มทำการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ หรือตอบรับเมื่อกริ่งโทรศัพท์ดังโดยอัตโนมัติ คำสั่งจะถูกส่งให้กับโมเด็มไม่ใช่ถูกส่งออกไป

เมื่อการเชื่อมต่อเกิดขึ้นกับโมเด็มระยะไกล โมเด็มท้องถิ่นจะเข้าสู่ภาวะออนไลน์และจะไม่แปลงความหมายของข้อมูล ที่ถูกส่งให้กับโมเด็ม แต่จะส่งผ่านข้อมูลแทน ถ้าสัญญาณพาหะหายไป เช่น โมเด็มระยะไกลวางหูโทรศัพท์โมเด็มจะกลับสู่สภาวะคำสั่ง การออกจากภาวะออนไลน์โดยไม่ต้องตัดการเชื่อม ทำได้โดยรอคอยเป็นช่วงเวลา Guard time (ค่าปริยายคือ 1 วินาที) พิมพ์ Escape Command (ค่าปริยายคือ +++) และรอสัก 1 นาที ก่อนที่ข้อมูลจะถูกแปลงเป็นคำสั่ง

คำสั่งที่ส่งโดยคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มสามารถถูกส่งได้โดยซอฟแวร์การสื่อสารหรือพิมพ์เข้าไปจากแป้นพิมพ์ โดยเอาท์พุทของแป้นถูกเปลี่ยนทิศทางไปยังพอร์ตอนุกรม คำสั่งที่ถูกต้องส่งในภาวะคำสั่งควรถูกส่งด้วยเจ็ดบิตข้อมูล หนึ่งบิตพาริตี้หรือแปดบิตข้อมูล ไม่มีพาริตี้บิต ควรจะมีหนึ่งบิตจบ ถ้าไม่ได้สื่อสารด้วยอัตรา 110 bps ซึ่งที่อัตรานั้นควรใช้สองบิตจบ โมเด็มที่เข้ากับ Hayes สามารถตรวจสอบอัตราการส่งได้เองโดยอัตโนมัติ

2.7.6 รหัสผลลัพธ์

เมื่อโมเด็มได้รับคำสั่ง โมเด็มจะส่งผลลัพธ์ กลับมารหัสอาจอยู่ในรูปของข่าวสาร ข้อความหรือรหัสตัวเลข ถ้าคุณกำลังควบคุมโมเด็มผ่านทางซอฟต์แวร์ การใช้รหัสตัวเลขจะเหมาะสมกว่าถ้าคุณกำลังควบคุมจากแป้นพิมพ์ ข่าวสารข้อความก็น่าจะดี ชนิดของรหัสผลลัพธ์สามารถเลือกได้โดยการใช้คำสั่งหรือการตั้งค่าสวิทช์

สภาวะการตอบรับโทรศัพท์

โมเด็มสามารถถูกตั้งให้ตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ โดยสามารถกำหนดจำนวนครั้งของเสียงกริ่งก่อนที่โมเด็มจะตอบรับโดยการตั้งค่ารีจิสเตอร์ S0 เช่น ถ้าต้องการให้โมเด็มรับหลังจากเสียงกริ่งครั้งที่ห้า ให้พิมพ์ว่า

ATS0 = 5

ค่าโดยปริยายคือ S0 = 0 ซึ่งบอกโมเด็มไม่ให้ตอบรับ มีสวิตช์ซึ่งสามารถทำให้ค่าปริยายเป็น S0 = 1 ซึ่งหมายความว่า มันจะตอบรับเมื่อมีเสียงกริ่งหนึ่งครั้ง ถ้าไม่สั่งเป็นอย่างอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อโมเด็มตอบรับโทรศัพท์ มันจะส่งสัญญาณพาหะและรอคอยการตอบสนอง ถ้าไม่มีสัญญาณพาหะส่งกลับมาภายในช่วงเวลาที่ตั้งโดยรีจิสเตอร์ S7 มันจะวางสาย

การตรวจสอบอัตราบอดที่เข้ามาจะเป็นไปโดยอัตโนมัติ และโมเด็มจะส่งรหัสผลลัพธ์เพื่อบอกอัตราบอด คอมพิวเตอร์ของคุณต้องรู้จักรหัสผลลัพธ์นี้และปรับอัตราบอดของมันเพื่อจะสนองอัตราบอดที่เข้ามาแตกต่างกันโดยอัตโนมัติ

จะเห็นว่าคำสั่งตามมาตราฐานของ Hayes ใช้ง่ายและเข้าใจคำสั่งง่ายกว่ามาก เนื่องจากใช้ตัวอักษรสื่อความหมายได้ดีกว่า ทำให้จำคำสั่งได้ง่าย นอกจากนี้ผลลัพธ์ที่โมเด็มตอบกลับมายังคอมพิวเตอร์ตามแบบของ Hayes ยังเข้าใจได้ง่ายอีกด้วย เพราะว่าใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเต็ม ผู้ใช้อ่านแล้วเข้าใจทันที เช่น CONNECT, BUSY, NO DIAL TONE

รหัสตัวเลข	รหัสข้อความ	ความหมาย
0	OK	คำสั่งถูกนำไปปฏิบัติ
1	CONNECT	เชื่อมต่อที่ 0-300 bps*
2	RING	ตรวจพบสัญญาณกริ่ง
3	NO CARRIER	ไม่พบโมเด็มระยะไกล
4	ERROR	ความผิดพลาดในคำสั่ง
5	CONNECT 1200	เชื่อมต่อที่ 1200 bps*
6	NO DIALTONE	ไม่พบสัญญาณให้หมุนบนสายโทรศัพท์ท้องถิ่น
7	BUSY	สายไม่ว่าง
8	NO ANSWER	ไม่มีการตอบสนองจากโมเด็มระยะไกล
9	CONNECT 2400	เชื่อมต่อที่ 2400 bps*
*ในโมเด็ม 1200 bps ถ้า X0 (ค่าโดยปริยาย) ถูกเซต รหัสผลลัพธ์ 1 ถูกใช้สำหรับการเชื่อมต่อ 0-300bps และ 1200 bps เพื่อประกันความเข้ากันได้ กับซอฟแวร์ที่เขียนมาสำหรับโมเด็ม 300bps		

ภาพที่ 2.25 รหัสคำสั่งของโมเด็ม Hayes

2.8 พอร์ตอนุกรม (SERIAL PORT)

เนื่องจากในปัจจุบันมีการใช้งานตามมาตราฐานการเชื่อมต่อแบบ RS – 232 กันอย่างแพร่หลายเป็นมาตราฐานที่กำหนดขึ้นโดย EIA ซึ่งเป็นองค์กร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา โดยการแบ่งการเชื่อมต่อ เป็น 2 ลักษณะ คือ DTE (DATA TERMINAL EQUIPMENT) และ DCE (DATA COMMUNICATION EQUIPMENT) ซึ่งโดยปกติ DTE จะต่อเข้ากับ DCE เสมอ เช่น การต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ (อุปกรณ์ DTE) เข้ากับอุปกรณ์โมเด็ม (อุปกรณ์ DCE) เป็นต้น

พอร์ตอนุกรม RS – 232 เป็นพอร์ตของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขาต่อ (CONNECTOR) ทั้งประเภท 9 และ 25 ขา ซึ่งเรียกว่าพอร์ต COM1 และพอร์ต COM2 นั่นเองโดยความเป็นจริงพอร์ตอนุกรมไม่ถูกควบคุมโดยตรงจาก CPU บนเมนบอร์ด แต่การสื่อสารทั้งหมดถูกควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยชิฟ UART (UNIVERSAL ASYNCRONOUS RECEIVER/TRANSMITTER) อีกทีหนึ่ง ซึ่งปัจจุบันเบอร์ที่ใช้กันมากที่สุด คือ 16550C เป็นเวอร์ชั่นที่ได้รับการแก้ไขข้อผิดพลาดแล้วซึ่งชิฟ UART จะทำการรับและส่งข้อมูลดังต่อไปนี้

2.8.1 การส่งข้อมูลและการรับข้อมูล

การส่งข้อมูล

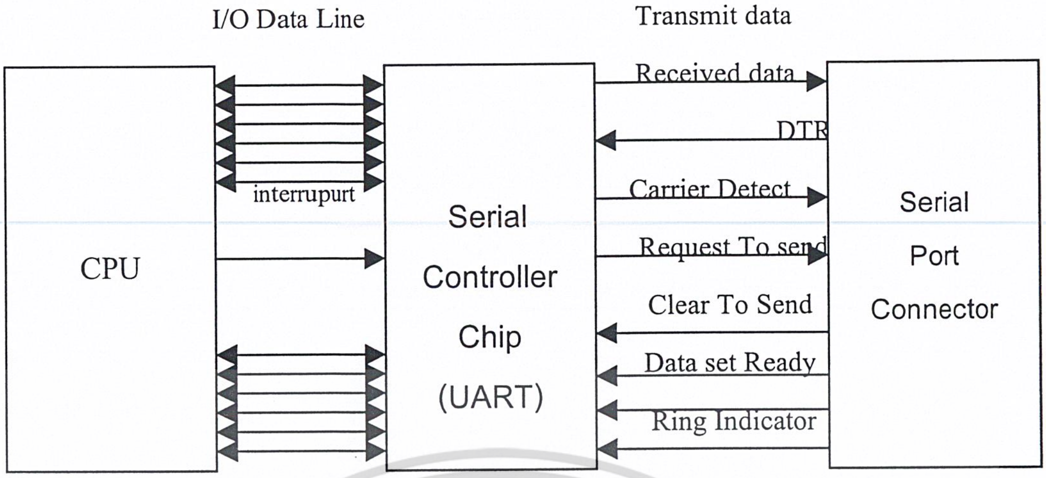
- รับตัวอักษรจากเครื่องคอมพิวเตอร์
- แปลงตัวอักษรให้เป็นสายข้อมูลแบบบิต(เราเรียกว่าขบวนการ SERLIZATION)
- การสร้างเฟรมข้อมูล โดยการเพิ่มบิตที่จำเป็นสำหรับการสื่อสารและการตรวจสอบ เช่น บิต START, STOP และ PARITY เป็นต้น
- ส่งผ่านเฟรมข้อมูลที่สร้างขึ้นมาแล้วจากขั้นตอนที่ผ่านมาด้วยความเร็วโมเด็มหรือพอร์ตอนุกรม (BAUD RATE)
- แสดงสถานะความพร้อมที่จะรับข้อมูลตัวอักษรถัดไปให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

การรับข้อมูล

- รับตัวอักษรจากอินเทอร์เฟซ
- ตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมข้อมูลตามมาตราฐานเฟรมที่กำหนด โดยถ้าหากเฟรมข้อมูลมีรูปแบบที่ไม่ถูกต้องจะมีการแจ้งข้อผิดพลาดทันที
- ตรวจสอบความถูต้องของพาริตี้
- แปลงสายข้อมูลแบบบิตให้เป็นตัวอักษร
- ส่งตัวอักษรให้เครื่องคอมพิวเตอร์
- แสดงสถานะความพร้อมที่จะรับข้อมูลถัดไปให้กับอินเทอร์เฟซ

สำหรับการเชื่อมต่อสายสัญญาณต่างๆ ระหว่าง CPU ของเมนบอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์กับพอร์ตอนุกรมนั้น จะต้องกระทำผ่านชิฟ UART ซึ่งจะมีการเชื่อมต่อดังรูปที่ 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.26 แสดงการเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่าง CPU ของเครื่องคอมพิวเตอร์กับพอร์ตอนุกรม

จากภาพที่ 2.25 จะเห็นว่าการเชื่อมต่อระหว่าง UART กับพอร์ตอนุกรมนั้น มีสายสัญญาณมากมายที่ช่วยให้การสื่อสายมีความถูกต้องมากขึ้น โดยสายสัญญาณแต่ละเส้นมีความหมายดังต่อไปนี้

- TRANSMITTED DATA (TD)

เป็นวงจรที่สร้างสัญญาณ TRANSMITTED DATA ซึ่งถูกส่งจาก DTE ไป ถึง DCE ซึ่งสัญญาณที่ส่งออกมาจะเป็นโค้ดคำสั่งของโมเด็มหรือข้อมูลก็ ได้

- RECEIVED DATA (RD)

เป็นวงจรที่สร้างสัญญาณ RECEIVED DATA ที่ส่งมาจาก DCE ไปยัง DTE ซึ่งสัญญาณที่ส่งออกมาจะเป็นโค้ดคำสั่งของโมเด็มหรือข้อมูลก็ได้ ซึ่งสัญญาณมีทิศทางการส่งตรงข้ามกับสัญญาณ TRANSMITTED DATA

- DATA TERMINAL READY

สัญญาณ DTR จะถูกส่งจาก DTE ไปยัง DCE เพื่อเป็นการแจ้งความพร้อมในการสื่อสารให้โมเด็มทราบ โดยถ้าหากโมเด็ม (อุปกรณ์ DCE) มีความสามารถในการตอบรับอัตโนมัติ (AUTOMATICALLY ANS) โมเด็มก็จะสามารถตอบรับได้เฉพาะสัญญาณ DTR อยู่ในสภาวะ ON เท่านั้น

- CARRIER DETECT (DC)

สัญญาณ CD จะถูกส่งจาก DCE ไปยัง DTE เพื่อเป็นการแจ้งว่าโมเด็มอยู่ในสถานะกำลังติดต่อกับโมเด็มตัวอื่น หรือโมเด็มกำลังได้รับสัญญาณที่พร้อมสำหรับการติดต่อสื่อสาร สำหรับสัญญาณ CARRIER DETECT สามารถเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า RECEIVED LINE SIGNAL DETECTOR

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- REQUEST TO SEND (RTS)

สภาวะ ON ก็หมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมที่จะรับข้อมูลจากโมเด็ม และในทางกลับกันถ้าหากสัญญาณ RTS อยู่ในสภาวะ OFF ก็หมายถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่พร้อมที่จะรับสัญญาณจากโมเด็ม

- CLEAR TO SEND (CTS)

สัญญาณ CTS จะถูกส่งจาก DCE ไปยัง DTE ซึ่งเป็นสัญญาณที่ทำหน้าที่ตรงกันข้ามกับสัญญาณ RTS เมื่อสัญญาณ CTS อยู่ในสถานะ ON ก็หมายถึงโมเด็มพร้อมที่จะรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์และในทางกลับกันเมื่อสัญญาณ CTSอยู่ในสถานะOFF ก็หมายถึงโมเด็มไม่พร้อมที่จะรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์

- DATA SET READY (DSR)

เมื่อสัญญาณ DSR จะถูกส่งจาก DCE ไปยัง DTE เพื่อเป็นการแจ้งความพร้อมในการสื่อสารจากโมเด็มให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทราบ โดยสัญญาณ DSR จะอยู่ในสถานะ ON ก็ต่อเมื่อโมเด็มได้รับสัญญาณ DSR เท่านั้น

- RING INDICATOR (RI)

สัญญาณ RI จะถูกส่งจาก DCE ไปยัง DTE เพื่อเป็นการแจ้งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทราบว่าโมเด็มกำลังได้รับสัญญาณกระดิ่ง (RING SIGNAL) จากโมเด็มตัวอื่นโดยสัญญาณ RI จะอยู่ในสภาวะ ON โมเด็มได้รับสัญญาณกระดิ่งและ OFF เมื่อโมเด็มไม่ได้รับสัญญาณกระดิ่ง เนื่องจากโมเด็มรุ่นใหม่มักจะมีความสามารถในการตอบรับแบบอัตโนมัติ (AUTOMATICALLY ANSWER) ดั้งนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะใช้สัญญาณ RI อีกต่อไป

2.8.2 รูปแบบของเฟรมข้อมูล (DATA FORMAT)

ในการสื่อสารระหว่างโมเด็ม 2 ตัวนั้น โมเด็มจะต้องมีความเข้าใจถึงรูปแบบของเฟรมข้อมูลที่ตรงกัน ซึ่งการส่งข้อมูลแบบ ASYNCRONOUS นั้นนอกจากข้อมูลที่ส่งจะต้องส่งผ่านโมเด็มยังต้องจัดช่วงจังหวะในการส่งและรับข้อมูลระหว่างกันอีกด้วย โดยที่เฟรมข้อมูลที่มีการส่งหรือการรับจะประกอบด้วยบิตข้อมูลที่มีความหมายดั้งต่อไปนี้

- บิตข้อมูล (DATA BIT)

เมื่อชิฟ UART ได้รับตัวอักษรที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์แล้ว ก็ต้องทำการแปลงด้วยตัวอักษรดังกล่าวให้เป็นสายข้อมูลระดับบิตที่มีความยาวตั้งแต่ 5 ถึง 8 บิต ซึ่งเราเรียกว่ากระบวนการแปลงตัวอักษรให้เป็นสายข้อมูลระดับบิตนี้ว่า SERIALIZATION จากนั้นโมเด็มก็จะทำการส่งแต่ละบิตไปยังโมเด็มปลายทาง โดยจะเริ่มส่งจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LEAST SIGNIFICANT BIT) ไปยังบิตที่มีนัยสำคัญสูงสุด (MOST SIGNIFICANT BIT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บิตเริ่มต้นข้อมูล (START BIT)

ในการส่งข้อมูลแบบ ASYNCRONOUS นั้น เราจะต้องมีการบอกให้โมเด็มทราบถึงจุดต้นของข้อมูลที่ต้องการส่ง ดังนั้นก่อนหน้าข้อมูลทุกๆเฟรมจะต้องถูกนำหน้าด้วยบิตเริ่มต้นข้อมูล (START BIT) เสมอ

- บิตสิ้นสุดข้อมูล (STOP BIT)

.ในระหว่างการส่งข้อมูลแบบ ASYNCRONOUS นั้น ในกรณีบิตเริ่มต้นข้อมูลเกิดการสูญหายในระหว่างการส่งโมเด็มก็จะไม่ทราบจุดสิ้นสุดของสายข้อมูลบิตได้เลย นอกเหนือจากโมเด็มจะตรวจพบบิตเริ่มต้นใหม่ของข้อมูลอีกครั้งเท่านั้น ดังนั้นจึงมีการเพิ่มบิตสิ้นสุดข้อมูลต่อท้ายข้อมูลของทุกๆตัวอักษรเพื่อแจ้งการสิ้นสุดของสายข้อมูลบิต โดยการเรียงกันของบิตเริ่มต้นข้อมูล สายข้อมูลบิต และบิตสิ้นสุดข้อมูลเราเรียกว่า เฟรมของข้อมูล (DATA FRAME)

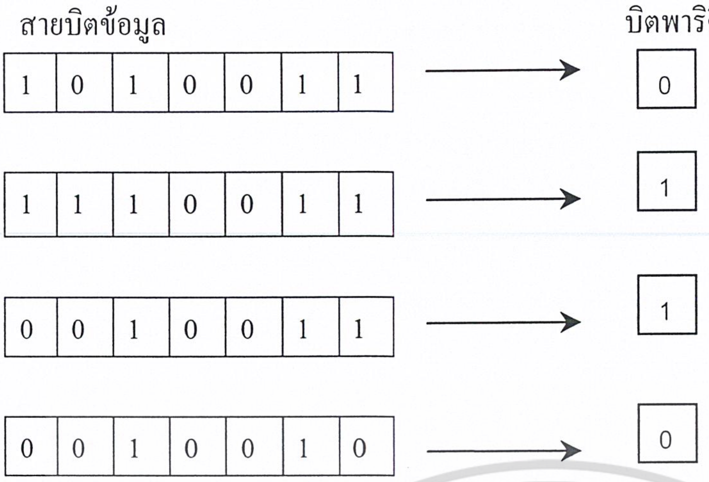
- บิตพาริติ้ (PARITY BIT)

เนื่องจากการส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์นั้น สามารถเกิดสัญญาณรบกวนได้ง่าย ด้วยเหตุนี้จึงเป็นไปได้มากที่สถานะแต่ละบิตข้อมูลที่ส่งจะมีการเปลี่ยนแปลง เช่น จากบิต 0 เป็นบิต 1 เป็นต้น ในระหว่างการส่งผ่านข้อมูล ด้วยเหตุนี้จึงมีการคิดวิธีที่ง่ายที่สุดที่ง่ายในการตรวจสอบความถูกต้องของสถานะของบิตข้อมูล ซึ่งเรียกกันว่า การตรวจสอบค่าพาริตี้ (PARITY CHECK) โดยในการส่งผ่านข้อมูลโดยโปรโตคอล START/STOP นั้น ในการส่งอักษรข้อความทั่วไปจะใช้เพียง 7 บิตข้อมูลเท่านั้น ดั้งนั้นจึงมีการเพิ่มบิตพาริตี้ต่อสายเฟรมข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นมา ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้อบิตสิ้นสุดข้อมูล เพื่อตรวจสอบสถานะผลบวกของบิตที่เป็น 1 ของสายบิตข้อมูลขอองแต่ละตัวอักษรสำหรับหลักการคำนวนค่าของบิตพาริตี้มีดังนี้

1. ถ้าหากจำนวนข้อมูลมีค่าเท่ากับ 1 ของสายบิตข้อมูลมีเลขคู่ (EVEN NUMBER) บิตพาริตี้จะมีค่าเท่ากับ 0
2. ถ้าหากจำนวนข้อมูลมีค่าเท่ากับ 1 ของสายบิตข้อมูลมีเลขคี่ (ODD NUMBER) บิตพาริตี้จะมีค่าเท่ากับ 1

เพื่อความเข้าใจขอให้ดูตัวอย่างในรูปที่ 2.26 จะเห็นได้ว่าถ้าหากจำนวนบิตมีค่าเท่ากับ 1 ของสายบิตข้อมูลมีค่าเป็นเลขคู่ เช่น 2 , 4 หรือ 6 บิตพาริตี้จะมีค่าเท่ากับ 0 แต่ในทางกลับกัน ถ้าหากจำนวนบิตที่มีค่าเท่ากับ 1ของสายบิตข้อมูลมีค่าเป็นเลขคี่ เช่น 1 , 3 , 5 และ 7 บิตพาริตี้จะมีค่าเท่ากับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.27แสดงการคำนวณบิตพาริตี้

2.8.3 การเขียนหรือส่งข้อมูลออกจากพอร์ตอนุกรม

ข้อมูลที่ต้องการส่งออกไปทุกค่าต้องนำไปเก็บที่รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรม ซึ่งก็คือ รีจิสเตอร์ SBUF

ตัวอย่าง

MOV SBUF,# 'A'

จากคำสั่งข้างต้นเป็นการส่งข้อมูลของอักษร A ออกไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ก่อนทำการส่งข้อมูลทุกครั้งต้องแน่ใจว่าบิต TI เคลียร์หรือมีค่าเป็น " 0" และเมื่อทำการส่งข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะเกิดการเซตบิต TI เพื่อแจ้งให้ทราบดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
CLR   TI           ; เคลียร์บิต TI เพื่อเตรียมการส่งข้อมูลออก
MOV   SBUF,# 'A'   ; ส่งข้อมูลของตัวอักษร A ไปยังพอร์ตอนุกรม
JNB   TI,$         ; รอการเซตบิต TI เพื่อแจ้งการส่งข้อมูลที่เสร็จสมบูรณ์
```

2.8.4 การอ่านหรือรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม

การรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมสามารถทำได้ง่ายมาก เพียงทำการตรวจสอบว่า RI เกิดการเซตขึ้นหรือไม่ ถ้าพบว่ามีการเซตเกิดขึ้นแล้ว ให้ทำการอ่านค่าจากรีจิสเตอร์ SBUF โดยต้องทำการโอนย้ายข้อมูลผ่านแอกคิวมูลเลเตอร์ หรือรีจิสเตอร์ A ดังตัวอย่าง

```
CLR   RI           ; เคลียร์บิต RI เพื่อเตรียมการรับข้อมูลเข้า
JNB   RI,$         ; รอการเซตบิต RI เพื่อแจ้งการรับข้อมูลที่เสร็จสมบูรณ์
MOV   A,SBUF       ; อ่านค่าจากรีจิสเตอร์โดยการโอนย้ายข้อมูลผ่านทางรีจิสเตอร์A
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLR RI ; หลังจากทำการรับข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องทำเคลียร์บิต RI เสมอ

2.8.5 การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

การใช้งานวงจรพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 นิยมใช้ในการติดต่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมตามมาตราฐาน RS 232 เป็นส่วนใหญ่ แต่เนื่องมาจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS 232 มีระดับดั้งแต่ ± 3 ถึง ± 12 V ในขณะที่สัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 อยู่ในระดับทีทีแอล ดั้งนั้นจึงไม่สามารถเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านทางไอซีพิเศษทำหน้าที่แปลงระดับสัญญาณ ไอซีที่ทำหน้าที่แปลงระดับสัญญาณนี้ต้องทำการแปลงข้อมูลที่ทำการส่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 จากระดับของทีทีแอล เป็นระดับของ RS 232 และทำการแปลงข้อมูลรับจากคอมพิวเตอร์จากระดับของ RS 232 เป็นระดับทีทีแอล เพื่อให้สามารถถ่ายทอดไปยัง ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 ได้อย่างสมบูรณ์ไอซีดังกล่าวมีด้วยกันหลายเบอร์จากหลายผู้ผลิต อาทิ MAX232 จาก MAXIM หรือ ICL232 จาก HARRIS เป็นต้นในรูปที่ 2.8 แสดงการจัดขาของไอซี ICL232 ซึ่งใช้ในการแปลงสัญญาณ RS 232 ส่วนจรจรการต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ สร้าง และหลักการทำงาน

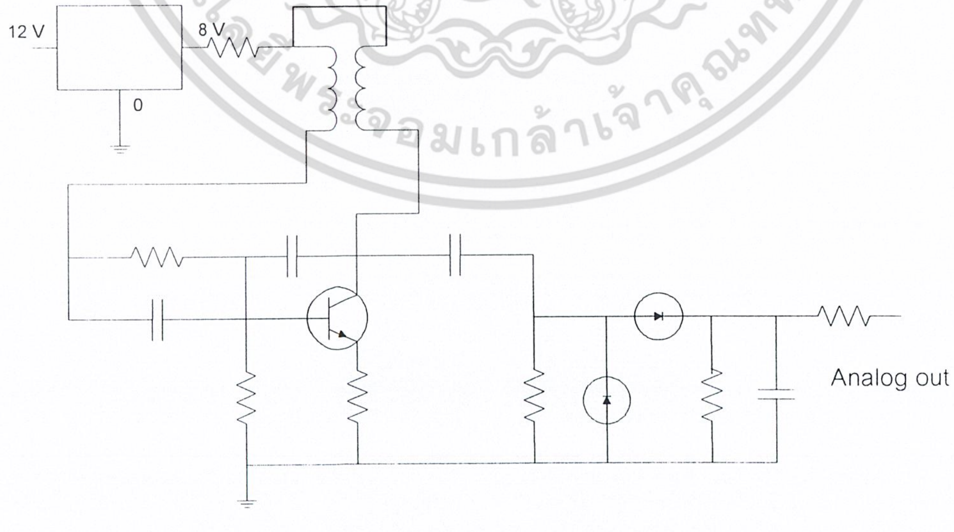
ในการออกแบบสร้างโครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของการสร้างตู้จำหน่ายสินค้า และส่วนของโปรแกรมโหลดข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ โดยมีรายละเอียดการออกแบบสร้าง และหลักการทำงานดังนี้

3.1 การออกแบบสร้าง และหลักการทำงาน ในส่วนของตู้จำหน่ายสินค้า

การออกแบบสร้าง ตู้จำหน่ายสินค้านี้ จะแบ่งแยกส่วนต่าง ๆในการสร้าง ได้ดังนี้คือ ส่วนของการตรวจสอบเหรียญ ,ส่วนโปรแกรมควบคุมตู้จำหน่ายสินค้า , ส่วนของชุดคัดแยกเหรียญ และทอนเหรียญ

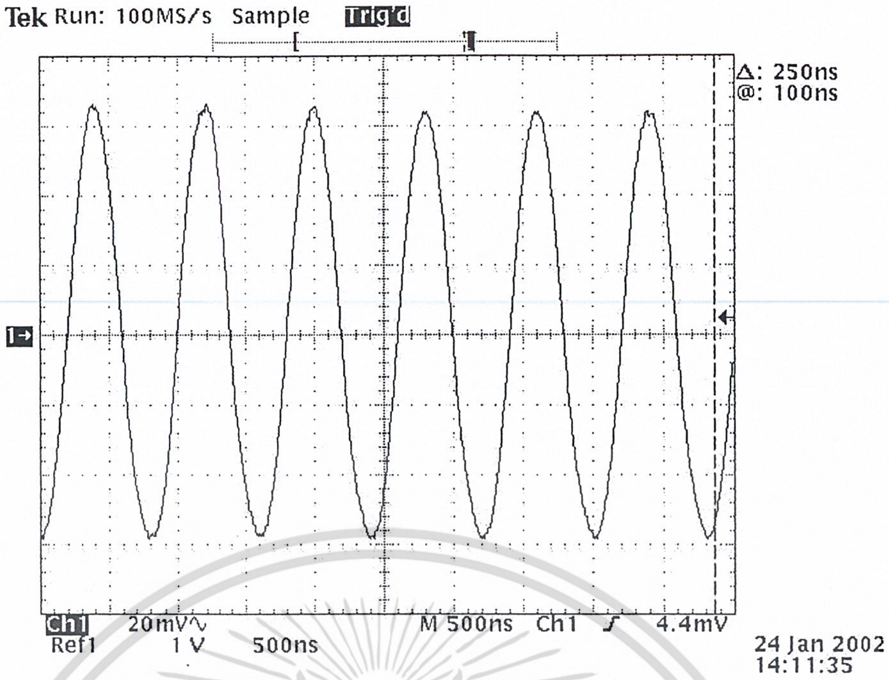
3.1.1 การออกแบบสร้าง และหลักการทำงานของส่วนตรวจสอบเหรียญ

ในการออกแบบสร้างเครื่องตรวจเหรียญนั้น จะใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ในการกำเนิดสัญญาณ โดยมีขดลวดที่พันบนฟอร์มเป็นช่องที่สามารถให้เหรียญ ต่าง ๆ สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้พอดี ค่าอินดัคแตนต์ที่ได้จากขดลวดในขณะที่ไม่มีเหรียญกับขณะที่มีเหรียญต่าง ๆ ผ่านจะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งจะทำให้สัญญาณที่เกิดจากวงจรออสซิลเลเตอร์ที่มีขดลวดนี้ต่ออยู่มีค่าไม่เท่ากัน ดังรูปที่ 3.2 (ก) , (ข) , (ค) , (ง)

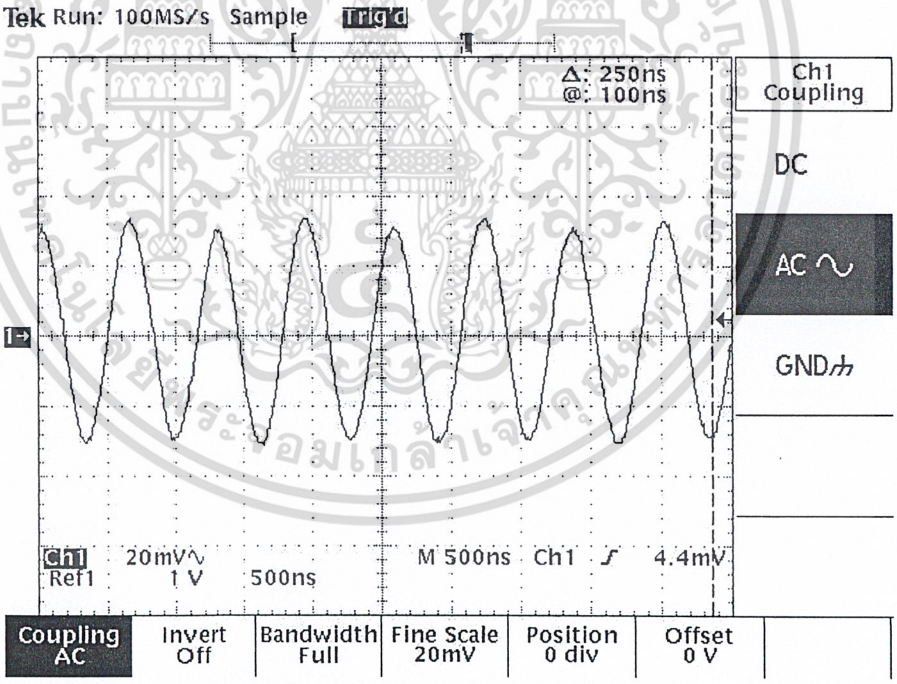


ภาพที่ 3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณของเครื่องตรวจเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สง... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



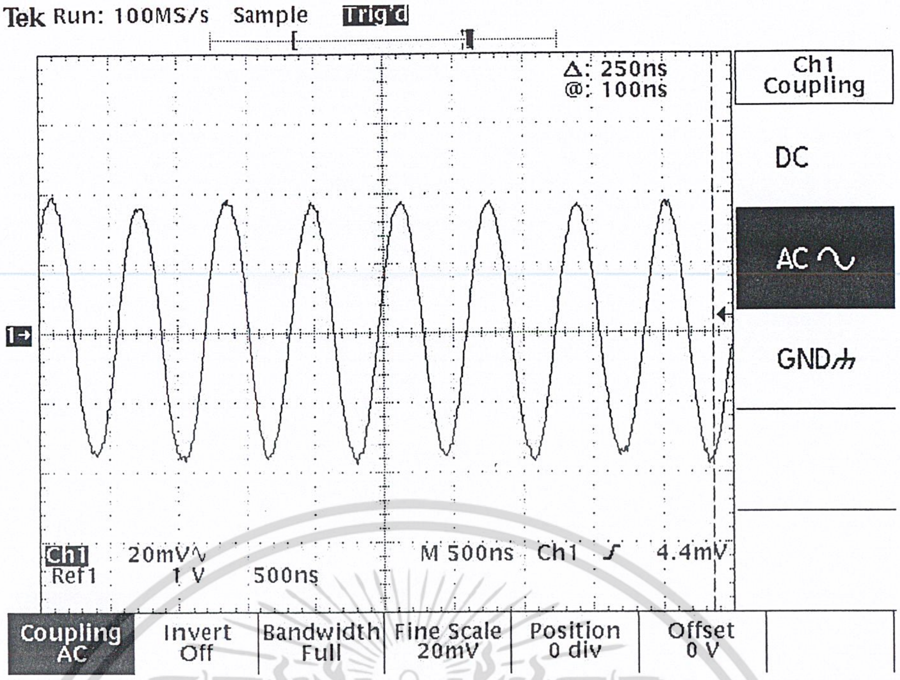
(ก) รูปสัญญาณที่ออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์ขณะยังไม่มีเหรียญ



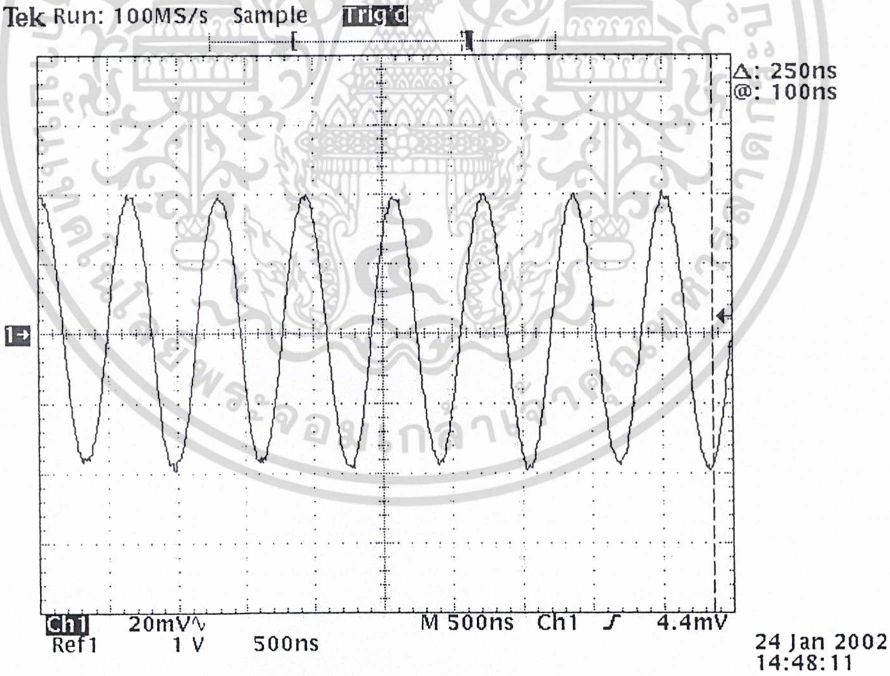
(ข) รูปสัญญาณที่ออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์ขณะมีเหรียญ 1

ภาพที่ 3.2 สัญญาณออสซิลเลเตอร์ขณะไม่มีเหรียญ และเหรียญต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) รูปสัญญาณที่ออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์ขณะมีเหรียญ 5



(ง) รูปสัญญาณที่ออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์ขณะมีเหรียญ 10

ภาพที่ 3.2 (ต่อ) สัญญาณออสซิลเลเตอร์ขณะไม่มีเหรียญ และเหรียญต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราจะนำเอาสัญญาณที่ได้นี้มาต่อเข้ากับวงจรเรกติฟาย เพื่อให้ได้สัญญาณไปกระแสตรงออกมา แล้วนำสัญญาณที่ได้นี้ ไปแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยใช้ไอซี PCF8591 แปลงสัญญาณจากอะนาลอกเป็นดิจิตอล แล้วนำมาที่ได้ในแต่ละเหรียญซึ่งมีค่าต่างกันนี้ เขียนโปรแกรมในคอนโทรลเลอร์แสดงค่าออกมาก่อน นำค่าที่ได้บันทึกไว้ แล้วจึงนำค่าที่ได้ในแต่ละเหรียญนี้มาเขียนโปรแกรมเพื่อเช็คค่าอีกที ก็จะสามารถทราบได้ว่าเป็นเหรียญใด

3.1.2 **การออกแบบสร้าง และการทำงานของส่วนโปรแกรมควบคุมตู้จำหน่ายสินค้า**

ในส่วนของโปรแกรมที่เขียนลงไปในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบไปด้วยโปรแกรมย่อยในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

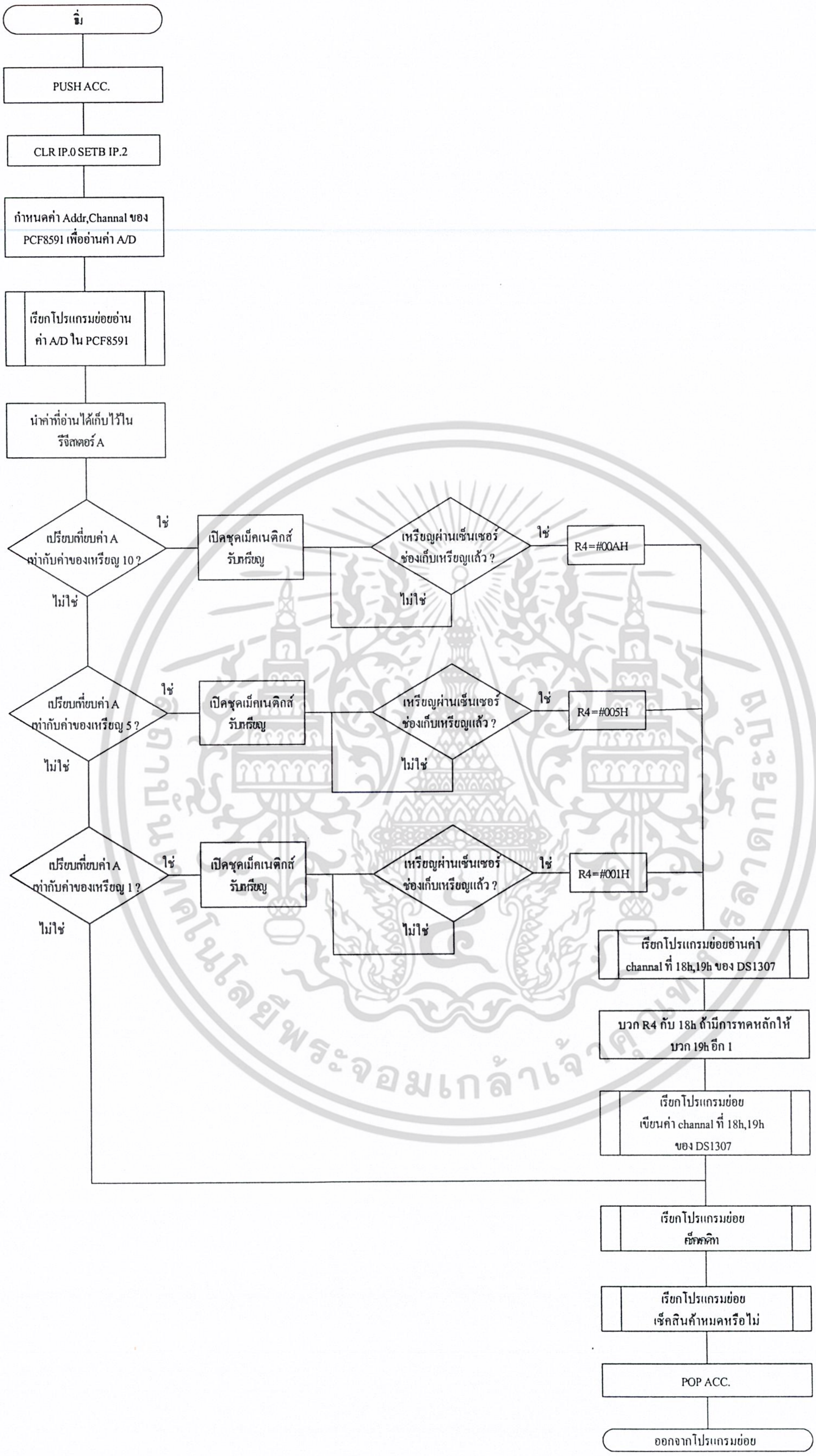
- โปรแกรมตรวจสอบเหรียญ ว่าเป็นเหรียญอะไร
- โปรแกรมตรวจจำนวนเงินว่ามีพอที่จะซื้อสินค้าชนิดใดได้บ้าง และตรวจสอบจำนวนสินค้าว่าหมดหรือยัง โดยให้แสดงมายัง LED ของสินค้าแต่ล่ะอย่าง
- โปรแกรมตรวจสอบว่าผู้ซื้อกดเลือกสินค้าชนิดใด
- โปรแกรมตรวจสอบจำนวนเงินว่ามีพอที่จะซื้อสินค้าได้ไหม
- โปรแกรมทอนเงิน เมื่อจำนวนเงินที่หยอดมีมากกว่าราคาสินค้า
- โปรแกรมบันทึกข้อมูล ได้แก่ วัน เวลา ชนิด ของสินค้าที่จำหน่ายในแต่ละรายการลงในหน่วยความจำ อีอีพรอม
- โปรแกรมตรวจสอบเวลาว่าถึงเวลาที่ตั้งไว้ให้ติดต่อกลับหรือยัง ถ้าถึงเวลาก็ให้ติดต่อกลับไปยังศูนย์เพื่อทำการส่งข้อมูล

ซึ่งในแต่ละโปรมแกรม มีโฟลวชาร์ดและการทำงานดังนี้คือ

โปรแกรมตรวจสอบเหรียญ

การออกแบบสร้างในส่วนของโปรแกรมตรวจสอบเหรียญนั้น มีการทำงานตามโฟลวชาร์ท ดังภาพ 3.3 โดยกำหนดให้การทำงานของโปรแกรมทำงานเมื่อมีการอินเตอร์รัพต์จากภายนอก โดยจะมีเซนเซอร์ ติดตั้งไว้บริเวณก่อนจะถึงคอยล์ เป็นตัวตรวจว่ามีเหรียญหรือวัตถุไหลเข้ามาในคอยล์ นำสัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์ต่อเข้าที่ขาอินเตอร์รัพต์ INT1 เมื่อสัญญาจากเซนเซอร์แสดงว่ามีเหรียญเข้ามา จะเกิดการอินเตอร์รัพต์ขึ้น โปรแกรมก็จำงานตามโฟลวชาร์ทดังกล่าวโดยโปรแกรมจะอ่านค่าที่ได้จากการแปลงสัญญาณอะนะลอกเป็นดิจิตอลจาก PCF8591 การเชื่อมต่อระหว่าง PCF8591 กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นการเชื่อมต่อแบบ I^2C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

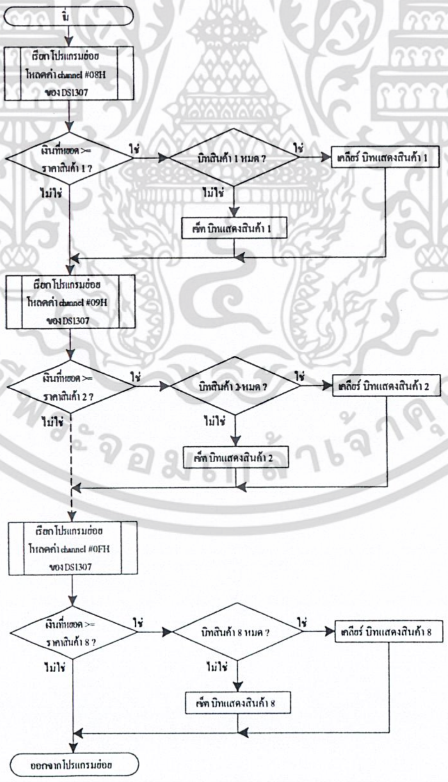


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.3 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมตรวจเหรียญ

เมื่ออ่านค่าได้แล้วจะนำค่าไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A นำค่าที่ได้นี้มาเปรียบเทียบกับค่าที่เคยวัดว่าตรงกับค่าของเหรียญ 10 5 หรือเหรียญ 1 บาท ไหมถ้าตรงก็สั่งให้เปิดแม็คเนติกส์รับเหรียญเข้าที่เก็บเหรียญ แล้วรอสัญญาณจากเซนเซอร์ที่ติดตั้งบริเวณทางเข้าช่องเก็บเหรียญ เมื่อเหรียญผ่านเข้าแล้วก็จะสั่งให้ปิดแม็คเนติกส์รับเหรียญแล้วนำค่าของเหรียญที่ได้ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ R4 แล้วเรียกโปรแกรมย่อยอ่านค่าที่ Channel 18h,19h ของไอซีฐานเวลา DS1307 ซึ่งเป็นที่เก็บค่าของเงินทั้งหมดที่มีอยู่ในตู้ขายสินค้า เมื่ออ่านค่ามาได้แล้วก็นำมาบวกกับ R4 แล้วเรียกโปรแกรมย่อยเขียนค่าเก็บไว้ที่เดิม ต่อจากนั้นก็เรียกโปรแกรมย่อยเซ็กเคดิท ว่าเงินที่หยอดสามารถซื้อสินค้าใดได้บ่าง และ โปรแกรมย่อยตรวจจำนวนสินค้าว่าหมดหรือยัง โดยค่าที่ได้จากการตรวจจะแสดงออกมาทาง LED ของสินค้าในแต่ละชนิด เสร็จแล้วก็ออกจากโปรแกรมย่อย

โปรแกรมตรวจจำนวนเงินว่ามีพอที่จะซื้อสินค้าชนิดใดได้บ้าง

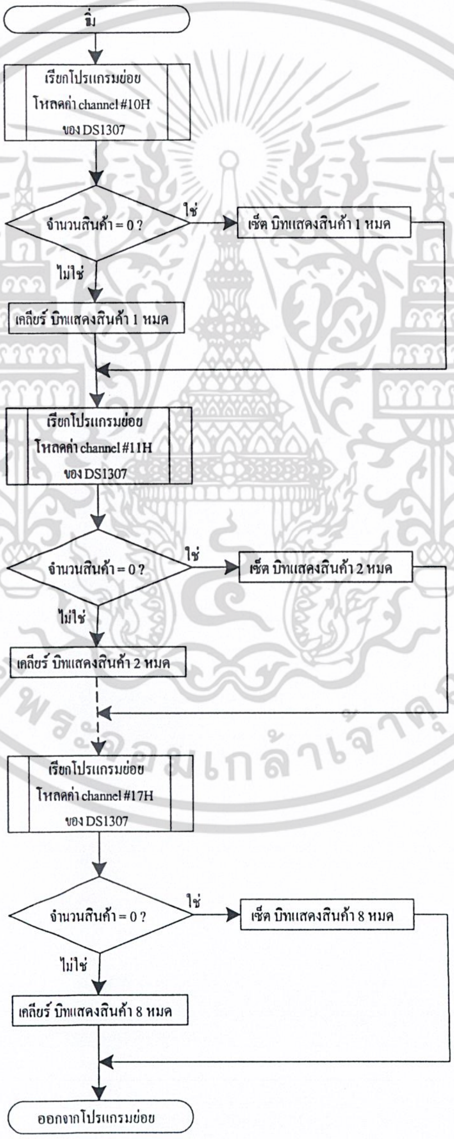


ภาพที่ 3.4 โฟลวชาร์ทโปรแกรมย่อยตรวจจำนวนเงินว่ามีพอที่จะซื้อสินค้าชนิดใดได้บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโฟลวชาร์ท รูปที่ 3.4 จะเรียกโปรแกรมย่อยอ่านข้อมูลราคาของสินค้าในแต่ละชนิด ซึ่งเก็บไว้ใน DS1307 ใน Channel ที่ 08H ถึง 0FH โดยที่ Channel 08 เป็นข้อมูลราคาสินค้าชนิดที่ 1 และต่อไปเลย ๆ ตามลำดับ เมื่อเรียกโปรแกรมย่อยอ่านค่าราคาสินค้าได้แล้วก็จะนำจำนวนเงินที่หยอดมาเปรียบเทียบกับราคาสินค้าในแต่ละชนิดว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับหรือไม่ ถ้าใช่ก็ให้มาตรวจ บิทที่ใช้แสดงสินค้าหมดว่าหมดหรือยัง ถ้าหมดก็ให้เคลียร์บิทที่ใช้แสดงสินค้าชนิดนั้น ถ้าไม่หมดก็เซ็ทบิทที่ให้แสดงสินค้านั้น ๆ แล้วจึงตรวจอย่างงี้ที่สินค้าชนิดที่ 2 ,3 , 4 … จนครบ 8 ชนิด แล้วจึงออกจากโปรแกรมย่อย

โปรแกรมตรวจสอบจำนวนสินค้าหมดหรือไม่



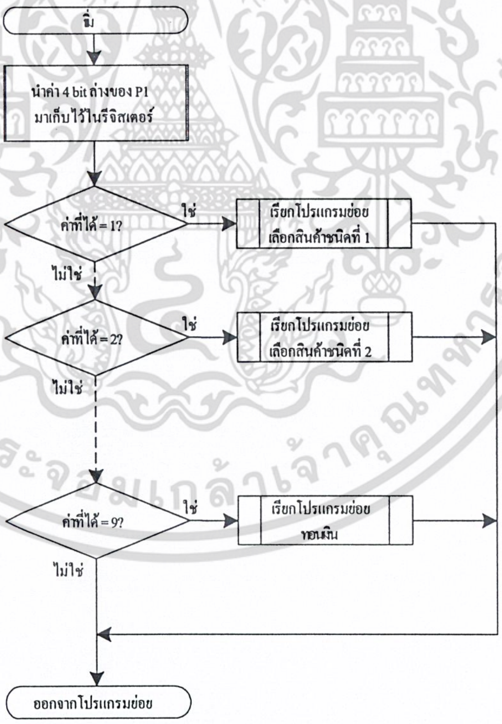
ภาพที่ 3.5 โฟลวชาร์ทโปรแกรมตรวจสิ้นค้าหมดหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโฟลวชาร์ทในรูปที่ 3.5 โปรแกรมจะอ่านข้อมูลจำนวนสินค้าที่เหลือทั้ง 8 ชนิด ซึ่งข้อมูลจำนวนสินค้าจะเก็บอยู่ที่ Channel #10H- Channel #17H ของ DS1307 โดยจะเรียกโปรแกรมย่อยอ่านข้อมูล Channel #10H จากตัว DS1307 แล้วนำข้อมูลที่ได้นี้มาตรวจสอบว่ามีค่าเท่ากับ 0 หรือไม่ ถ้าใช่ ก็ให้เซตบิตแสดงสินค้า 1 หมด ถ้าไม่ก็ให้เคลียร์บิตแสดงสินค้า 1 หมด แล้วทำเช่นนี้ต่อไปถึงสินค้าชนิดที่ 8 จึงออกจากโปรแกรมย่อย

โปรแกรมตรวจสอบการเลือกกดปุ่มต่าง ๆ

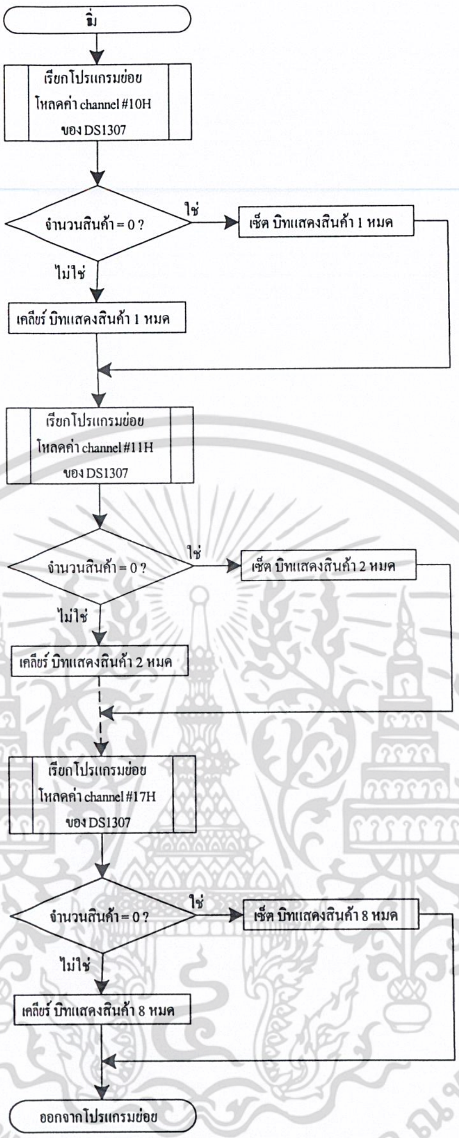
ปุ่มกดเลือกสินค้าจะมีทั้งหมด 8 ตัว และมีปุ่มยกเลิก อีก 1 ตัว ปุ่มกดทั้งหมดจะถูกต่อเข้ากับไอซี Encoder เพื่อแปลงค่าปุ่มกดให้เป็นรหัส BCD ซึ่งนำไปต่อเข้ากับ 4 บิตล่าง ของพอร์ต P1 ดังนั้นจากรูปที่ 3.6 จะนำค่า 4 บิตล่าง ของพอร์ต P1 มาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์แล้วมาตรวจสอบว่าเป็นค่าอะไร ถ้าเป็น 1 ก็เรียกโปรแกรมย่อยเลือกสินค้าชนิดที่ 1 ถ้าเป็น 2 ก็เลือกสินค้าชนิดที่ 2 ตามลำดับ จนถึง 8 แต่ถ้าเป็น 9 ให้เรียกโปรแกรมย่อยทอนเงิน เพราะเป็นปุ่มยกเลิกนั่นเอง



ภาพที่ 3.6 โฟลวชาร์ทโปรแกรมตรวจสอบการกดปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจำหน่ายสินค้า

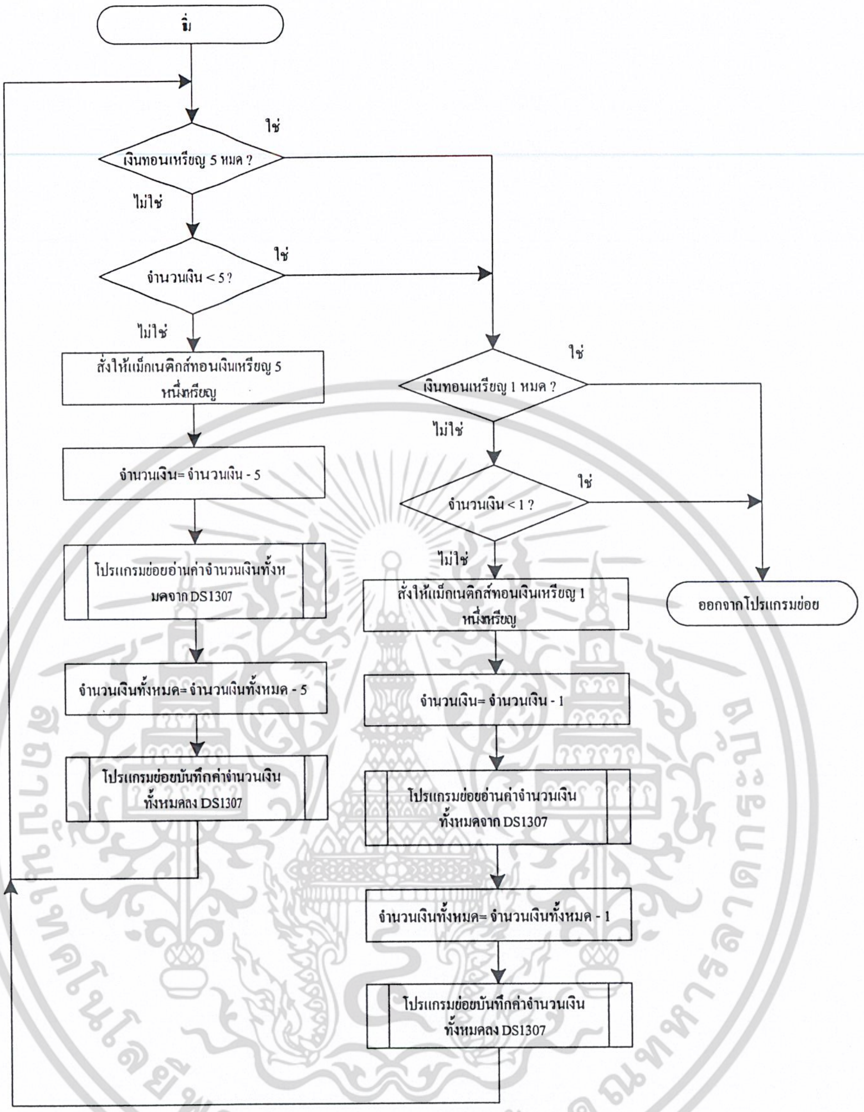


ภาพที่ 3.7 โฟลวชาร์ทโปรแกรมจำหน่ายสินค้า

จากโฟลวชาร์ทรูปที่ 3.7 จะเรียกโปรแกรมย่อยอ่านค่าจำนวนสินค้าชนิดที่เลือกจาก DS1307 แล้วนำมาตรวจสอบว่าเท่ากับ 0 หรือไม่ ถ้าเท่าแสดงว่าสินค้าหมดให้เรียกโปรแกรมย่อยแสดงสินค้าหมด ถ้าไม่เท่ากับ 0 ก็เรียกโปรแกรมย่อยอ่านค่าราคาสินค้าชนิดที่เลือกจาก DS1307 แล้วนำมาตรวจสอบว่าจำนวนเงินที่หยอดมีค่าพอหรือไม่ ถ้าไม่พอให้เรียกโปรแกรมย่อยแสดงจำนวนเงินไม่พอ ถ้าพอนำจำนวนเงินที่หยอดมาลบกับราคาสินค้า แล้วลบค่าจำนวนสินค้าลง 1 แล้วบันทึกค่าจำนวนสินค้าที่เหลือกลับไปยัง DS1307 แล้วนำจำนวนเงินที่เหลือเข้าไปในโปรแกรมทอนเงินต่อไป แล้วเรียกโปรแกรมย่อยบันทึกข้อมูลการจำหน่ายสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมทอนเงิน



ภาพที่ 3.8 โฟลวชาร์ท โปรแกรมทอนเงิน

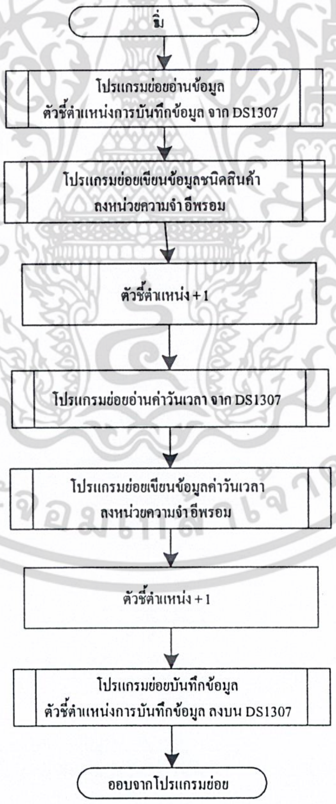
จากโฟลวชาร์ทรูปที่ 3.8 โปรแกรมจะตรวจสอบว่ามีเหรียญ ในช่องเก็บเหรียญ 5 บาท หรือไม่ โดยตรงช่องเก็บเหรียญสำหรับเงินทอนจะมีเซนเซอร์ตรวจว่ามีเหรียญอยู่หรือไม่ ถ้ามีก็จะตรวจสอบจำนวนเงินที่เหลือว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 บาทหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะสั่งให้แม็คเนติกส์ทอนเหรียญ 5 ทำงาน 1 ครั้ง เพื่อที่จะทอนเหรียญ 5 ออกมา โหลดค่าเงินทั้งหมดจาก DS1307 มาแล้วลบออก 5 บาท แล้วบันทึกค่าเงินทั้งหมดกลับที่เดิมในตัว DS1307 แล้วกลับมาตรวจสอบจำนวนเงินที่เหลือว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 บาทหรือไม่ ถ้าใช่ก็ทำเหมือนเก่า ถ้าไม่ก็จะมาตรวจสอบว่าเหรียญ 1 บาทในช่องทอนเหรียญมีอยู่หรือไม่ ถ้ามีก็ทำการทอนเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหรียญบาทโดยมีขั้นตอนเหมือนตอนทอนเหรียญ 5 เมื่อทอนเสร็จก็จะตรวจสอบไปเรื่อย ๆ จนกว่าจำนวนเงินจะเท่ากับ 0 หรือ เงินทอนในช่องเก็บเหรียญ 1 บาทหมด

โปรแกรมบันทึกข้อมูลการจำหน่ายสินค้าลงหน่วยความจำ อีพรอม

ในการบันทึกค่าข้อมูลนั้น จะบันทึก วัน เวลา และชนิดสินค้าที่มีการจำหน่ายออกไปในแต่ละครั้ง ในการบันทึกนั้นจะต้องมีตัวที่บอกตำแหน่งแอ็ตเดสของอีพร้อมว่าถูกบันทึกถึงตำแหน่งไหนแล้วเพื่อไม่ให้มีการทับกันของข้อมูล จากโฟลวชาร์ทรูปที่ 3.9 การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มจากการโหลดค่า แอ็ดเดส ซึ่งจะเก็บไว้ใน Channel #3EH #3DH ของ DS1307 เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการเขียนข้อมูลลงไปในหน่วยความจำอีพรอม ก็จะทำการบันทึกค่าชนิดของสินค้าลงไปก่อนเรียกโปรแกรมย่อยบันทึกค่า แล้วบวกตำแหน่งของตัวบอกตำแหน่งไปด้วย ทำการโหลดค่าเวลาและวันที่จากไอซีฐานเวลา แล้วทำการบันทึกตามลำดับ พอบันทึกเสร็จทุกค่าก็นำค่าที่เป็นตัวชี้แอ็ดเดสของอีพรอมบันทึกเข้าที่เดิม



ภาพที่ 3.9 โฟลวชาร์ทโปรแกรมบันทึกข้อมูลการจำหน่ายลงบนหน่วยความจำ EPPROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ส่วนของชุดคัดแยกเหรียญและทอนเหรียญ

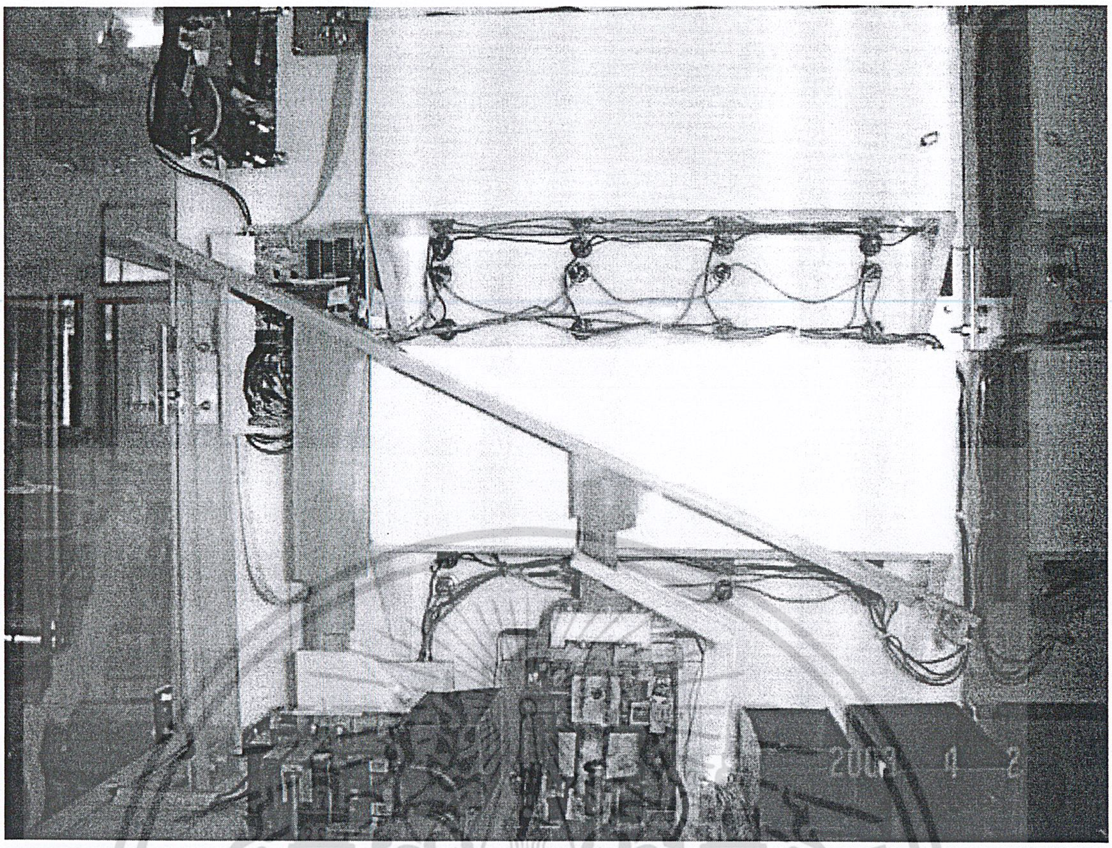
เครื่องแยกเหรียญและทอนเหรียญ

เครื่องแยกเหรียญโดยอาศัย ขนาดของเหรียญที่มีขนาดไม่เท่ากัน การแยกนั้นทำได้โดยการทำรางรับเหรียญมาจากเครื่องตรวจเหรียญ โดยราง นั้นจะบังคับให้เหรียญวิ่งในแนวนอน ที่รางจะทำการเจาะรูตามขนาดของเหรียญที่ต้องการแยก เพื่อให้เหรียญที่ต้องการแยกตกมา โดยจะ ทำการเจาะรูเหรียญที่มีขนาดเล็กก่อน ในที่นี้ต้องการแยกเหรียญ 1 บาท เหรียญ5 บาท และ เหรียญ 10 บาท ที่รางรับเหรียญจะเจาะรูสำหรับให้เหรียญบาทตกลงก่อน โดยรูที่เจาะเป็นรูสี่เหลี่ยมที่มีขนาดความกว้างเท่ากับเหรียญ1บาท ส่วนความยาวนั้น ยาวกว่าสองของเท่าของเหรียญ ส่วนเหรียญ 5 บาทก็เจาะรูมีขนาดเท่ากับขนาดของเหรียญ 5 บาท ความยาวของรูสองเท่าของ เหรียญ 5 บาท ส่วนความกว้างของรางจะมีขนาดเท่ากับ ขนาดของเหรียญ 10 บาท เมื่อเหรียญ 1บาทวิ่งผ่านรางเหรียญก็จะตกในรูของเหรียญบาท เมื่อเหรียญ 5 บาท วิ่งผ่านรางก็จะผ่านรู เหรียญบาท เพราะมีขนาดที่ใหญ่กว่ารู และตกลงสู่รูของเหรียญ 5 บาท เมื่อเหรียญ 10 วิ่งผ่านราง ก็จะผ่านรูทั้งสองผ่านไปยังที่เก็บเหรียญ รางนั้นจะเอียงเป็นมุม 45 องศาเพื่อเพิ่มความเร็วของเหรียญ

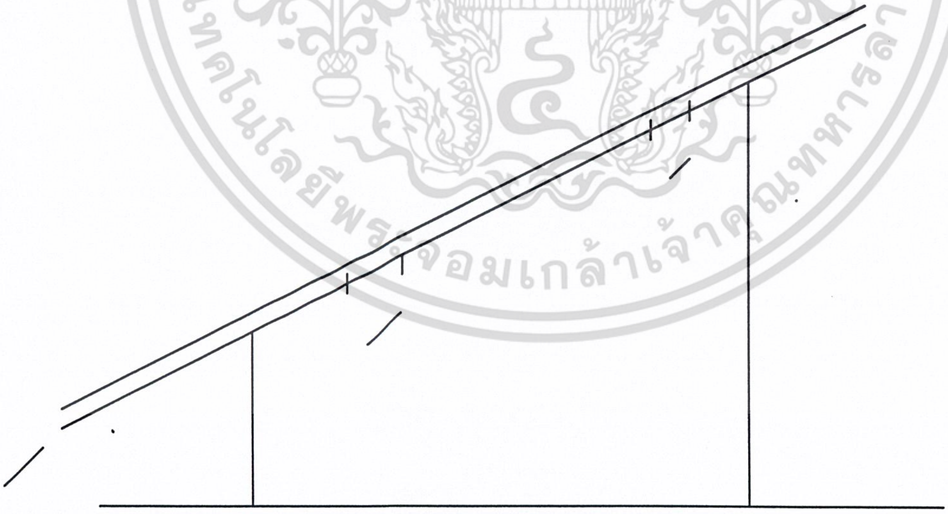
เหรียญ 10 บาท เหรียญ 5 บาท เหรียญ 1 บาท

รางแยกเหรียญ รูแรกของเหรียญ 1 บาท รูที่ 2ของเหรียญ 5บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 รางคัดแยกเหรียญ



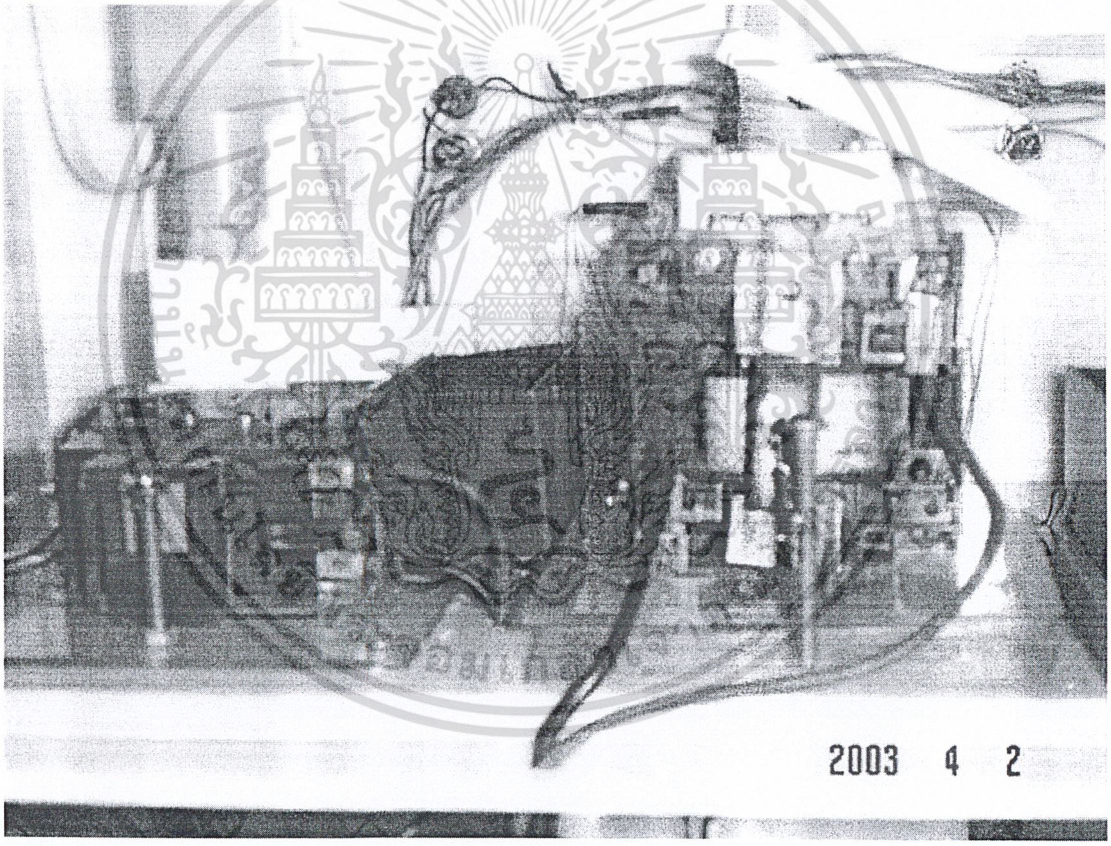
เหรียญ 10 บาท   เหรียญ 5 บาท   เหรียญ 1 บาท

โครงสร้างลักษณะรางเหรียญ และการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องทอนเหรียญ

ที่ทอนเหรียญจะมีเฉพาะเหรียญ 1 บาท และเหรียญ 5 บาท อาศัยหลักการเก็บเหรียญไว้ในที่เก็บเหรียญที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดของแต่ละเหรียญ ข้างล่างท่อเก็บเหรียญที่ด้านข้างจะเจาะรูให้มีความกว้างเท่ากับขนาดแต่ละเหรียญเพื่อให้เหรียญสามารถวิ่งผ่านขณะที่มีการทอนและตรงข้ามกับรูที่เหรียญออกขณะที่ทอนจะเจาะรูเพื่อให้แผ่นเหล็กบางๆสามารถดันเหรียญให้ออกจากท่อเก็บเหรียญ ที่ด้านบนท่อจะเจาะรูขนาด 2 เท่าของเหรียญ แล้วใส่แท่งเหล็กไว้เพื่อบังคับให้เหรียญเอียงตัวแล้วล้นออกเมื่อช่องเก็บเหรียญเต็ม โดยเมื่อเหรียญเก็บมาถึงที่บากไว้ เหรียญจะเกิดการเอียงตัวเมื่อมีเหรียญเข้ามาอีกเหรียญก็จะกระเด็นออกจากท่อเก็บเหรียญผ่านรางเหรียญล้นเพื่อไปยังที่เก็บเหรียญล้นท่อเก็บเหรียญ

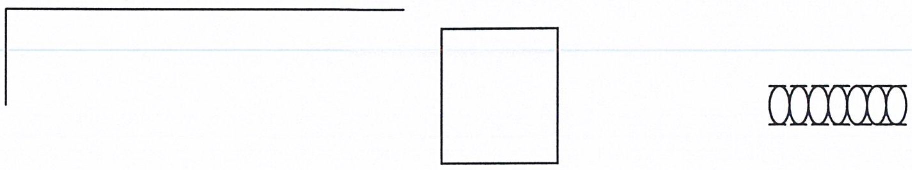


ภาพที่ 3.11 เครื่องทอนเหรียญ 1 บาท และ 5 บาท

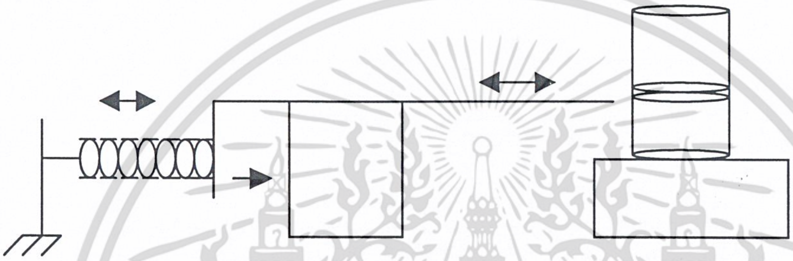
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวดันเหรียญ

อาศัยหลักการของแมกเนติกเป็นตัวดูดแผ่นเหล็กเพื่อดันเหรียญ และแผ่นดันเหรียญ จะดีดตัวกลับด้วยสปริง



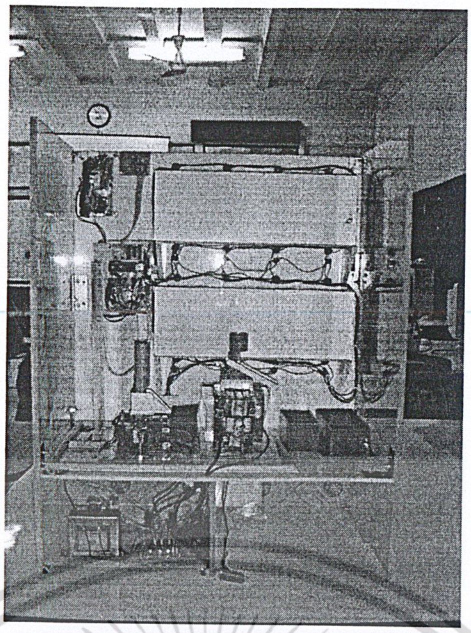
แผ่นดันเหรียญ แมกเนติก สปริง



เครื่องแยกและทอนเหรียญ

ภาพที่ 3.12 ด้านหน้าของส่วน Hardware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 ด้านหลังของส่วน Hardware

3.2 ส่วนของโปรแกรมโหลดข้อมูลจากคอมพิวเตอร์

การที่จะใช้คอมพิวเตอร์ติดต่อสื่อสาร ส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม ซึ่งอีกด้านหนึ่งของโมเด็มต่ออยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้น เราต้องกำหนดรูปแบบการส่งข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน เพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารกันอย่างถูกต้อง ในที่นี้ได้กำหนดรูปแบบการส่งข้อมูลดังนี้

ส่วนรับส่งข้อมูล

เมื่อเครื่องจำหน่ายสินค้าได้รับ “a” หมายถึง เป็นการสั่งให้ส่งข้อมูลการขายต่าง ๆ ที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำให้มายังศูนย์

เมื่อเครื่องจำหน่ายสินค้าได้รับ “b” หมายถึง เป็นการสั่งให้เขียนค่าลงในหน่วยความจำของไอซีฐานเวลาโดยส่งค่า “b” ตามด้วย channel ที่ต้องการเขียน ตามด้วยค่าที่ต้องการเขียน แล้วปิดท้ายด้วยค่า รหัสแอสกี้ที่ 255

เมื่อเครื่องจำหน่ายสินค้าได้รับ “c” หมายถึง เป็นการสั่งให้อ่านค่าจากหน่วยความจำของไอซีฐานเวลาโดยส่งค่า “c” ตามด้วย channel ที่ต้องการอ่าน แล้วปิดท้ายด้วยค่า รหัสแอสกี้ที่ 255

เมื่อเครื่องจำหน่ายสินค้าได้รับ “d” หมายถึง เป็นคำสั่งในการเปิดเครื่องจำหน่ายสินค้า

เมื่อเครื่องจำหน่ายสินค้าได้รับ “e” หมายถึง เป็นคำสั่งในการปิดเครื่องจำหน่ายสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่ส่งมาจากเครื่องจำหน่าย

เมื่อเครื่องจำหน่าย ได้รับค่าในการขอข้อมูล (“a”) เครื่องจะมีการส่งข้อมูลดังนี้

@001212121212

:1212120000??

#030325135901

โดยข้อมูลหลัง “@” ในหลักที่ 1,2 หมายถึง หมายเลขเครื่องจำหน่ายสินค้า

ในหลักที่ (3,4) (5,6) (7,8) (9,10) (11,12) หมายถึงจำนวนสินค้าที่เหลือของสินค้าหมายเลข 1 ถึง 5 ตามลำดับ

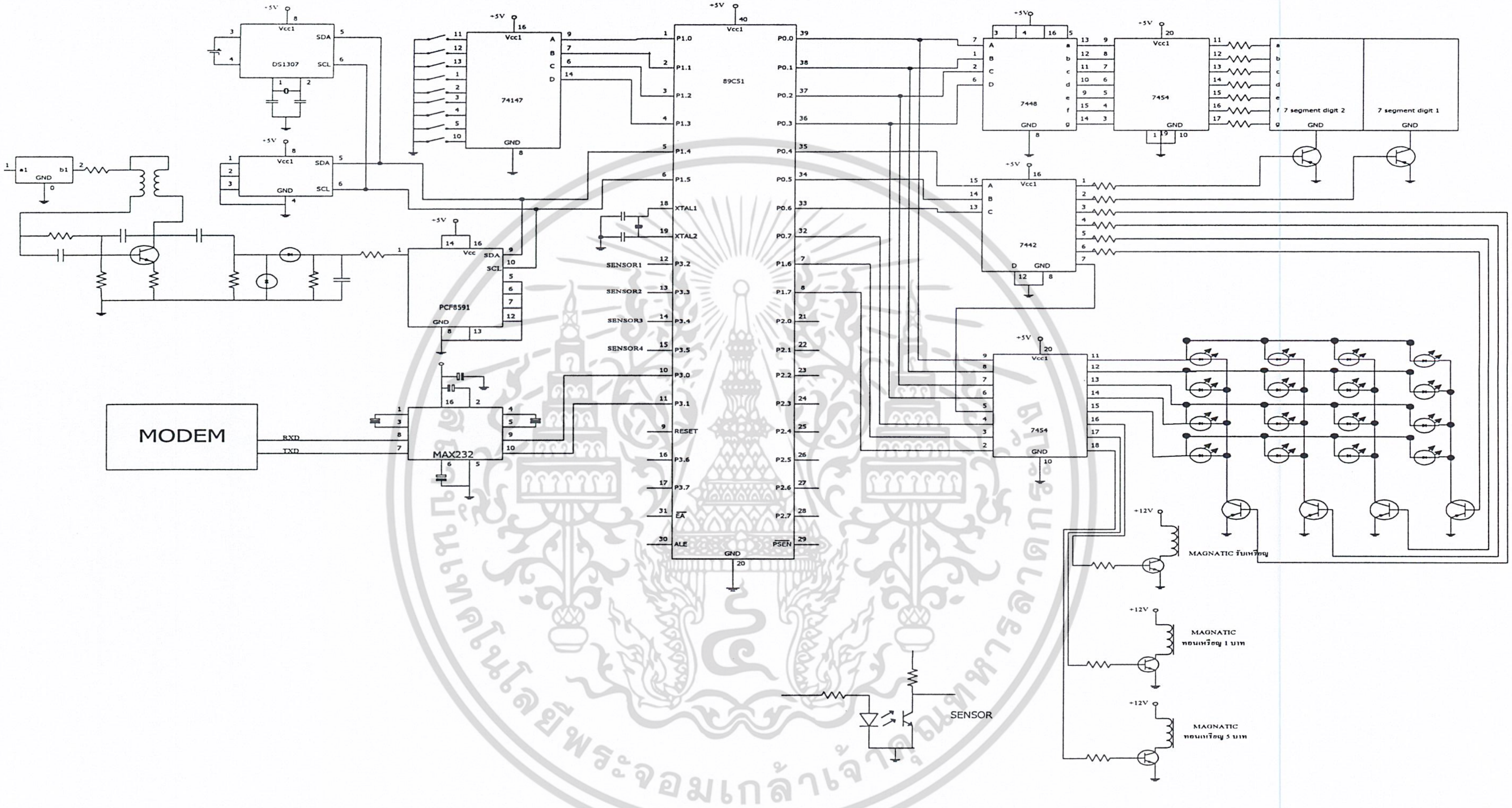
ข้อมูลหลัง “:” ในหลักที่ (1,2) (3,4) (5,6) หมายถึงจำนวนสินค้าที่เหลือ ของสินค้าหมายเลข 6 ถึง 8 ตามลำดับ

ในหลักที่ (7,8,9,10) หมายถึงจำนวนเงินที่มีอยู่ในเครื่อง

ข้อมูลหลัง “#” ในหลักที่ (11,12) หมายถึงหมายเลขสินค้าที่จำหน่ายออกไป

ในหลักที่ (9,10) (7,8) (5,6) (3,4) (1,2) หมายถึง นาที ชั่วโมง วันที่ เดือน ปี ที่จำหน่ายสินค้า ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.14 วงจรควบคุมเครื่องจำหน่ายสินค้าทั้งหมด

บทที่ 4
การทดลอง

การทดลอง ทดสอบการทำงานของตู้จำหน่ายสินค้า สามารถแบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ การทดลองทดสอบการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์ และการทดลองทดสอบการทำงานทางด้านซอฟแวร์ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 การทดลองทดสอบการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์

ในการใช้งานในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้น การทดสอบจะแบ่งออกเป็นส่วน ๆ คือ

1. ส่วนการตรวจเหรียญ ทำการทดลองหยอดเหรียญ 1 , 5 , 10 บาท แล้วสามารถตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง และสามารถแสดงจำนวนเงินออกทาง 7 segment 2 หลัก และไฟแสดงสินค้าแต่ละชนิดจะติดเมื่อมีจำนวนเงินที่สามารถซื้อสินค้านั้นได้ แล้วยังมีไฟแสดงเวลาสินค้าแต่ละชนิดหมดหรือเงินทอนหมด

2. ส่วนของเครื่องคัดแยกเหรียญ เมื่อเหรียญไหลผ่านรางคัดแยกเหรียญที่มีช่องให้เหรียญแต่ละขนาดไหลผ่านได้ สามารถคัดแยกเหรียญต่าง ๆ ออกจากกันแล้วนำไปเก็บไว้ที่ช่องเก็บเหรียญของแต่ละชนิดได้

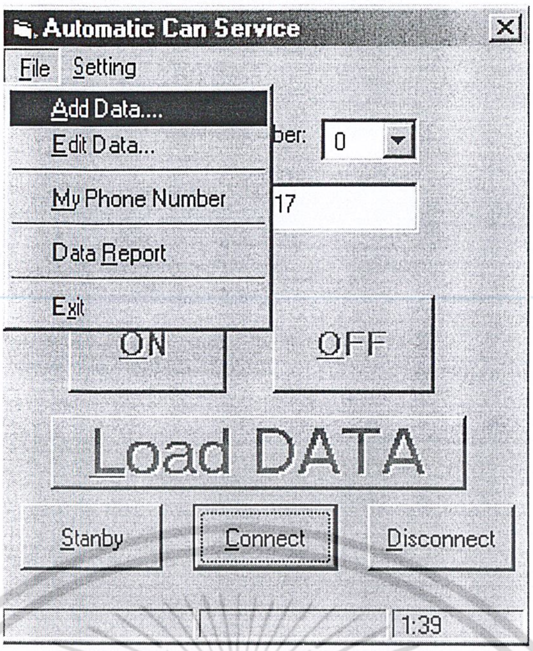
3. ส่วนของชุดทอนเหรียญ เมื่อลองหยอดเงินแล้วเลือกสินค้าที่มีมูลค่าน้อยกว่าจำนวนเงินที่หยอดลงไปนั้น เครื่องสามารถ ทอนเงินได้ถูกต้อง โดยถ้าหากเงินทอนที่เป็นเหรียญ 5 บาท หมดเครื่องจะทอนออกมาเป็นเหรียญ 1 บาท ถ้าเงินทอนเหรียญบาทหมด ไฟแสดงเงินทอนหมดก็จะติดเครื่องก็จะไม่ทอนเงินให้ และจำนวนเงินที่เหลือก็ยังคงอยู่ไม่หายไปไหน

4.2 การทดลองทดสอบการทำงานทางด้านซอฟแวร์

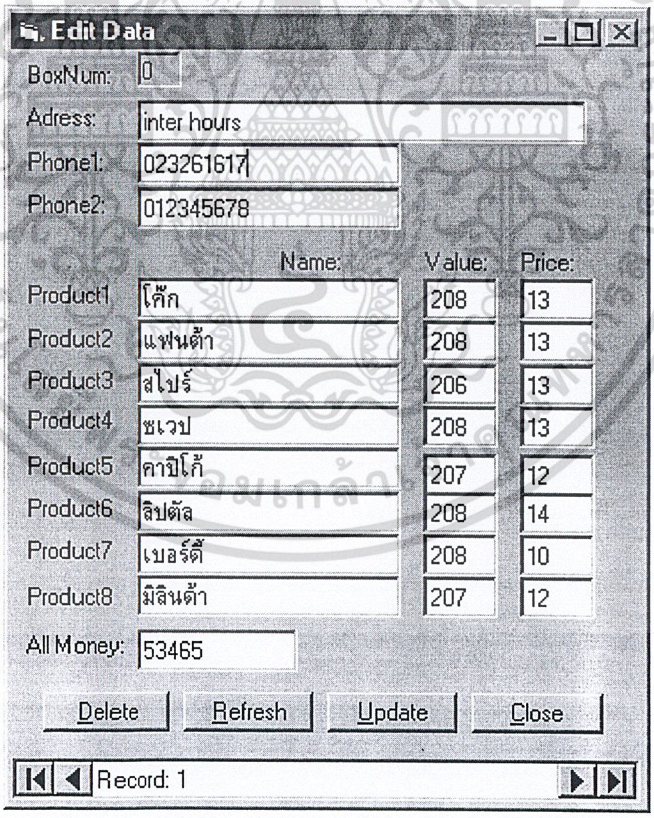
ในการใช้งานในส่วนของซอฟแวร์ เมื่อมีการติดตั้งตู้ขายสินค้าเป็นครั้งแรก มีขั้นตอนดังนี้

1.เปิดโปรแกรมขึ้นมาดังรูป แล้วเมนู File >> Add Data ตามลำดับ จะปรากฏฟอร์มที่สำหรับให้เติมค่าต่าง ๆ ได้แก่ BoxNum หมายถึง หมายเลขประจำตู้จำหน่ายสินค้า , Address หมายถึง ที่ตั้งตู้จำหน่ายสินค้า , Phone1 หมายถึงหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้ติดต่อกับตู้จำหน่ายสินค้า , Phone2 หมายถึง หมายเลขโทรศัพท์ไว้สำหรับโทรเข้ามาแสดงเบอร์เมื่อสินค้าหมด และชื่อของ สินค้า ราคาสินค้า จำนวนสินค้าที่มีอยู่ จำนวนเงินที่มีอยู่ในตู้ เมื่อเติมครบแล้ว ก็กดปุ่ม SAVE โปรแกรมก็จะ save ค่าต่าง ๆ ไว้ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

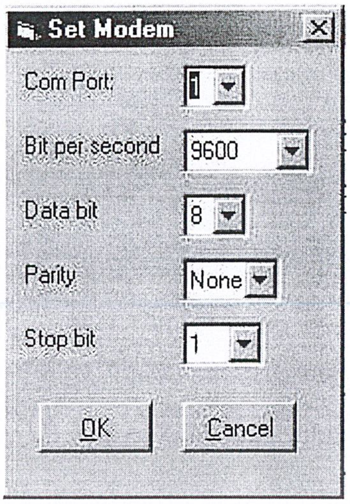


ภาพที่ 4.1 แสดงโปรแกรมหลัก



ภาพที่ 4.2 แสดงโปรแกรม Edit Data และกำหนดค่าต่าง ๆ

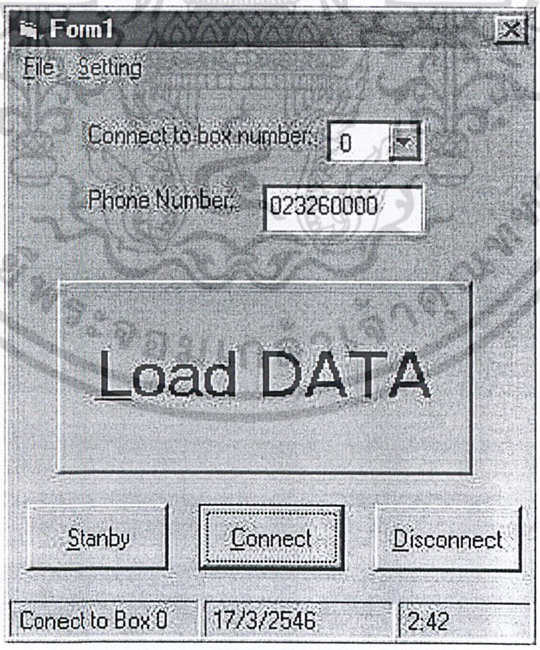
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แสดงโปรแกรม SET ค่า Modem

2. ตั้งค่าโมเด็ม โดยเข้าที่เมนู Setting >> Set Modem แล้วตั้งค่าต่าง ๆ ตามโมเด็มที่ต่อไว้

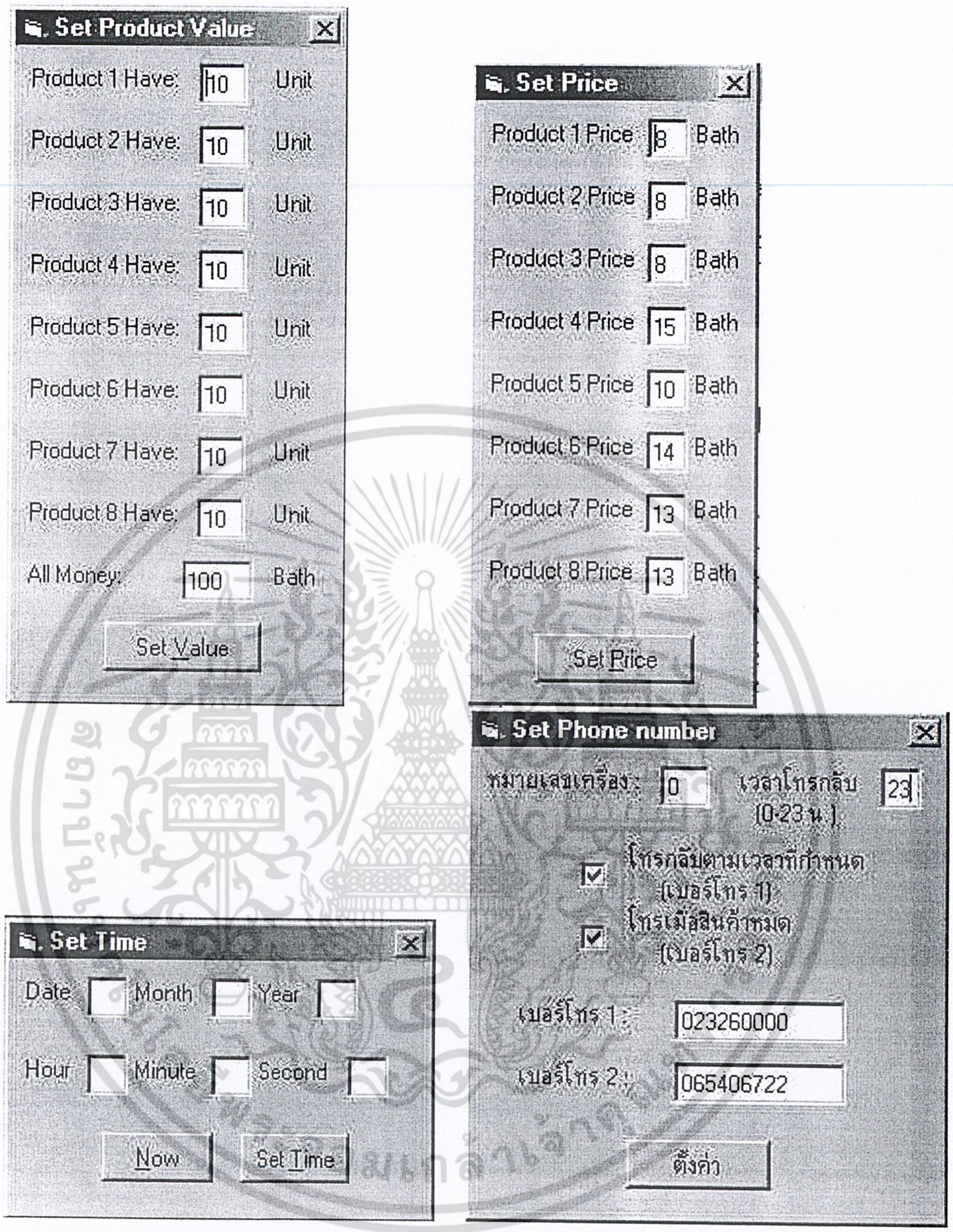
3. ที่โปรแกรมหลักเลือกหมายเลขตู้ที่ต้องการจะติดต่อ จะขึ้นเบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อกับตู้ตามที่ตั้งค่าไว้ตั้งแต่แรก กดปุ่ม Connect แล้วรอให้โมเด็มมีการติดต่อ เมื่อมีการติดต่อกันเรียบร้อย จะมีข้อความปรากฏขึ้นที่ Status Bar ด้านซ้ายของโปรแกรมหลักว่า Connect to Box 0 ดังรูปที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 รูปโปรแกรมขณะที่มีการเชื่อมต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

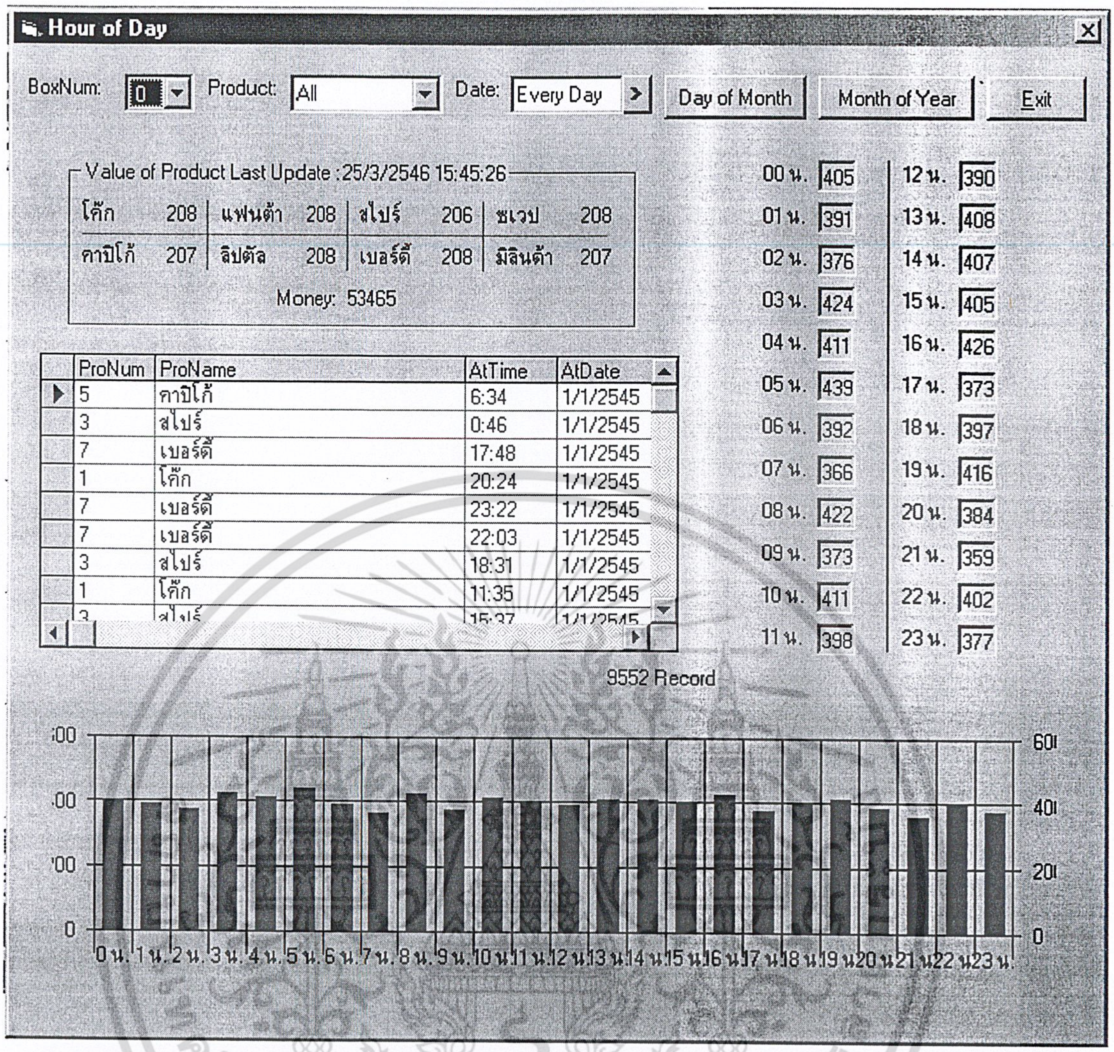
4. เลือกเมนู Setting แล้วตั้งค่าต่าง ๆ ที่ยังไม่ได้ตั้งทั้งหมด ดังแสดงในรูป



ภาพที่ 4.5 แสดงการตั้งค่าต่าง ๆ ให้กับตู้ขายสินค้า

เมื่อทำการติดตั้งเครื่องในครั้งแรกเสร็จแล้วก็สามารถที่จะติดต่อกลับไปยังตู้จำหน่ายสินค้า เพื่อที่จะโหลดข้อมูล หรือจะโปรแกรม Standby เพื่อรอการติดต่อกลับมาของตู้ขายสินค้าตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ ส่วนข้อมูลที่ได้โหลดเข้ามาจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล สามารถที่จะเปิดดู โดยเลือกที่เมนู File >> Data Report โดยสามารถเลือกดูเฉพาะสินค้าแต่ละชนิด หรือ ดูเฉพาะวันที่เลือกก็ได้ ดังแสดงในรูป

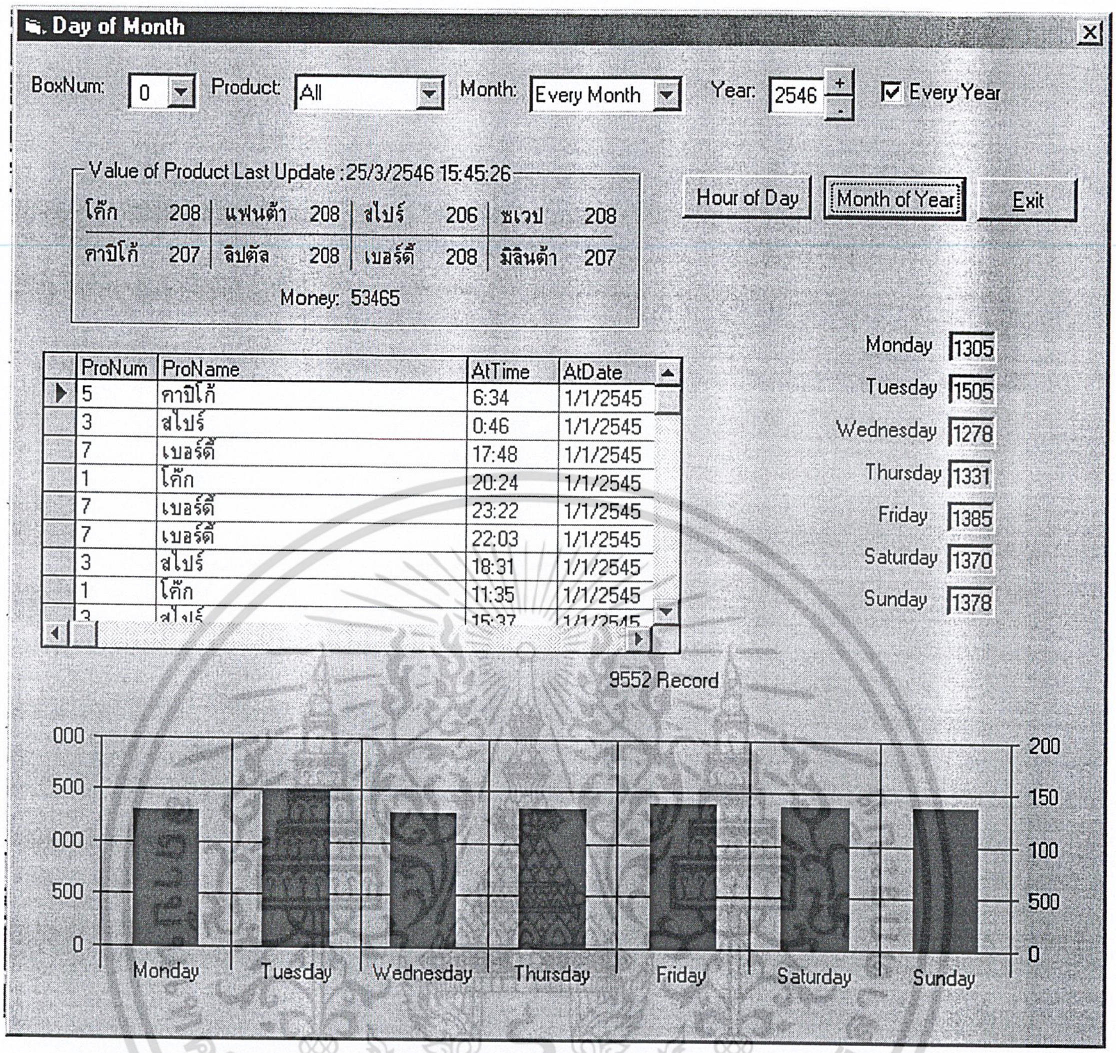
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 แสดงโปรแกรม Data Report ในแต่ละวันเป็นช่วงเวลาแต่ละชั่วโมง

จากภาพจะเห็นว่าโปรแกรมสามารถนำข้อมูลการจำหน่ายที่ได้บันทึกไว้ เรียกขึ้นมาดูได้ โดยจะนำมาวิเคราะห์ว่าภายในช่วงวันมีการจำหน่ายแต่ละช่วงเวลาเป็นอย่างไร โดยสามารถเลือกดูสินค้าทีละชนิด หรือรวมกันทั้งหมด เลือกดูเฉพาะวันใดวันหนึ่ง หรือรวมกันทุก ๆ วัน ซึ่งช่วงเวลาที่คนมาซื้อสินค้าในแต่ละช่วงจะแตกต่างกัน เราจะนำข้อมูลตรงนี้ไปใช้ประโยชน์ในการที่จะหาช่วงเวลาในการนำสินค้าไปเติม หรือเวลาที่ตั้งให้เครื่องติดต่อกลับมายังศูนย์เพื่อส่งข้อมูลต่าง ๆ

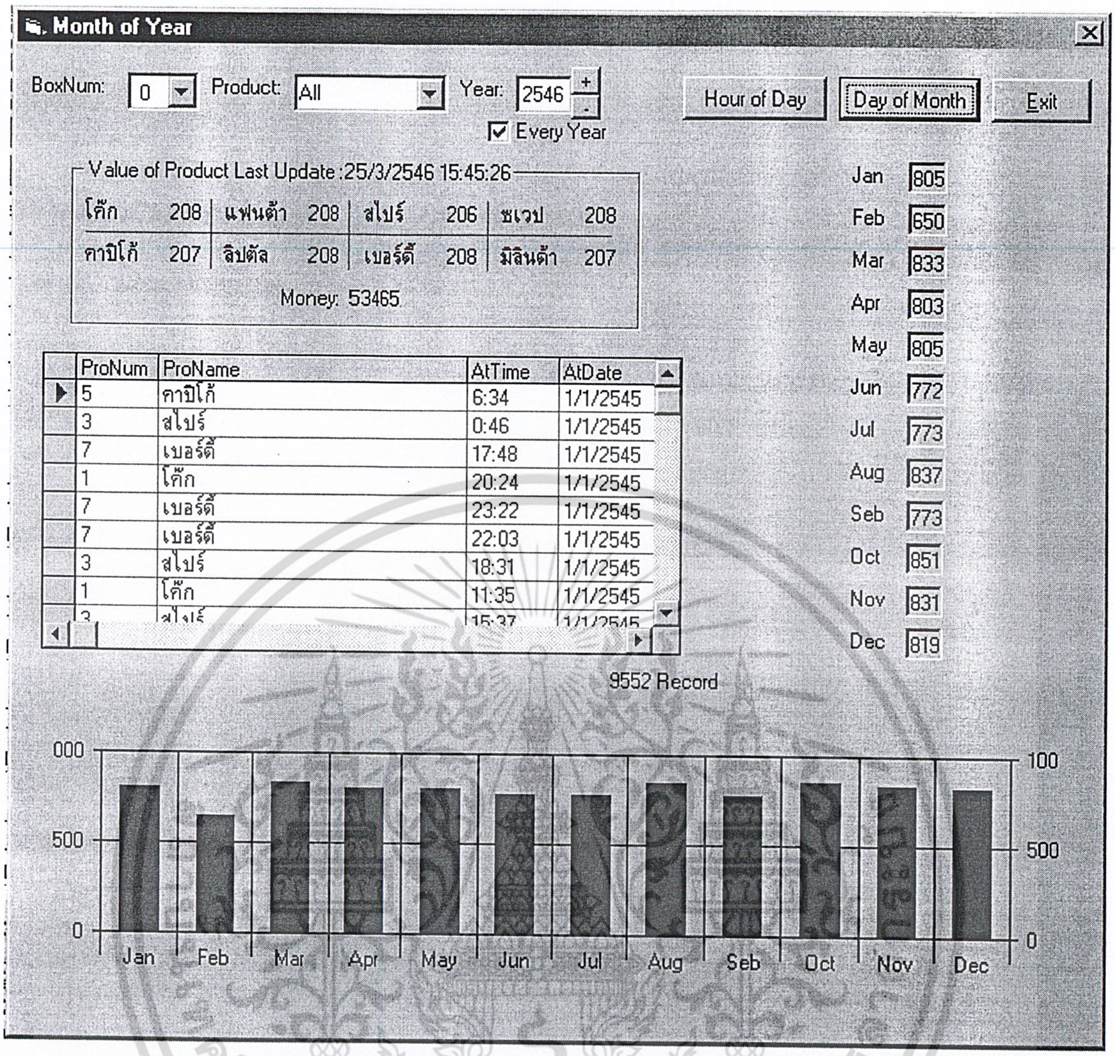
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 แสดง โปรแกรม Data Report ในแต่ละเดือนเป็นช่วงเวลาวัน

จากภาพจะเห็นว่าโปรแกรมสามารถนำข้อมูลการจำหน่ายที่ได้บันทึกไว้ เรียกขึ้นมาดูได้ โดยจะนำมาวิเคราะห์ว่าภายในช่วงเดือนมีการจำหน่ายแต่ละวันเป็นอย่างไร โดยสามารถเลือกดูสินค้าทีละชนิด หรือรวมกันทั้งหมด เลือกดูเฉพาะเดือนใดเดือนหนึ่ง หรือรวมกันทุก ๆ เดือน ซึ่งในแต่ละวันคนจะมาซื้อสินค้าไม่เท่ากัน เราจะนำข้อมูลตรงนี้ไปใช้ประโยชน์ในการที่จะหาวันที่จะนำสินค้าไปเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 แสดงโปรแกรม Data Report ในแต่ละปีเป็นช่วงเวลาเดือนต่าง ๆ

จากภาพจะเห็นว่าโปรแกรมสามารถนำข้อมูลการจำหน่ายที่ได้บันทึกไว้ เรียกขึ้นมาดูได้ โดยจะนำมาวิเคราะห์ว่าภายในช่วงปีมีการจำหน่ายเดือนเป็นอย่างไร โดยสามารถเลือกดูสินค้าทีละชนิด หรือรวมกันทั้งหมด เลือกดูเฉพาะปีใดปีหนึ่ง หรือรวมกันทุก ๆ ปี ซึ่งในแต่ละเดือนคนจะมาซื้อสินค้าไม่เท่ากัน เราจะนำข้อมูลตรงนี้ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนทางการตลาดในการผลิตสินค้าให้ตรงความต้องการของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ผลของการทำงานวิจัยนี้ ส่งผลให้สามารถสร้างตู้จำหน่ายสินค้าที่มีความสามารถดังนี้คือ

ส่วนฮาร์ดแวร์ ตู้จำหน่ายสินค้านี้สามารถ ตรวจเหรียญที่เข้ามาได้ และสามารถจำหน่ายสินค้า และทอนเงินได้ สามารถบันทึกข้อมูลการจำหน่ายสินค้าลงในหน่วยความจำและสามารถตั้งเวลาให้มีการติดต่อกลับมายังศูนย์เพื่อส่งข้อมูลที่ บันทึกนี้มายังศูนย์ได้ ทั้งยังสามารถสั่งให้มีการติดต่อส่งสัญญาณเวลาสินค้าหมดเพื่อเป็นการแสดงว่าสินค้าในตู้หมดแล้ว

ส่วนซอฟต์แวร์ตัวโปรแกรมสามารถตั้งค่าต่าง ๆ เช่น ราคาสินค้า จำนวนสินค้า จำนวนเงินได้จากบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และยังสามารถโหลดข้อมูลเพื่อดูค่าต่าง ๆ ได้ ตัวโปรแกรมยังสามารถเปิดค่าข้อมูลต่าง ๆ ที่บันทึกไว้ โดยสามารเลือกที่จะดูสินค้าที่ละชนิด หรือเลือกดูเฉพาะวันที่ต้องการ

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

ในส่วนของเครื่องตรวจเหรียญสามารถนำไปพัฒนาใช้ทำเป็นเครื่องจำหน่ายสินค้าหรือเครื่องให้บริการต่าง ๆ ได้

ส่วนการส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม นั้นสามารถนำมาพัฒนาใช้ในการตรวจสอบค่าต่าง ๆ ได้ เช่น อาจจะเป็นระบบรักษาความปลอดภัยในบ้าน โดยสามารถตรวจสอบสถานะต่าง ๆ ได้ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนขอให้มีสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Title Modem : แนะนำโมเด็มและคู่มือการใช้งาน / สุพจน์ ปุณณชัยยะ.
Edition พิมพ์ครั้งที่ 2.
Imprint กรุงเทพฯ : อินฟอร์เมติก บิซิเนส พับลิเคชั่น, 2535
Descript. 152 หน้า : ภาพประกอบ.

Title เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 / วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล.
/ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้