สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอลและเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ

Oxygen Pressure Monitor and Alarm System

จัดทำโดย

นาย เกียรติศักดิ์ แสงสุวรรณ

นาย โอภาส วงศ์คำ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50335
วัน,เดือน,ปี 29 เม.ย. 2547

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ

Oxygen Pressure Monitor and Alarm System

จัดทำโดย

นาย เกียรติศักดิ์ แสงสุวรรณ 43015201

นาย โอภาส วงศ์คำ 43015247

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ

Oxygen Pressure Monitor and Alarm System

นาย เกียรติศักดิ์ แสงสุวรรณ รหัส 43015201

นาย โอภาส วงศ์คำ รหัส 43015247

โครงงานนี้ได้รับการตรวจสอบแล้วพร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ

ผู้จัดทำ

นาย เกียรติศักดิ์ แสงสุวรรณ รหัส 43015201

นาย โอภาส วงศ์คำ รหัส 43015247

.....

(รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ

นาย เกียรติศักดิ์ แสงสุวรรณ รหัส 43015201
นาย โอภาส วงศ์คำ รหัส 43015247
อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์
ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอลและเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ (Oxygen Pressure Monitor and Alarm System) ที่ได้นำเสนอในโครงงานนี้ เป็นระบบที่นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F877 มาประยุกต์ใช้งานในการวัดความดัน แสดงผล และส่งสัญญาณเตือนออกมาเมื่อระดับความดันของออกซิเจนต่ำ นอกจากนี้ยังใช้ ในการตรวจวัดระดับแรงดันที่จ่ายออกมาจากแบตเตอรี่ซึ่งเป็นภาคจ่ายไฟ ทั้งนี้เพื่อแสดงระดับแรงดันของแบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายกำลังงานให้กับวงจรให้ผู้ใช้งานทราบถึงระดับแรงดันที่มีอยู่ เพื่อที่จะทำการชาร์ตเมื่อระดับแรงดันต่ำของแบตเตอรี่ลดต่ำลง นอกจากนี้ยังสามารถปรับตั้ง เพิ่ม หรือ ลด ค่า ความดัน หรือ แรงดัน ที่ต้องการให้เตือนได้ด้วยโดยผ่านทางสวิตช์หน้าปัด วงจรที่ใช้งานทั้งหมดถูกออกแบบให้มีขนาดค่อนข้างเล็กเพื่อที่จะสามารถแทนที่เกจตัวเดิมได้ ณ ตำแหน่งติดตั้งเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oxygen Pressure Monitor and Alarm System

Mr. Keattisak Sangsuwan 43015201

Mr. Opas vonkhum 43015247

Ass.Prof.Dr. Surapan Airphaiboon

(advisor)

8th March, Academic year 2003

Abtract

Oxygen Pressure and Alarm System in digital presented in this project is application of PIC,16F877. The system monitor oxygen pressure level and activates the alarm when oxygen pressure lower than preset level .This system also check the voltage level of the battery in the power supply unit and warning when battery needs to be recharged. In addition, the size of all circuit are designed to be able to fit the space of existing gauge.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุพการี ที่มีเมตตาให้ผู้จัดทำได้ออกมาเห็นโลกและวิถีชีวิตความเป็นไปของมวลมนุษยชาติโดยเฉพาะที่ลาดกระบังแห่งนี้ และ มุ่งหน้าสู่เป้าหมายในการเป็นมนุษย์อย่างเช่นผู้อื่นเขา ขอขอบคุณท่านอาจารย์ รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ ที่เป็นที่ปรึกษา ขอขอบคุณเพื่อนเทพที่ช่วยเสนอแนะแนวคิดต่าง ๆ ขอขอบคุณเพื่อนยูคที่คอยรับฟังคำถาม ขอขอบคุณเพื่อนป๊อ เพื่อนแอม ที่อนุญาติให้ใช้ห้องทดลองที่โรงพยาบาลราชวิถีจนสว่าง ขอขอบคุณเพื่อนธรที่ปริ๊นคู่มือ PIC 300 กว่าหน้าให้ และขอขอบคุณท่านอื่นใดที่มีส่วนช่วยในโครงงานชิ้นนี้ จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณทุก ๆ ท่านมา ณ โอกาสสุดท้ายแห่งเดียวนี้ ขอขอบคุณครับ

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
Abtract	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	3
1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการรักษาด้วยก๊าซ	4
2.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877	6
2.3 คุณสมบัติของโมดูลแสดงผลแบบผลึกเหลว	16
บทที่ 3 เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอลและเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ	26
บทที่ 4 การออกแบบ และ การ สร้าง	29
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	31
บทที่ 6 สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง	38
ภาคผนวก	
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงการลดความดันของออกซิเจนเมื่อใช้ไป เมื่อรักษาอุณหภูมิให้คงที่ 4

รูปที่ 2.2 ตารางการให้ออกซิเจนจากถังใหญ่ชนิด K 5

รูปที่ 2.3 แสดงการลดลงของความดันในถังก๊าซไนตรัสออกไซด์ 6

รูปที่ 2.4 ภาพตัดของ single-state pressure regulator 7

รูปที่ 2. 5 แสดง สถาปัตยกรรมภายในของ Microcontroller PIC16F877 11

รูปที่ 2.6 แสดงรายละเอียดขาต่อใช้งานต่าง ๆ ของ Microcontroller PIC16F877 13

รูปที่ 2.7 แสดงขาอินพุท RA0 – RA3 และ RA5 14

รูปที่ 2.8 แสดงขาอินพุท RA4 14

รูปที่ 2.9 บล็อคไดอะแกรมของภาค Analog to Digital Converter 15

รูปที่ 2.10 ไดอะแกรมการทำงานของโมดูล LCD แบบอักขระ 17

รูปที่ 2.11 รูปร่างและการจัดขาโมดูล LCD แบบอักขระ 18

รูปที่ 2.12 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของการทำงานร่วมกัน
ระหว่างขา RS , R/W และ E ของโมดุล LCD แบบอักขระ 20

รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมเชื่อมโยงการทำงานของเครื่องวัดความดันออกซิเจน
ดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ 26

รูปที่ 3.2 ก. แสดงตำแหน่งก่อนติดตั้งเครื่องวัดความดัน ออกซิเจนดิจิตอล
และเตือน 28

รูปที่ 3.2 ข. แสดงตำแหน่งหลังติดตั้งเครื่องวัดความดัน ออกซิเจนดิจิตอล และเตือน 28

รูปที่ 4.1 แสดงวงจรหลักที่ใช้งาน 29

รูปที่ 4.2 แสดงวงจรส่วนกำเนิดสัญญาณเตือนภัย 30

รูปที่ 4.3 แสดงวงจรแบ่งแรงดันเพื่อวัดค่าแรงดันแบตเตอรี่ 30

รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันที่อ่านจากชุดที่สร้างขึ้นเทียบกับ
ดิจิตอลโวลท์มิเตอร์ 34

รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันที่อ่านได้จากระบบเทียบกับ
ค่าที่อ่านได้จากเกจแบบเดิม 35

รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันจากระบบเปรียบเทียบกับค่าที่ถูกต้อง 36

รูปที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันกับค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แสดงชนิดของการขาดออกซิเจน,กลไกลการเกิด และหลักการให้ออกซิเจน 2

ตารางผลการทดลองที่ 1 การเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นเลขฐานสอง 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โดยปกติ การให้ออกซิเจนกับผู้ป่วยที่ใช้กันอยู่ตามโรงพยาบาลโดยทั่วไป ที่เป็นรูปแบบของการให้แบบชั่วคราว เป็นการให้จากถังออกซิเจน ซึ่งถังที่ใช้จะมีขนาดไม่ใหญ่โตมากนัก เนื่องจากต้องการให้ มีความคล่องตัว สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เช่น เมื่อออกซิเจนหมดลงจะต้องทำการเปลี่ยนถัง จึงต้องมีการเคลื่อนย้าย นอกจากนี้ยังสามารถที่จะเคลื่อนย้ายไปมาพร้อมกับผู้ป่วยได้สะดวก หรือ สนองความคล่องตัวสำหรับการใช้ในห้องผ่าตัด ดังนั้นความจุของถังที่ใช้กันจึงมีความจุน้อย ต้องมีการเปลี่ยนถังอยู่เสมอ และพบว่า ต้องเสียเวลาคอยระวัง เฝ้าดู เพื่อป้องกันมิให้ผู้ป่วยขาดออกซิเจนหายใจ ทั้งนี้เนื่องจากระบบที่ใช้กันอยู่นั้นยังไม่มีส่วนของสัญญาณเตือนภัยเมื่อออกซิเจนในถังใกล้หมด และหากเกิดการเผลอเรอ หรือ ลืมอาจจะทำให้คนไข้เสียชีวิตได้อันเนื่องมาจากสภาวะการขาดออกซิเจน (hypoxia)

ภาวะการขาดออกซิเจน (hypoxia)

ภาวะการขาดออกซิเจนมีสาเหตุได้หลายอย่างด้วยกัน ประโยชน์ที่ได้รับจากการรักษาด้วยก๊าซออกซิเจนก็แตกต่างกันด้วย ข้อสรุปของการขาดออกซิเจน, กลไกการเกิด และผลของการให้ออกซิเจน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิด	กลไก	การให้ออกซิเจน
1.Atmosperic anoxia	อากาศหายใจมี O_2 น้อย 1.ขึ้นไปที่สูงเพราะความดันต่ำ 2.อยู่ในที่ซึ่งมี O_2 น้อย	ได้ผลถูกจุดประสงค์เต็มที่เพราะแก้ไขภาวะออกซิเจนน้อย
2.Hypoventi-lation anoxia	ออกซิเจนเข้าไปในถุงลมได้น้อย 1.กลไกการนำไปยังถุงลมไม่ดี 2.การอุดกั้นทางเดินอากาศหายใจ	ถ้าหายใจ O_2 100 % เข้าไปจะสามารถนำออกซิเจนเข้าไปยังถุงลมได้ 5 เท่า (อากาศธรรมดามี O_2 อยู่ 20% ฉะนั้นอาจเพิ่ม O_2ในร่างกายได้ถึง 4 เท่า)
3.Diffusion anoxia	เช่นโรคหืดเพราะหลอดลมตีบ พื้นที่แลกเปลี่ยนแก๊สน้อย เช่น เมื่อเนื้อเยื่อถูกทำลายหรือเสียไป	ได้ผลดีที่ PO_2 จะเพิ่มจาก 100 มม.ปรอทเป็น 600 มม.ปรอท (partial p. ของอากาศธรรมดาซึ่งมี 20 % เป็น 100 และของ O_2 บริสุทธิ์ 600 มม.ปรอท) ฉะนั้น เพิ่ม diffusion gradient โดยวิธีนี้อาจได้ O_2 เพิ่มถึง 8 เท่า
4.Abnormal Ventilation Perfusion Ratio	เลือดผ่านปอดน้อยเพราะต้องผ่านทางลัดไปทางอื่น	ได้ผลปานกลางเพราะเพียงแต่ช่วยเพิ่ม O_2 ที่ละลายไปในเลือดคือเมื่อ PO_2 เพิ่มจาก100 เป็น 600 มม.ปรอท อาจทำให้ O_2 ในเลือดเพิ่มจาก 5 เป็น 6.5 vol.%แม้เพียงเล็กน้อยมากแต่อาจช่วยชีวิตไว้ได้
5.Hypohemo-globinemic anoxia	เลือดมี O_2 น้อย	ได้ผลน้อยมากเพราะแม้เลือดจะรับ O_2 เต็มที่แล้วแต่ปริมาณเลือดไปยังเนื้อเยื่อไม่เพียงพออย่างไรก็ดีอาจช่วยเพิ่ม O_2 ได้ถึง 20 %
6.ischemic anixia	cardiac output น้อย เพราะหัวใจอ่อนแรง	ไม่มีประโยชน์เลย
7.tissue utilzation anoxia	เนื้อเยื่อใช้ O_2 ไม่ได้ เช่นพิษจาก cyanide	

ตารางที่ 1.1 แสดงชนิดของการขาดออกซิเจน กลไกลการเกิด และหลักการให้ออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาระบบการทำงานของการให้ออกซิเจนกับผู้ป่วยแบบชั่วคราว และ สร้างระบบเตือนภัยสำหรับเตือนภัยเมื่อออกซิเจนใกล้หมด

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน

1. ศึกษาการทำงานของระบบการรักษาด้วยก๊าซออกซิเจน
2. ศึกษาการทำงานพื้นฐานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877 เพื่อนำมาออกแบบและสร้างวงจรในส่วนที่ใช้งาน
3. ออกแบบติดตั้งเครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำแทนระบบเดิมที่ใช้งานอยู่

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน

1.สามารถลดอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยจากการขาดอากาศหายใจ อันเนื่องมาจากการลืมเปลี่ยนหรือเปลี่ยนออกซิเจนไม่ทันได้

2.ลดภาระหน้าที่ของพยาบาลในการเฝ้าระวังตรวจตราปริมาณออกซิเจนในถัง

3.ช่วยให้การทำงาน อย่างเช่น การผ่าตัด ราบรื่นขึ้น เพราะไม่ต้องคอยกังวลเรื่องออกซิเจนในถังที่ให้ผู้ป่วย

4.สามารถสร้างขึ้นใช้งานได้ภายในประเทศ โดยพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างชาติให้น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เครื่องมือที่ใช้ในการรักษาด้วยก๊าซ

เครื่องมือที่ใช้ในการรักษาซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังต่อไปนี้

1.ต้นตอของก๊าซ (gas delivery system) นอกจากจะได้จากระบบท่อในหอผู้ป่วยหนักแล้ว ยังได้จากต้นตออีก 3 อย่างคือ

(1) ถังก๊าซที่มีความดันสูง (high pressure cylinder) ซึ่งจะเน้นและกล่าวโดยละเอียดต่อไป

(2) ระบบออกซิเจนเหลว (liquid oxygen system) เก็บออกซิเจนไว้ที่อุณหภูมิต่ำมากทำให้ไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่

(3) ระบบแยกออกซิเจนออกจากอากาศ (oxygen enriching system) เป็นเครื่องที่แยกออกซิเจนออกจากอากาศ

ถังออกซิเจนที่มีความดันสูง

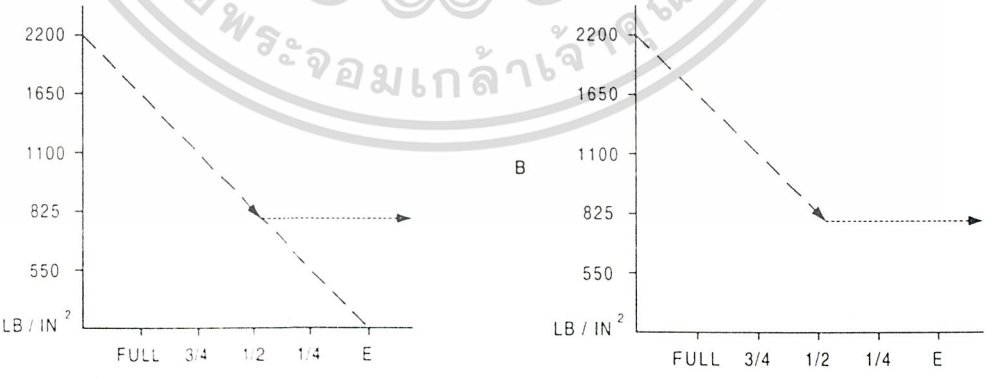
ถังเหล็กโดยทั่วไปส่วนมากมีหลายขนาด แต่ที่ใช้กันโดยทั่วไป คือ D.E.H.K

ขนาด H เมื่อบรรจุเต็มหนัก 155 ปอนด์ เมื่อเป็นถังเปล่าหนัก 135 ปอนด์

ขนาด K เมื่อบรรจุเต็มหนัก 125 ปอนด์ เมื่อเป็นถังเปล่าหนัก 105 ปอนด์

ขนาด E เมื่อบรรจุเต็มหนัก 18.5 ปอนด์ เมื่อเป็นถังเปล่าหนัก 15 ปอนด์

ขนาด D เมื่อบรรจุเต็มหนัก 13 ปอนด์ เมื่อเป็นถังเปล่าหนัก 10 ปอนด์



รูปที่ 2.1 ก แสดงการลดความดันของออกซิเจนเมื่อใช้ไป เมื่อรักษาอุณหภูมิให้คงที่ไว้แล้วจำนวนออกซิเจนที่เหลือในถังจะได้สัดส่วนกับค่าความดันของก๊าซที่อ่านได้

ข แสดงว่าความดันของก๊าซที่ลดลงเรื่อยๆเมื่อใช้ออกซิเจนนั้นจะคงที่เมื่อปิดการใช้ออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทราบจำนวนออกซิเจนในถัง

เมื่อต้องการใช้ออกซิเจนเป็นเวลานานๆ ต้องคำนวณว่าจะต้องใช้ก๊าซหมดในเวลาเท่าใด จะได้เตรียมการเพื่อการเปลี่ยนให้ถูกต้อง ออกซิเจนที่อยู่ในถังโดยทั่วไปจะมีความดัน 2,200 psi (pound per square inch) ส่วนตัวถังเหล็กนั้นจะทนความดันได้ 3,000 psi ความดันออกซิเจนจะลดลงได้สัดส่วนกับจำนวนออกซิเจนที่อยู่ในถัง (รูปที่1) เมื่อความดันลดลงถึง 1,100 psi ก๊าซจะเหลือครึ่งหนึ่งของถังและเมื่อ ความดันลดลงเหลือ 500 psi ก๊าซจะเหลือ 1/4 ของถังสามารถคำนวณเวลาที่จะใช้ก๊าซจนหมดถังได้

(Cylinder size ft ^{3} 28.32)/(L/min.) = remaining L/min.(1 ft ^{3} = 28.32 L at STP.)

(remaining L/min.)/60 min. = hrs.

ตัวอย่าง ถังออกซิเจนขนาด H ใช้ออกซิเจนในอัตรา 10 L/min. (ถังขนาด H = 244 ft ^{3} 1 ft)

244 ft ^{3} 28.32 = 6910.08 L

6910.08 / (10 L/min.) = 691.08 L/min.

691.09 / (60 min) = 11.51 hrs.

ตารางแสดงเวลาการใช้ออกซิเจน เมื่อใช้อัตราการไหลแตกต่างกันได้แสดงไว้ในรูปที่ 2

LITER FLOW	CYLINFER CONTENTS			
	Full	1/2Full	3/4Full	1/4Full
	Remaining hours of service			
2	56	42	28	14
4	28	21	14	7
5	22	16(1/2)	11	5(1/2)
6	18(1/2)	13(1/2)	9(1/2)	4(1/2)
7	16	12	8	4
8	14	10	5	2(1/2)
10	11	8	5	2(1/2)
15	7	5	3(1/2)	1(1/2)

รูปที่ 2.2 ตารางการให้ออกซิเจนจากถังใหญ่ชนิด K

อีกวิธีหนึ่งใช้คำนวณอายุการใช้ก๊าซที่อยู่ในถังโดยใช้ความดัน

(Cylinder size in ft ^{3} 28.3) / full tank pressure = constant (L/psi)

(observed pressure gauge constant) / gas flow L/min. = duration of constant in minutes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

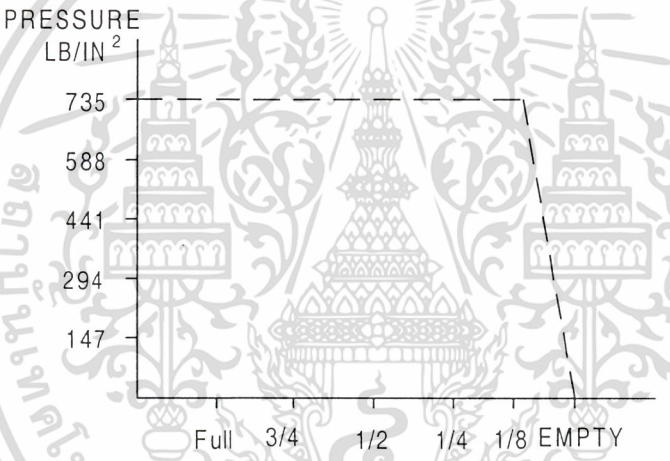
<u>ตัวอย่าง</u> ถังขนาด E ใช้ออกซิเจนด้วยอัตรา 5 L/min. และความดันในถัง 700 psi (ถังขนาด E มีปริมาตร 22 ft^3 2,200 psi)

22 *28.3 = 622.6

622.6/2,200 = 0.28 L/psi

(700 * 0.2 8) / 5 = 39.2 minnutes

ถ้าก๊าซที่อยู่ในถังเป็นของเหลว เช่น ไนตรัสออกไซด์หรือคาร์บอนไดออกไซด์ การใช้ความดันก๊าซเป็นเครื่องบอกความดันก๊าซในถังจะไม่ได้ประโยชน์ สำหรับไนตรัสออกไซด์ส่วนหนึ่งจะเป็นของเหลว อีกส่วนหนึ่งจะเป็นของก๊าซ เมื่อก๊าซถูกนำออกไป ของเหลวก็จะระเหยเข้ามาแทนที่ ความดันจึงไม่ลด (รูปที่ 3) เมื่อของเหลวจวนจะหมดถังแล้วความดันจึงจะลดลง



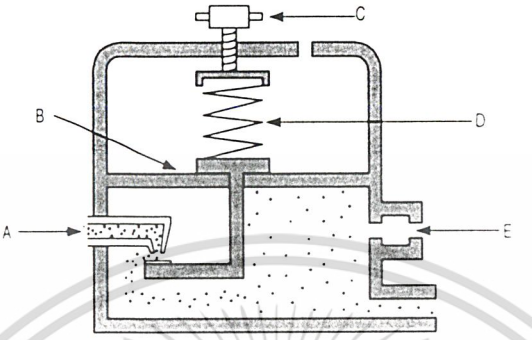
รูปที่ 2.3 แสดงการลดลงของความดันในถังก๊าซไนตรัสออกไซด์ จะเห็นได้ว่าขณะกำลังให้ก๊าซอยู่นั้นความดันไม่ลดลงเลย จนไนตรัสออกไซด์ ที่เป็นของเหลวระเหยหมด ความดันจึงจะเริ่มลดลง

2. อุปกรณ์ควบคุมความดันของก๊าซ (pressure regulator)

ซึ่งจะอาศัยเครื่องควบคุมการไหลชนิดปรับได้ (adjustable regulator) รูปที่ 4 แสดงเครื่องควบคุมการไหลของชนิดปรับค่าได้ กลไกลการทำงานของเครื่องมีดังนี้คือ ก๊าซจากต้นตอที่มีความดันสูงจะมาต่อเข้ากับช่อง A เมื่อเปิดลิ้นของถังก๊าซ ความดันของก๊าซจะดันแผ่นที่ปิดข้างหน้าท่อให้เคลื่อนห่างออกไป แต่แผ่นนี้ติดต่อกับแผ่นไดอะแฟรม (B) ที่อยู่ตรงกลางซึ่งมีสปริง (D) ยึดติดอยู่อีกต่อหนึ่ง ความแข็งอ่อนของสปริงนั้นปรับได้โดยสกรู (C) ก๊าซจะไหลผ่านออกไปใช้งานทางช่อง (E) ก๊าซจะถูกลดและปรับความดันโดยอาศัยกลไกล คือ เมื่อก๊าซไหลเข้ามามากจะดันไดอะแฟรมให้สูงขึ้น และยกแผ่นโลหะปิดปากท่อ (A) เป็นการกำจัดไม่ให้ก๊าซเข้ามาอีก เมื่อความดันในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลง ปากท่อ (A) ถูกเปิด ก๊าซที่มีความดันสูงไหลเข้ามาได้อีก ดังนั้นก๊าซที่ไหลออกไปใช้ช่องทาง (E) จึงมีความดันที่ลดลงและมีความดันค่อนข้างคงที่ สามารถปรับความดันได้โดยสกรู (C)



รูปที่ 2.4 ภาพตัดของ single-state pressure regulator A เป็นต้นตอของก๊าซความดันสูง , B ไดอะเฟรม, C สกรูสำหรับปรับ , D สปริง และ E ก๊าซที่ปล่อยออกมา

การทำงาน

โดยปกติดังที่กล่าวมาข้างต้นถังก๊าซที่ใช้งานจะบรรจุก๊าซที่มีความดัน 2200 psi ซึ่งจะถูกนำไปใช้งานกับคนไข้นี้ จะไม่สามารถนำไปใช้กับคนไข้ได้ ถ้าไม่ลดความดันลงเนื่องจากความดันที่สูงเกินไป ดังนั้นจึงนำ pressure regulator มาทำการลดความดันลงให้เหลือเพียง 50 psi ก่อนที่จะปล่อยไปใช้งาน ทั้งนี้ก็เพื่อให้เครื่องช่วยหายใจและอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงานได้ เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้ถูกออกแบบมาให้ทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีก๊าซจากภายนอกที่มีความดัน 50 psi (ค่าความดัน 50 psi เป็นความดันที่วัดเทียบกับความดันบรรยากาศ) ในระบบท่อนำก๊าซ (Pipe Line) หน่วยที่ทำหน้าที่ ส่งสัญญาณเตือน เมื่อแรงดันของก๊าซลดลงจนไม่สามารถนำไปใช้กับเครื่องช่วยหายใจได้ ในการทำงานของหน่วยนี้ ส่วนที่สำคัญที่สุดก็คือ pressure switch ซึ่งใช้กับก๊าซและ Medical Air ซึ่งโดยปกติแล้ว pressure switch จะถูกตั้งไว้ที่ 80 psig เมื่อแรงดันต่ำกว่า 80 psig สัญญาณเตือนจะดังขึ้นทันที

ซึ่งปกติโดยทั่วไปมาตรฐานสำหรับถังก๊าซถังใหญ่จะใช้ได้นาน 4-6 ชม.

*หมายเหตุ

1 ปอนด์ = 51.715 มิลลิเมตรปรอท 1 kpsi = 0.072 มิลลิเมตรปรอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ Microcontroller PIC16F877

Microcontroller เบอร์ 16F877 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล PIC (Peripheral Interface Controller) ของบริษัทไมโครชิปเทคโนโลยี (Microchip Technology) ภายใน Microcontroller PIC 16F877 มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Technology) เป็นแบบแฟลช (Flash) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้านับพันครั้ง

Microcontroller PIC16F877 จัดอยู่ในกลุ่มของไมโครโปรเซสเซอร์แบบ RISC (Reduce Intruction Set Computer) กล่าวคือไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้จะมีชุดคำสั่งเพียงแค่ 35 คำสั่งพื้นฐานเท่านั้นและทุกคำสั่งสามารถทำให้เสร็จสิ้น ได้ด้วยการใช้สัญญาณนาฬิกาเพียงลูกเดียวทั้งยังทำงานในลักษณะแบบไปป์ไลน์ (Pipe Line) เหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์สมัยใหม่ความเร็วในการทำงานจึงสูงมากเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ ที่ความถี่ทำงานที่สัญญาณนาฬิกาเดียวกัน

คุณสมบัติทางเทคนิคของ PIC16F877

สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU) ส่วนของเพอริเฟอรัล (Peripheral) และคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ

คุณสมบัติทางเทคนิคของหน่วยประมวลผลกลางภายใน Microcontroller PIC16F877

- หน่วยประมวลกลางเป็นแบบ RISC
- มีคำสั่งเพียง 35 คำสั่ง ขนาด 14 บิต
- ทุกคำสั่งใช้เวลาการประมวลผลเพียง 1 ไซเกิลของสัญญาณนาฬิกา หรือประมาณ 250 นาโนวินาทีที่สัญญาณนาฬิกาความถี่ 4 MHz ยกเว้นชุดคำสั่งการกระโดดจะใช้เวลา 2 ไซเกิล ของสัญญาณนาฬิกา
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีโหมดการอ้างอิงแอดเดรส 3 โหมด คือ แบบโดยตรง (Direct) แบบโดยอ้อม (Indirect)และแบบสัมพัทธ์ (Relative)

คุณสมบัติทางเทคนิคของเพอริเฟอรัลใน Microcontroller PIC16F877

- มีไทม์เมอร์ / เคาเตอร์ ขนาด 8 บิต คือ TMR0 พร้อมกับปรีสเกลเลอร์ขนาด 8 บิตที่สามารถโปรแกรมได้
- มีไทม์เมอร์ / เคาเตอร์ ขนาด 16 บิต คือ TMR1 พร้อมกับปรีสเกลเลอร์
- มีไทม์เมอร์ / เคาเตอร์ ขนาด 8 บิต คือ TMR2 พร้อมกับปรีสเกลเลอร์และโพสสเกลเลอร์ ขนาด 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีขาอินพุท 33 ขาสามารถกำหนดเป็นขาอินพุทหรือเอ้าพุทได้โดยอิสระ
- มีกระแสซิ้ง (Sink) สูงสุด 25 มิลลิแอมป์ต่อขา
- มีกระแสซิ้ง (Source) สูงสุด 25 มิลลิแอมป์ต่อขา
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI

คุณสมบัติอื่น ๆ

- มีเพาเวอร์ออนรีเซ็ต (POR : Power – On Reset)
- มีเพาเวอร์อัพไทม์เมอร์ในตัว (PWRT : Power – Up Timer)
- มีออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัพไทม์เมอร์(OST : Oscillator Start - Timer)
- มีวิ็อตช์ด็อกไทม์เมอร์ (WDT : Watch Dog Timer) พร้อมกับวงจรออสซิลเลเตอร์ RC ภายในเพื่อช่วยให้การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์มีเสถียรภาพยิ่งขึ้น
- ป้องกันการคัดลอกข้อมูลในหน่วยความจำ
- มีระบบการเปลี่ยนแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอลสมบูรณ์ในตัวเอง
- มีโหมดประหยัดพลังงาน หรือ สลีปโหมด (Sleep Mode)
- สามารถเลือกวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้กำหนดการทำงานได้
- การเขียนข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบอนุกรมผ่านขาใช้งานเพียง 2 ขา
- ย่านไฟเลี้ยง 2.0 – 5.5 โวลท์
- ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า
    - น้อยกว่า 0.6 มิลลิแอมป์ที่ไฟเลี้ยง +3 โวลท์ สัญญาณนาฬิกาความถี่ 4 MHz
    - 20 ไมโครแอมป์ ที่ไฟเลี้ยง +3 โวลท์ สัญญาณนาฬิกาความถี่ 32 kHz
    - น้อยกว่า 1 ไมโครแอมป์ขณะอยู่ใน โหมดสลีป (Sleep Mode)

สถาปัตยกรรมของ Microcontroller PIC16F877

Microcontroller PIC16F877 ได้รับการบรรจุหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ และ หน่วยอินพุทเอ้าพุทไว้พร้อมสรรพทั้งยังมีไทม์เมอร์และวอตช์ด็อกครบถ้วนมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 5

Microcontroller PIC16F877 มีการจัดสรรหน่วยความจำดังนี้

หน่วยความจำโปรแกรม มีโครงสร้างเป็นหน่วยความจำแบบแฟลช (Flash) มีขนาด 8 กิโลเวิร์ด โดยใน 1 เวิร์ด มีขนาด 14 บิต

หน่วยความจำข้อมูล อีอีพรอม ขนาด 256 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำข้อมูลแรม ได้รับการกำหนดการทำงานเป็นรีจิสเตอร์กำหนดแฟ้มข้อมูล หรือ รีจิสเตอร์ไฟล์ขนาด 386 ไบต์

การเข้าถึงหน่วยความจำทั้งหมดของหน่วยประมวลผลกลางภายในไมโครคอนโทรลเลอร์นี้สามารถกระทำได้ 3 ลักษณะ คือ แบบ โดยตรง โดยอ้อม และแบบสัมพัทธ์ โดยมีรีจิสเตอร์แบบ FSR (File Select Register) ทำหน้าที่ควบคุมการเข้าถึงหน่วยความจำแบบโดยอ้อม

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามคำสั่งที่กำหนดให้ ข้อมูลของชุดคำสั่งจะถูกนำไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์คำสั่ง จากนั้นจะถูกส่งต่อไปยังวงจรถอดรหัส เพื่อทำการควบคุมไทม์เมอร์ทั้งหมดในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ยังส่งไปควบคุมหน่วยคำณวนทางคณิตศาสตร์โดยผ่านวงจรมัลติเพล็กซ์ด้วย

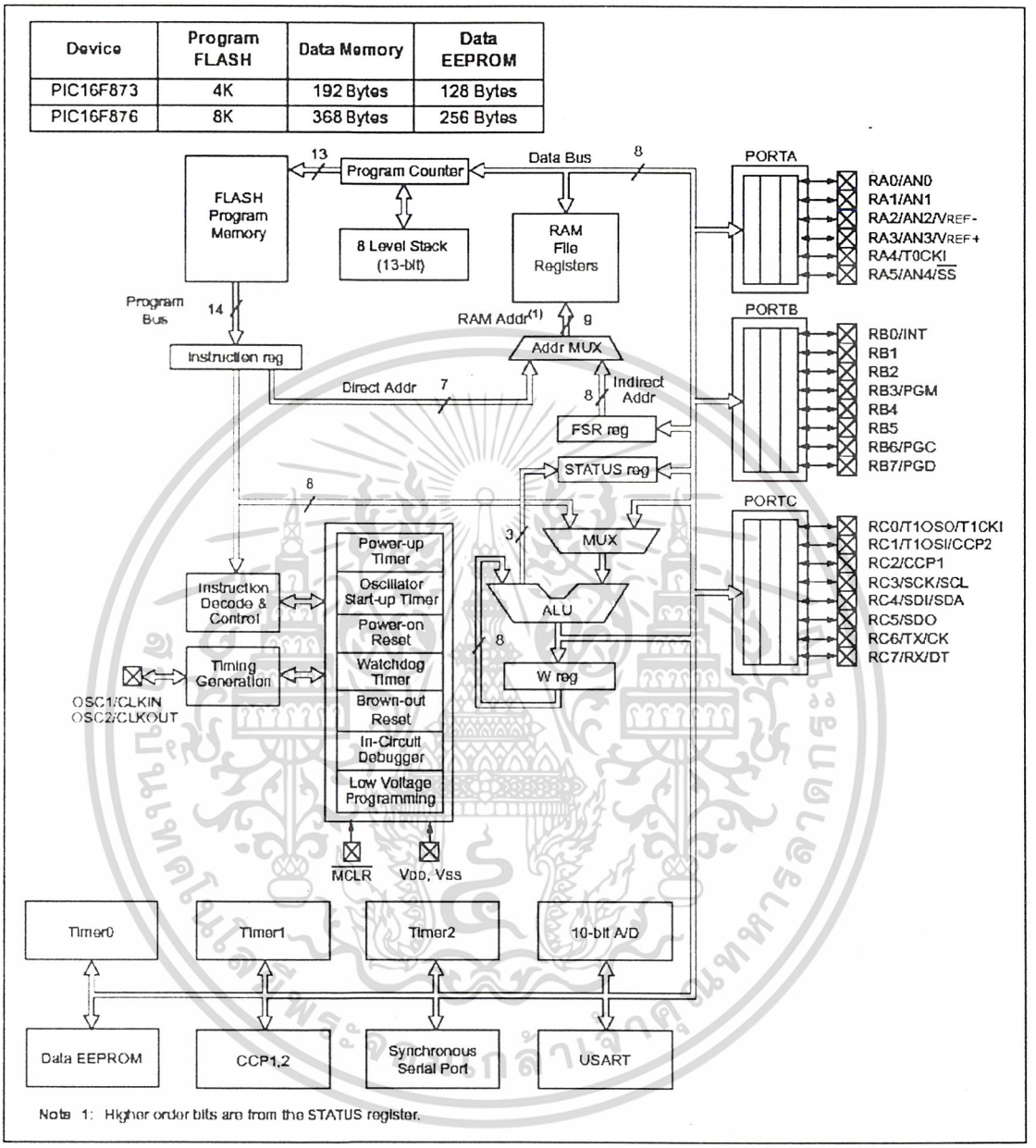
หน่วยความจำทางคณิตศาสตร์ (Arithmatic Logic Unit : ALU) มีขนาด 8 บิต สามารถทำการ บวก ลบ เลื่อนข้อมูล และประมวลผลทางลอจิก โดยใช้ฟังชั่นบูลีน ในการทำงาน ALU จะต้องมีการใช้รีจิสเตอร์ช่วย W เสมอ ซึ่ง CPU ไม่สามารถที่จะเข้าถึง รีจิสเตอร์ W นี้ได้โดยตรงเมื่อ ALU ทำงานจะมีผลต่อบิตทด (Carry Bit) บิตหลักทด (Digit Carry)และบิตศูนย์ (Zero Bit) ในรีจิสเตอร์สเตตัส (status register)

ในส่วนของพอร์ตอินพุท Microcontroller PIC16F877 มีด้วยกัน 5 พอร์ตคือ พอร์ต A B C D และ E โดยในพอร์ต A มี 5 บิต คือ RA0 – RA4 สำหรับ RA4 ยังใช้เป็นขาอินพุทสำหรับรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกให้แก่ TMR0 ด้วย และพอร์ต A ยังเป็นพอร์ตที่ใช้รับสัญญาณอนาลอกจากภายนอก พอร์ต B มี 8 บิต คือ RB0 – RB7 สำหรับ RB0 ยังใช้เป็นขาอินพุทสำหรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ด้วย

การกำหนดจังหวะการทำงานของ Microcontroller PIC16F877 เป็นหน้าที่ของส่วนกำเนิดจังหวะการทำงาน (Timing Generation) ซึ่งต้องทำงานสัมพันธ์กับไทม์เมอร์ทั้ง 3 ตัว คือ

- เพาเวอร์อัพไทม์เมอร์
- ออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัพไทม์เมอร์
- วอตช์ด็อกไทม์เมอร์ สำหรับ Microcontroller PIC16F877 สามารถที่จะใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก โดยต่อเข้าที่ OSC1 และ OSC2 หรือจะใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เองก็ได้โดยการต่อ ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2. 5 แสดง สถาปัตยกรรมภายในของ Microcontroller PIC16F877

รายละเอียดขาต่าง ๆ ของ Microcontroller PIC16F877

OSC1/CLKIN สำหรับป้อนสัญญาณนาฬิกาจากแหล่งกำเนิดภายนอก

OSC2/CLKOUT สำหรับป้อนสัญญาณนาฬิกาออกสู่ภายนอก

$\overline{\text{MCLR}}$ / VPP เป็นขา Reset

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PORTA เป็น Bi-directional I/O port

RA0/AN0	อนาลอกอินพุท 0
RA1/AN1	อนาลอกอินพุท 1
RA2/AN2/VREF-	อนาลอกอินพุท 2 หรือ ป้อนแรงดันอ้างอิงลบ
RA3/AN3/VREF+	อนาลอกอินพุท 3 หรือ ป้อนแรงดันอ้างอิงบวก
RA4/T0CKI	เป็น Clock input สำหรับ TIMER0
RA5/$\overline{SS}$/AN4	เป็นอนาลอกอินพุท 4 หรือ เป็นขา slave select for the synchronous serial port

PORTB เป็น Bi-directional I/O port

RB0/INT	ขาการขอขัดจังหวะการทำงานจากภายนอก
RB1	Bi-directional I/O
RB2	Bi-directional I/O
RB3/PGM	เป็นอินพุทสำหรับการโปรแกรมที่ระดับแรงดันต่ำ
RB4	Bi-directional I/O
RB5	Bi-directional I/O
RB6/PGD	interrupt-on-change-pin หรือ In-Circuit Debugger pin สำหรับการโปรแกรมแบบอนุกรม

PORTC	เป็น Bi-directional I/O port
RC0/T1OSO/T1CKI	ใช้เป็นทั้ง Timer1 oscillator output หรือ Timer1 clock input
RC1/T1OSI/CCP2	ใช้เป็นทั้ง Timer1 oscillator intput หรือ Capture2 input / Compare2 output / PWM2 output
RC2/CCP1	Capture1 input / Compare1 output / PWM1 output
RC3/SCK/SCL	ใช้เป็น synchronous serial clock I/O ทั้งในกรณีที่ใช้เป็น SPI และ I^2C mode
RC4/SDI/SDA	กรณีที่ใช้เป็น SPI Mode จะใช้เป็นขาเอินพุทหรือทั้งอินพุทและเอาพุทกรณี I^2C Mode
RC5/SDO	เป็นทางออกข้อมูลของ SPI สำหรับ SPI Mode
RC6/TX/CK	USART Asynchronous Transmit หรือ Synchronous Clock
RC7/RX/DT	USART Asynchronous Receive หรือ Synchronous Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PORTD ทั้งหมดประกอบด้วย RD0 – RD7 เป็น Bi-directional I/O port หรือ parallel slave port เมื่อ ต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์บัส

PORTE เป็น Bi-directional I/O port

RE0/$\overline{RD}$/AN5 ขา read control for parallel slave port หรือ อนาลอกอินพุท 5

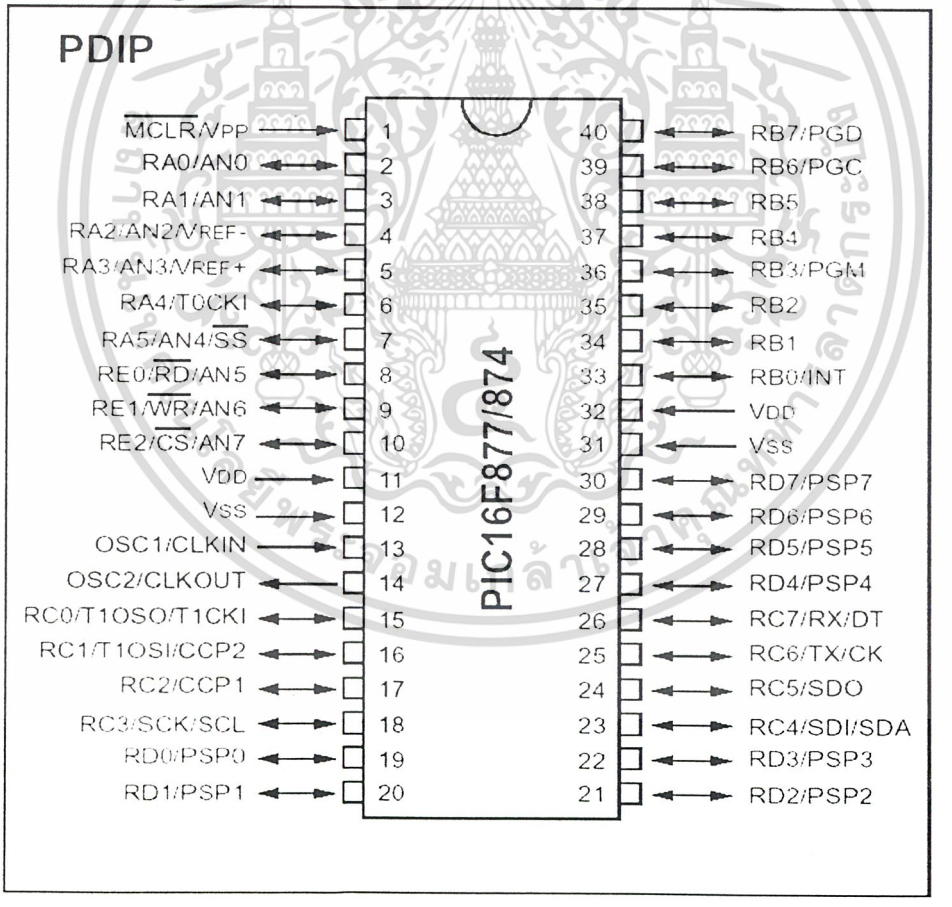
RE1/$\overline{WR}$/AN6 ขา read control for parallel slave port หรือ อนาลอกอินพุท 6

RE2/$\overline{CS}$/AN7 ขา read control for parallel slave port หรือ อนาลอกอินพุท 7

V_{SS} ขากราวด์

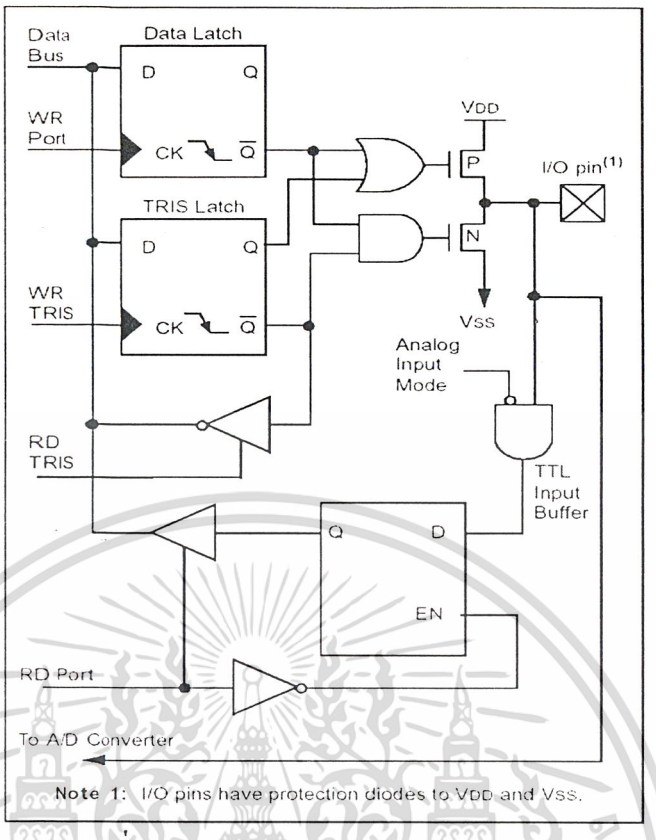
V_{DD} ขาไฟเลี้ยงบวก

NC ไม่ใช้งาน

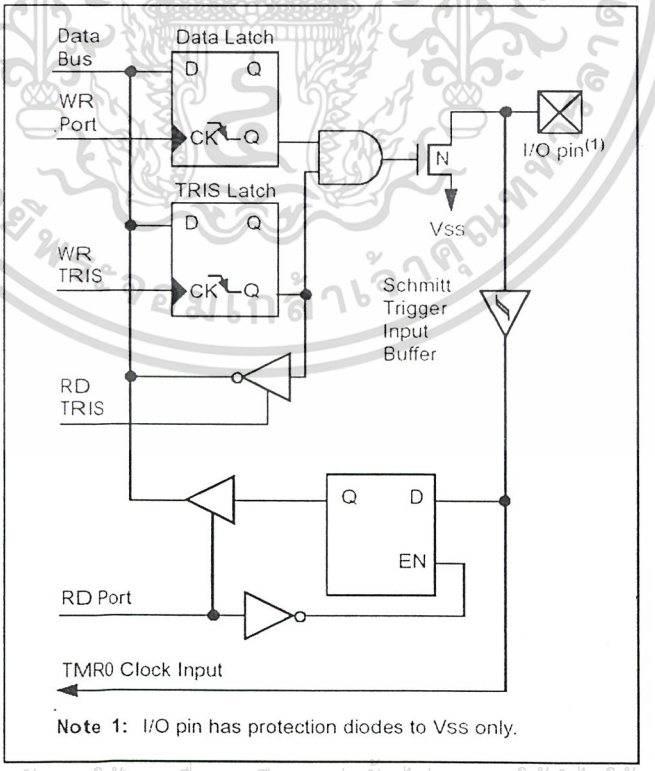


รูปที่ 2.6 แสดงรายละเอียดขาต่อใช้งานต่าง ๆ ของ Microcontroller PIC16F877

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

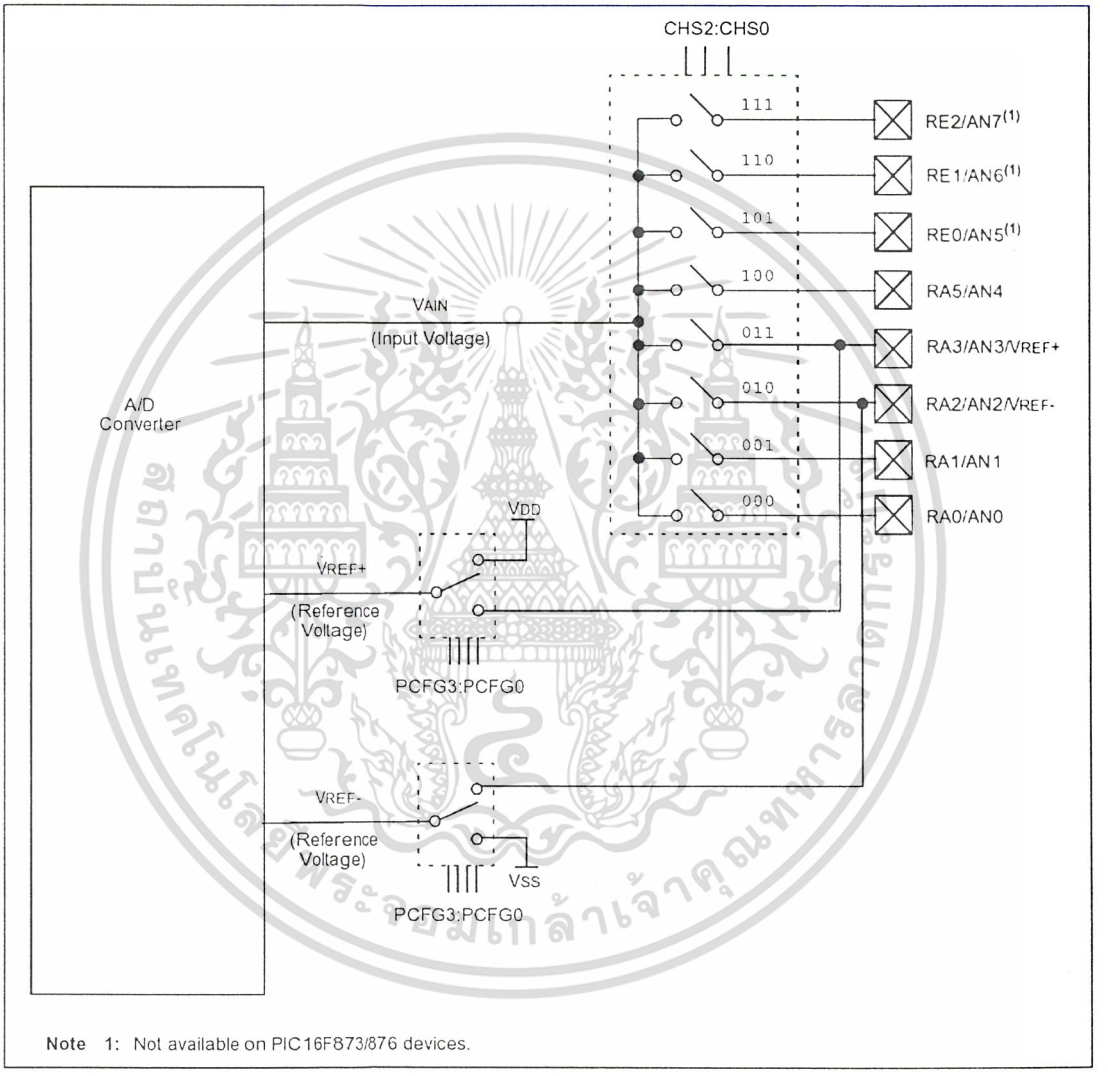


รูปที่ 2.7 แสดงขาอินพุท RA0 – RA3 และ RA5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 แสดงขาอินพุท RA4



รูปที่ 2.9 บล็อคไดอะแกรมของภาค Analog to Digital Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน PIC กับโมดูลแสดงผลแบบผลึกเหลว

โมดูล LCD (Liquid Crystal Display) สามารถแบ่งประเภทตามลักษณะของการแสดงผลได้ 3 แบบคือ LCD แบบอักขระ (character LCD module), LCD แบบกราฟิก (graphic LCD module) และ LCD แบบเซกเมนต์ (segment LCD module)

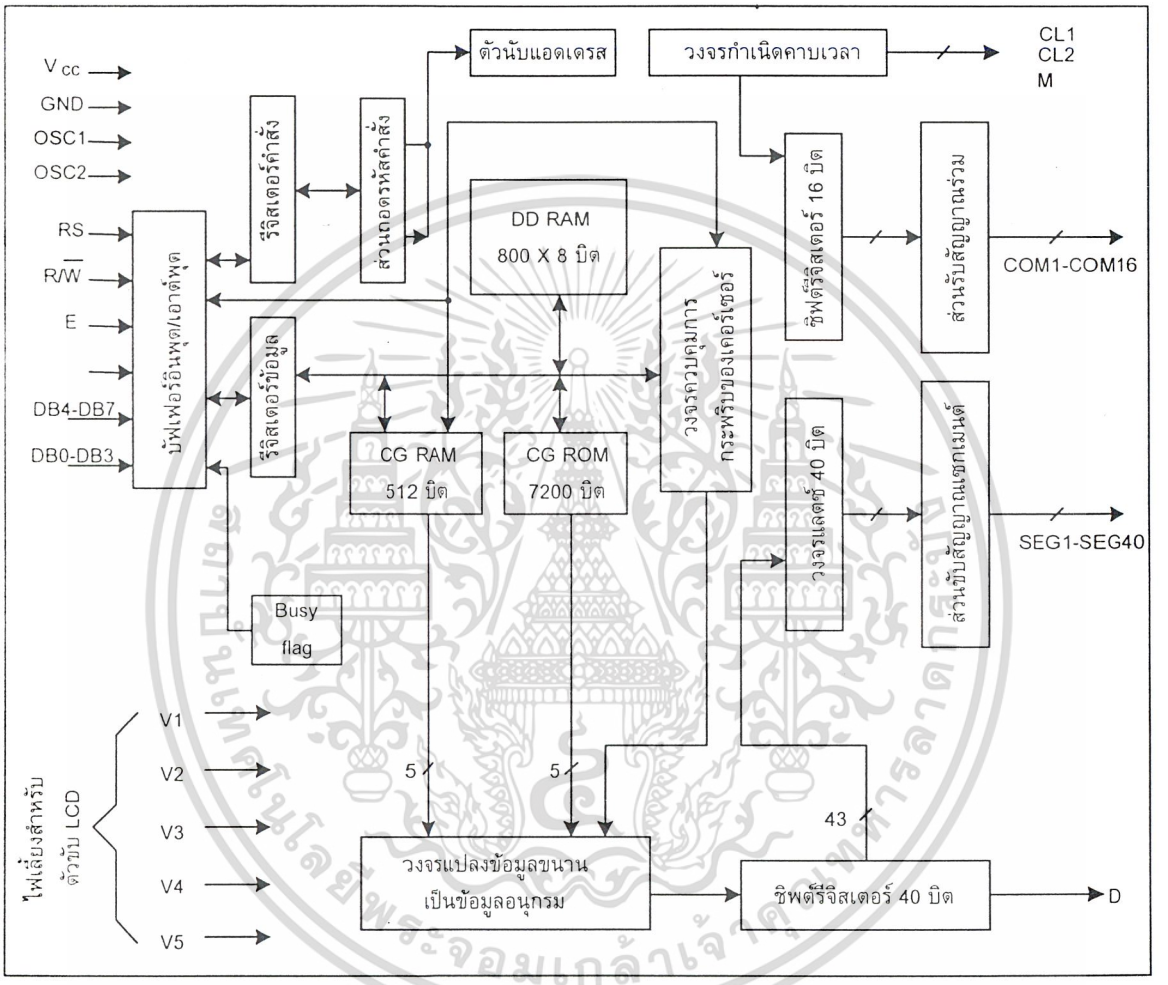
LCD แบบอักขระ เป็นโมดูล LCD ที่สามารถแสดงตัวอักษรตัวเลข และเครื่องหมายต่างๆ ได้โดยสร้างจากจุดเล็กๆทางแนวตั้งและแนวนอน หรือเรียกว่า ดอตเมตริกซ์ (dot matrix) โดยทั่วๆ ไปมี 2 ขนาดคือ 5X7 จุดและ 5X10 จุด (ตัวเลขตัวแรกเป็นจำนวนจุดทางแนวนอน ส่วนตัวหลังเป็นจำนวนจุดทางแนวตั้ง) นอกจากนี้แล้ว LCD แบบนี้สามารถแสดงข้อความได้ 1 บรรทัดหรือมากกว่าก็ได้ ขึ้นอยู่กับรุ่นของ LCD นั้นๆ

CD แบบกราฟิก มีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับโมดูล LCD แบบอักขระ สามารถแสดงข้อมูลเป็นทั้งตัวอักษร ตัวเลข เครื่องหมายและรูปภาพได้ ความละเอียดของภาพก็จะขึ้นอยู่กับความละเอียดของดอตเมตริกซ์ของโมดูล LCD ตัวนั้น ๆ ขนาดของ LCD แบบนี้มีหลายขนาดให้เลือกใช้ ในปัจจุบันมีการพัฒนาเป็นสีแล้วด้วย

LCD แบบเซกเมนต์ เป็นโมดูล LCD แบบเล็กสุดมีลักษณะการแสดงผลเป็นเซกเมนต์คล้ายกัน LED 7ส่วนโดยปรกติมักมีมากกว่า 1หลัก พบเห็นทั่วไปในดิจิตอลมัลติมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.10 ไดอะแกรมการทำงานของโมดูล LCD แบบอักขระ

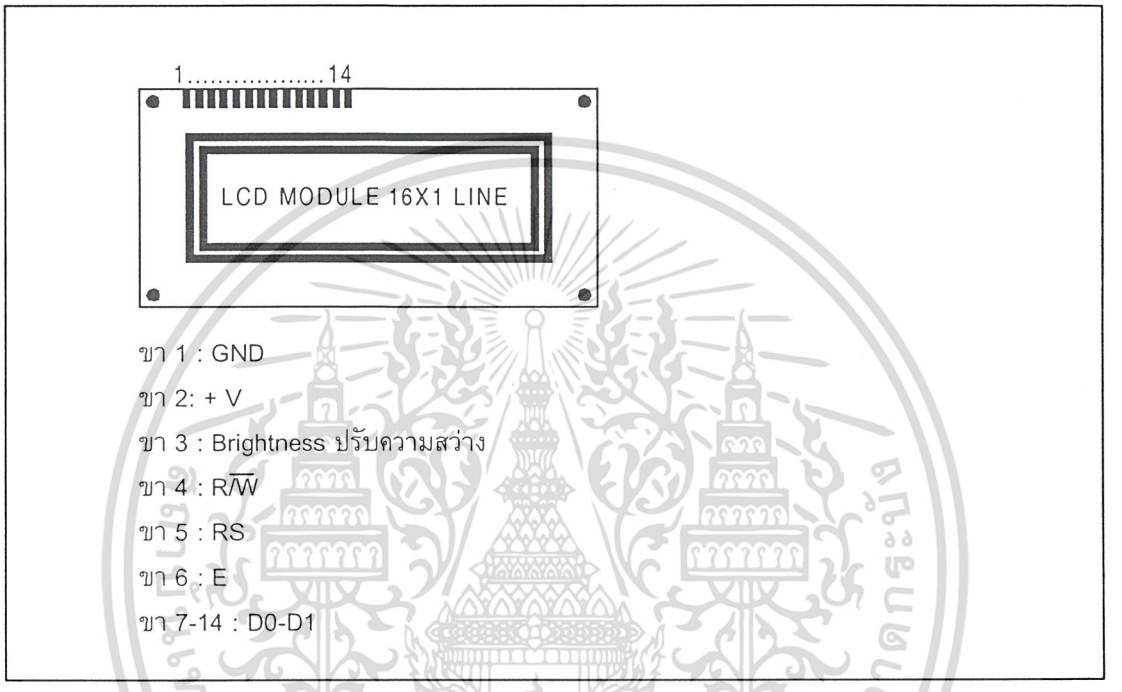
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50335

รายละเอียดเกี่ยวกับ LCD

ในโมดุล LCD จะมีส่วนประกอบหลัก ๆ 3 ส่วนดังนี้

ตัวแสดงผล (display) ภายในเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมีมุมในการมองข้อมูลที่แสดงผลบนจอ LCD



รูปที่ 2.11 รูปร่างและการจัดขาโมดูล LCD แบบอักขระ

ตัวควบคุม (Controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของโมดุล LCD เช่น ลบจอภาพ แสดงตัวอักษร หรือเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น ตัวควบคุมนี้ใช้ชิปควบคุมโดยเฉพาะชิปที่นิยมใช้คือ เบอร์ *HD44780* และ *HD61830* โดย *HD44780* จะควบคุม LCDแบบอักขระ ส่วน *HD61380* ใช้ควบคุม LCD แบบกราฟฟิก

ตัวขับ (Driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับให้ตัวแสดงแสดงข้อมูลตามที่กำหนด ชิปที่ใช้นี้ได้แก่ เบอร์ *HD44100H* และ *MSM5259* เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดุล LCD

ในการใช้งานโมดุล LCD จำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับโคลวสร้างและคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมให้ดีเสียก่อน ในส่วนนี้ขอยกตัวอย่างโมดุล LCD แบบอักขระ เพราะสามารถเข้าใจได้ง่ายให้รูปที่ 7 เป็นบล็อกไดอะแกรมภายในของชิปควบคุม LCD เบอร์ HD44780 ซึ่งใช้ในโมดุล LCD แบบอักขระ ประกอบด้วย

บัฟเฟอร์อินพุตเอาต์พุต เป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อที่จะถ่ายทอดข้อมูลเข้าออกภายในตัวควบคุม

รีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register : IR) เป็นรีจิสเตอร์ใช้รับส่งข้อมูลคำสั่งจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อนำไปควบคุมการแสดงผล

แรมเก็บข้อมูลแสดงผล (Display Data RAM : DDRAM) เป็นหน่วยความจำแรมที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่มาจากรีจิสเตอร์ DR ตัวควบคุมจะนำข้อมูลใน DDRAM นี้ไปเปิดตาราง (Look up-lable) ของตัวอักษรที่เก็บไว้ในหน่วยความจำรอมและแรมเก็บตัวอักษร เพื่อนำไปแสดงที่ตัวแสดงผล

รอมเก็บตัวอักษร (Charater Generator : CGROM) เป็นหน่วยความจำรอมที่ใช้เก็บข้อมูลตัวอักษรหรือสัญญลักณ์ที่สามารถอ่านออกไปแสดงที่ตัวแสดงผลที่ได้มีขนาด 7,200 บิต โดยจะถูกอ่านด้วยค่าของข้อมูลใน DDRAM

แรมเก็บตัวอักษร (Charator Generator RAM : CGRAM) เป็นหน่วยความจำแรมที่ใช้เก็บอักษณที่มีการสร้างเพิ่มเติมขึ้นใหม่ ในกรณีที่ตัวอักษรใน CGROM ก็อ เขียนข้อมูลลงใน CGROM แล้วตัวควบคุมจะมาอ่านค่าจาก CGROM เอง

แฟลก BUSY เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แจ้งสถานะการทำงานของตัวควบคุมให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า ตัวควบคุมพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือคำสั่งหรือไม่ ดังนั้นก่อนการส่งข้อมูลหรือคำสั่งมายังตัวควบคุมต้องตรวจสอบสถานะของแฟลก BUSY นี้เสียก่อน

โมดุล LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 1บรรทัด (LCD 16 x 1)

สำหรับโมดุล LCD ที่ยกมาใช้ในการเรียนรู้ในการทดลอง เป็นขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด เนื่องจากราคาถูก หาง่าย และเป็นโมดุล LCD ที่มีโครงสร้างเป็นมาตรฐาน มีผู้ผลิตหลายราย และมีการระบุเบอร์แตกต่างกันออกไปตามผู้ผลิต อาทิ *LM020L* ของฮิตาชิ , *DMC-16117A* ของคอปเทร็กซ์ (optrex) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามคอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือเบอร์เดียวกันนั้นคือเบอร์ *HD44570* ของฮิตาชิ

โมดุล LCD ขนาด 16x1 มีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 14 ขามีการจัดขาดังในรูปที่ 8 สำหรับรายละเอียดการทำงานของแต่ละขามีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\overline{RS}$	R/$\overline{W}$	E	การทำงาน
0	0		เขียนคำสั่ง
0	1		อ่านสถานะของ LCD
1	0		เขียนข้อมูล
1	1		อ่านข้อมูล

รูปที่ 2.12 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของการทำงานร่วมกันระหว่างขา RS , R/$\overline{W}$ และ E ของโมดุล LCD แบบอักขระ

V_{SS} (ขา 1) : ต่อกราวด์

V_{DD} (ขา 2) : ต่อไฟเลี้ยง + 5 โวลต์

VO (ขา 3) : เป็นขาอินพุตรับแรงดันเพื่อปรับความเข้มข้นของการแสดงผล

RS (ขา 4) : เป็นขาอินพุตใช้ในการแยกชนิดของข้อมูลที่ทำการประมวลผลในขณะนั้นว่าเป็นคำสั่งรีจิสเตอร์ IR หรือเป็นข้อมูลสำหรับรีจิสเตอร์ DR โดยถ้าขานี้เป็น " O" ข้อมูลที่มาจะเป็นคำสั่ง แต่ถ้าขานี้เป็น " 1 " ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลที่แสดงผล

R/$\overline{W}$ (ขา 5) : เป็นขาที่ใช้เลือกการหรือเขียนข้อมูลกับ LCD ถ้าเป็น " O" เป็นการกำหนดให้เขียนข้อมูลแต่ถ้าเป็น จะเป็นการอ่านข้อมูล

E (ขา 6) : เป็นขาเอ็นเอเบิล LCD ให้ทำงาน

D0 - D7 (ขา 7-14) : เป็นขาข้อมูลระหว่าง LCD กับอุปกรณ์ภายนอกขนาด 8 บิต

อนึ่งขา RS ,R/$\overline{W}$ และ E จะใช้งานร่วมกันโดยมีความสัมพันธ์กันดังรูปที่ 9

คำสั่งควบคุมโมดุล LCD

ในการเขียนคำสั่งลงในตัวควบคุม แน่นอนว่าจะต้องกำหนดให้ขา RS และR/W เป็น" O" แล้วเขียนคำสั่งตามไป คำสั่งควบคุมโมดุล LCD ของชิปควบคุม HD44780 ที่สำคัญมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล (Clear display)

มีข้อมูลคำสั่งเป็น 0x01 เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลช่องว่าง หรือ space เข้าไปใน DDRAM ทั้งหมด เมื่อตัวควบคุมเอ็กซิคิวต์คำสั่งนี้ จะทำการกำหนดแอดเดรสของ DDRAM เป็น 0 เคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายมือสุดของจอแสดงผล แล้วเซตบิต I/D (ซึ่งจะกล่าวถึงในภายหลัง) เป็น " 1 "

2. คำสั่ง (Return home)

ต้องกำหนดให้บิต 1 เป็นคำสั่งให้เคอร์เซอร์เคลื่อนที่กลับไปยังตำแหน่งซ้ายสุดของจอแสดงผล แต่ข้อมูลบนของจอแสดงผลไม่เปลี่ยนแปลง นั่นคือ ข้อมูลคำสั่งของคำสั่งนี้จะเป็น 0x02 หรือ 0x03 ก็ได้

3. คำสั่งเลือกโหมดการป้อนข้อมูล (Entry mode Set)

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	0	1	I/D	S

บิต S เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดลักษณะของการแสดงผล เมื่อมีการป้อนข้อมูล ถ้าหากบิต S เป็น " 1 " เมื่อเกิดข้อมูลใหม่บนจอแสดงผล ตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่ แต่ตัวอักษรข้อมูลเดิมจะถูกดันไปทางซ้าย แต่ถ้าหากบิตนี้เป็น " 0" เมื่อเกิดข้อมูลใหม่ตัวเคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ

บิต **I/D** เป็นบิตที่ใช้กำหนดว่า เมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้ว ทำให้แอดเดรสของ DDRAM เพิ่มขึ้นหรือลดลงหนึ่งแอดเดรส โดยถ้าบิตนี้เป็น " 1 " แอดเดรสของ DDRAM จะเพิ่มขึ้นแต่ถ้าเป็น " 0" แอดเดรสจะลดลง

ดังนั้น ข้อมูลคำสั่งที่เกิดขึ้นสำหรับคำสั่งนี้ได้แก่ 0x04 – 0x07 (4 ข้อมูลคำสั่ง) และที่ใช้บ่อยคือ 0x06 หมายถึง กำหนดให้เมื่อเกิดข้อมูลใหม่ เคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ และแอดเดรสของ DDRAM เพิ่มขึ้น

4. คำสั่งควบคุมการแสดงผล

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	1	D	C	B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต D ใช้ควบคุมการเปิดปิดของจอแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น " 1 "จะเป็นการเปิดจอแสดงผล ถ้าเป็น " O" จะเป็นการปิดจอแสดงผล

บิต C ใช้ควบคุมการแสดงตัวเคอร์เซอร์บนจอแสดงผลถ้าต้องการให้มีเคอร์เซอร์แสดงผลบนจอแสดงผล ต้องกำหนดให้ บิตนี้เป็น " 1 " ถ้ากำหนดให้เป็น " O"จะเป็นการปิดเคอร์เซอร์หรือไม่แสดงเคอร์เซอร์

บิต B ใช้ควบคุมการกะพริบของเคอร์เซอร์ถ้าบิตนี้เป็น " 1 " เคอร์เซอร์จะกะพริบดังนั้นจะมีข้อมูลคำสั่งตั้งแต่ 0x08 – 0x0F (8 รูปแบบคำสั่ง) ที่ใช้บ่อยคือ 0x0c เป็นการสั่งให้เปิดจอแสดงผล แต่แสดงเคอร์เซอร์ และ 0x0f เป็นการสั่งให้เปิดจอแสดงผล แสดงเคอร์เซอร์ และสั่งให้เคอร์เซอร์กะพริบ

5. **คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และข้อมูลตัวอักษร**

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	1	S/L	R/L	*	*

การควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษรบนจอแสดงผล ขึ้นอยู่กับการกำหนดบิต S/L และ R/L ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

S/L	R/L	ลักษณะการเลื่อน	ข้อมูลคำสั่ง
0	0	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย	0x10 – 0x13
0	1	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา	0x14 – 0x17
1	0	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางซ้าย	0x18 – 0x1B
1	1	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางขวา	0x1C – 0x1F

6. **คำสั่งกำหนดฟังก์ชันการทำงาน**

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	1	DL	N	F	*	*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต DL ใช้กำหนดจำนวนบิตที่ใช้ติดต่อส่งผ่านข้อมูล ถ้าบิตนี้เป็น " O" จะเป็นการติดต่อแบบ 4 บิตแต่ถ้าเป็น " 1 " จะเป็นการติดต่อแบบ 8 บิต

บิต N ใช้กำหนดจำนวนบรรทัดของการแสดงผล ถ้าเป็น " O" จะแสดงผล 1 บรรทัด ถ้าเป็น " 1 " จะแสดงผล 2 บรรทัด ในกรณีที่จอแสดงผลแสดงได้มากกว่า 2 บรรทัด และต้องหารให้แสดงผลมากกว่า 2 บรรทัด ก็กำหนดบิต N นี้ให้เป็น " 1 "

บิต F ใช้เลือกความละเอียดของตัวอักษรให้การแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น " O" จะเป็นการแสดงผลแบบ 5x7 จุด และถ้าเป็น " 1 "จะแสดงผลแบบ 5x10 จุด

ข้อมูลคำสั่งที่ใช้บ่อยคือ 0x38 เป็นการกำหนดให้โมดูล LCD ทำงานในแบบ 8 บิต แสดงผล 2 บรรทัด และเลือกความละเอียดเป็น 5x7 จุด ที่น่าสังเกตก็คือ โมดูล LCD แบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด แม้จะมีการแสดงผลเพียง 1 บรรทัด แต่จะต้องกำหนดบิต N ให้เป็น " 1 " เนื่องจากแอดเดรสของ DDRAM แบ่งเป็น 2 ช่องคือ 0x00 และ 0x40 (เฉพาะรุ่นที่มีจำหน่ายมากที่สุดในประเทศไทย ขอให้ดูดาต้าชีตของโมดูล LCD ประกอบด้วย โดยรุ่นที่นำมาใช้งานแอดเดรสของ DDRAM แบ่งเป็น 2 ช่องคือ 0x80 และ 0xc0)

7. คำสั่งเลือกแอดเดรสของ CGRAM

เมื่อต้องการกำหนดแอดเดรสของ CGRAM ต้องกำหนดให้บิต 7 เป็น" O" บิต 6 เป็น" 1 " ส่วนอีก 6 บิตที่เหลือจะแทนด้วยค่าแอดเดรสของ CGRAM จะต้องทำการกำหนดแอดเดรสด้วยคำสั่งนี้ก่อนที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลให้ CGRAM โดยแอดเดรสของ CGRAM อยู่ระหว่าง 0x00 – 0x3f

8. คำสั่งเลือกแอดเดรสของ DDRAM

ใช้ในการเลือกแอดเดรสของ DDRAM ก่อนที่จะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลโดยบิต 7 ต้องเป็น " 1 " และข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือจะเป็นค่าแอดเดรสของ DDRAM ซึ่งแอดเดรสของ DDRAMจะอยู่ระหว่าง 0x8c – 0xFF ทั้งนี้จำนวนแอดเดรสยังขึ้นกับการกำหนดสถานะที่บิต N ด้วยหากบิต N เป็น " O" แอดเดรสของ DDRAM จะอยู่ระหว่าง 0x80 – 0xCF และถ้า บิต N เป็น " 1 " แอดเดรสของ DDRAM จะมี 2 ช่วงคือ 0x80 – 0x87 และ 0xC0 – 0xC7

9. คำสั่งแฟลก BUSY และแอดเดรส

มีรายละเอียดของรูปแบบคำสั่งข้อมูลดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
BF	A	A	A	A	A	A	A
	แอดเดรสไบต์สูง			แอดเดรสไบต์ต่ำ			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นคำสั่งที่ใช้อ่านแฟลก BUSY (BF) โดยแฟลกนี้จะเป็นตัวบอกสถานะของตัวควบคุม LCD ว่าพร้อมจะรับข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้าหากบิต BF เป็น " O"แสดงว่าตัวควบคุม LCD พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่งแต่ถ้าเป็น " 1 " แสดงว่า ขณะนี้ตัวควบคุม LCD ยังอยู่ในหระบวนการทำงานภายในหรือกำลังประมวลผลอยู่ ยังไม่พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่ง

เมื่อต้องการอ่านแฟลกต้องกำหนดให้ขา R/$\overline{W}$ เป็น " 1 " ด้วยแต่สัญญาณที่ RS ยังต้องเป็น " O" อยู่เพราะข้อมูลนี้เป็นข้อมูลคำสั่ง

นอกจากนี้ ยังใช้เป็นคำสั่งอ่านข้อมูลของแอดเดรสของ DDRAM และ DDRAM ด้วย โดยบิต 0 บิต 6 เป็นค่าข้อมูลของแอดเดรสที่ต้องการอ่าน

การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูล LCD

ในการเขียนข้อมูลเพื่อควบคุมให้โมดูล LCD แสดงผลตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ต้องส่งคำสั่ง (instruction) แล้วกำหนด โหมดการทำงานให้แก่โมดูล LCD ก่อน จากนั้นจึงค่อยส่งข้อมูล (data) ที่ต้องการแสดงผล เนื่องจากบัสข้อมูลของโมดูล LCD มี 8 เส้นคือ D0 – D7 และใช้เป็นทางผ่านของทั้งคำสั่งและข้อมูล ดังนั้นในการส่งคำสั่งและข้อมูลจึงต้องอาศัยการกำหนดสัญญาณลอจิกที่ขา RS ถ้าหากที่ขา RS ได้ลอจิก " O" หมายความว่า ข้อมูลที่ป้อนให้กับโมดูล LCD ขณะนั้นเป็นคำสั่ง ในทางตรงข้าม หากขา RS ได้ลอจิก " 1 " ข้อมูลที่ป้อนให้ขณะนั้นเป็นข้อมูลที่ใช้แสดงผล

เมื่อต้องหารเขียนหรืออ่านข้อมูลใน CGRAM และ DDRAM เริ่มต้นต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน โดยใช้คำสั่งเลือกแอดเดรส จากนั้นกำหนดให้ขา RS เป็น" 1 " เพื่อแจ้งให้ตัวควบคุมภายในโมดูล LCD ทราบว่าข้อมูลที่ปรากฏต่อไปนี้เป็นข้อมูลปรกติไม่ใช่คำสั่ง

ในกรณีที่ต้องการอ่านข้อมูลต้องกำหนดให้ขา R/$\overline{W}$ เป็น" 1 " ข้อมูลขนาด 8 บิต (หรือ 4 บิต) ก็ปรากฏบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลที่อ่านออกมาได้เป็นข้อมูลจากแอดเดรสของ CGRAM หรือ DDRAM ตามที่ต้องการ

ในกรณีที่ต้องการเขียนข้อมูล เมื่อกำหนดแอดเดรสและป้อนลอจิก " 1 " ให้ขา RS แล้วต้องกำหนดให้ขา $\overline{R}$ / W เป็น" O" ข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลจะถูกเขียนลงในรีจิสเตอร์ DR จากนั้นจึงถ่ายทอดลงใน DDRAM ต่อไป

จังหวะการทำงานของ โมดูล LCD

ในการติดต่อกับโมดูล LCD จะต้องมีการหน่วงเวลาหลังจากที่ทำการส่งรหัสคำสั่งหรือข้อมูลเนื่องจากต้องรอให้คอนโทรลเลอร์ภายใน โมดูล LCD แปลความหมายของรหัสคำสั่งและทำงานตามคำสั่งเรียบร้อยก่อน จากนั้นจึงรับข้อมูลหรือคำเนินการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ในการใช้งานโมดูล LCD ผู้เขียนโปรแกรมต้องมีโปรแกรมหน่วงเวลารอให้โมดูล LCD พร้อมทำงานด้วย โดยเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่โมดูล LCD ต้องรอประมาณ 5 มิลลิวินาที เพื่อให้โมดูล LCD ทำการเตรียมพร้อมหรืออินิเชียล (initial) หลังจากนั้นก็กำหนดลอจิกให้แก่ขา RS ของโมดูล LCD แล้วต้องหน่วงเวลาประมาณ 125 ไมโครวินาทีเพื่อคอนโทรลเลอร์ภายในโมดูล LCD แปลความหมายลอจิกที่ขา RS ว่า ข้อมูลต่อไปที่จะได้รับนั้นเป็นรหัสคำสั่งหรือข้อมูลที่ต้องการแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0 – D7 (กรณีทำงานในโหมด 8 บิต) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา E เพื่อเอ็นเอเบิลโมดูล LCD ให้รับข้อมูลจากบัสข้อมูลโดยพัลส์ที่ขา E ของโมดูล LCD จะต้องเป็นพัลส์ขอบขาขึ้น จากนั้นหน่วงเวลา 125 ไมโครวินาที

ทั้งหมดที่กล่าวมาคือขั้นตอนและจังหวะในการทำงาน 1 รอบของโมดูล LCD จะเห็นได้ว่ามีโปรแกรมย่อยที่สำคัญอยู่ 3 โปรแกรมย่อยคือโปรแกรมหน่วงเวลา 5 มิลลิวินาที , โปรแกรมหน่วงเวลา 125 ไมโครวินาที และโปรแกรมย่อยการส่งพัลส์เอ็นเอเบิลโมดูล LCD ซึ่งจำเป็นต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

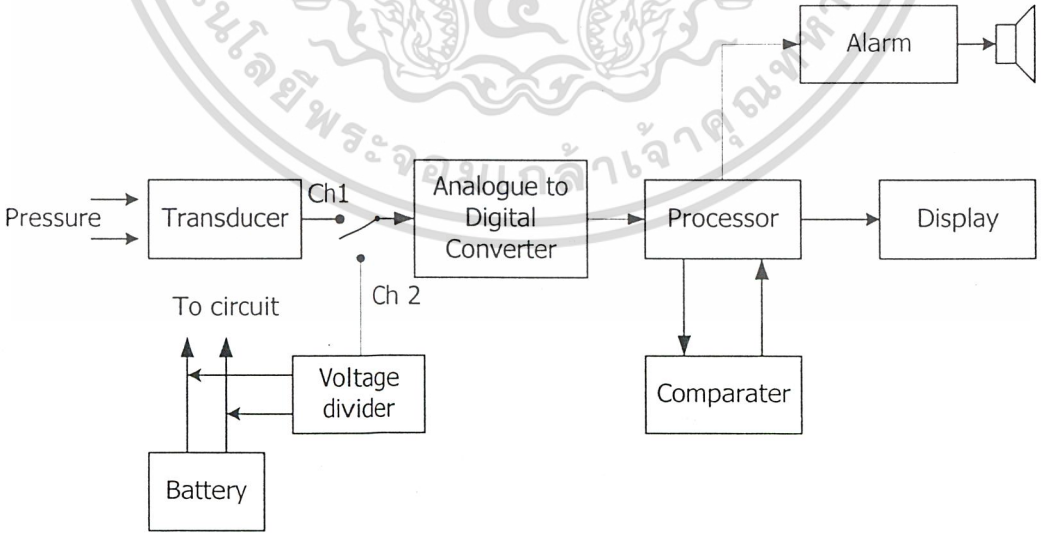
บทที่ 3
เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ

เนื้อหาในส่วนของโครงงาน

ในโครงงานชิ้นนี้เนื้อหาประเด็นหลักก็คือ จะเป็นการออกแบบติดตั้งระบบเตือนภัย ให้กับระบบการให้ออกซิเจนผู้ป่วยแบบการใช้ถัง โดยใช้ชื่อว่า "เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ" โดยครอบคลุมทั้งในส่วนของการวัดความดันในถัง แล้วแสดงผลออก ทางจอ LCD เพื่อความสะดวกในการอ่านค่า โดยเครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำนี้ สามารถที่จะใส่แทนตำแหน่งของ เกจวัดความดันแบบเดิมซึ่งจะได้กล่าวต่อไป และ รวมถึงการออกแบบในส่วนของระบบจ่ายกำลังงานซึ่งเป็นระบบที่ใช้แบตเตอรี่ขนาดเล็กแบบสามารถที่จะชาร์จใหม่ได้ และมีส่วนของระบบเตือนให้ชาร์จแบตเตอรี่เมื่อระดับแบตเตอรี่ต่ำลง เพื่อป้องกันเครื่องหยุดทำงาน ซึ่งทั้งหมดนี้จะกล่าวเป็นส่วนรายละเอียดต่อไป

ชุดตรวจเช็คระดับแรงดันในถังออกซิเจนและเตือนภัย

เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำประกอบด้วย ส่วนรับความดัน รับแรงดันจากแบตเตอรี่ ส่วนแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล ส่วนประมวลผล ส่วนเปรียบเทียบค่า ส่วนส่งสัญญาณเตือนภัยและสุดท้ายคือ ส่วนของการแสดงผล โดยสามารถที่จะแสดง เป็นบล็อคไดอะแกรมได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมเชื่อมโยงการทำงานของเครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปในส่วนของ Transducer เป็นตัวทำหน้าที่ แปลงความดันออกซิเจนที่ออกมาจากถังส่งผ่านให้เป็นระดับแรงดันออกมายังจุดสลับ แล้วส่งผ่านไปยังส่วน ของภาค Analogue to Digital Converter เพื่อทำการแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อที่จะให้สะดวกในการประมวลผล แล้วแสดงค่าของความดันในถังให้เป็นตัวเลขออกยังหน้าจอ

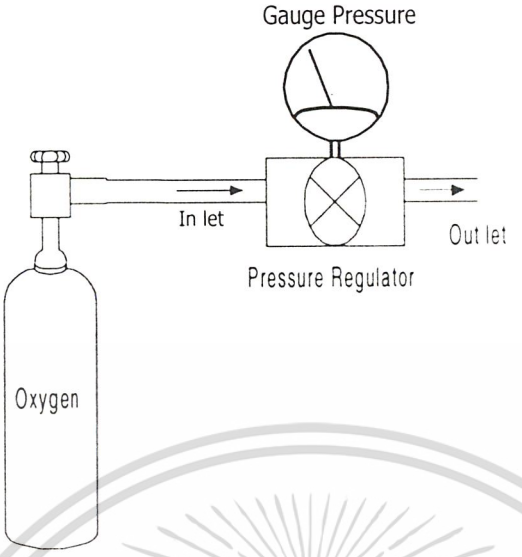
ซึ่งภาค Analogue to Digital Converter นี้จะถูกสลับการใช้งานระหว่าง ส่วนรับความดันและส่วนรับแรงดันที่คอยตรวจระดับแรงดันของแบตเตอรี่ ซึ่งรับผ่านมาจากวงจรแบ่งแรงดัน แล้วนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเช่นเดียวกันเพื่อความแม่นยำในการคำนวณต่าง ๆ และก็นำค่าระดับแรงดันที่ได้ไปแสดงผลบอกระดับแรงดันที่หน้าจอเช่นเดียวกัน

ส่วนอีกทางหนึ่งก็จะนำสัญญาณ Digital ที่ได้ ไปทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ปรับตั้งไว้ เพื่อตรวจสอบว่า ค่าความดันขณะนั้น มีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่าที่ได้ปรับตั้งไว้หรือไม่ ถ้าเท่ากัน หรือต่ำกว่าก็จะทำการส่งสัญญาณให้ชุดเตือนภัยต่อไป

ในส่วนของการปรับตั้งค่า ความดัน และค่าแรงดัน ที่ใช้เป็นค่าอ้างอิงเพื่อใช้สำหรับการเตือนนั้นในขณะทำการปรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเปลี่ยนหน้าจอแสดงผลจากปกติซึ่งแสดงค่า แรงดันของแบตเตอรี่ และค่า ความดันของถังออกซิเจน มาเข้ารายการเพื่อที่จะเลือก ปรับระหว่าง ความดัน และ แรงดัน แล้วเลือกทำการปรับทีละรายการ ซึ่งในการปรับนั้นค่าที่ปรับเป็นค่าสูงสุดที่ต้องการให้เริ่มเตือนภัย แล้วหน่วงเวลารอการเปลี่ยนกลับมาแสดงหน้าจอปกติอีกครั้ง และระดับที่ตั้งไว้ก็ที่จะใช้เป็นระดับแรงดันอ้างอิงของระบบต่อไป

ในส่วนของการติดตั้งเครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำนั้นจะทำการติดตั้งในตำแหน่งของเกจวัดความดัน ซึ่งเครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำจะทำหน้าที่แทน เกจวัดความดันและในขณะเดียวกันก็จะเป็นส่วนเตือนเมื่อระดับออกซิเจนในถังต่ำลงด้วย ซึ่งตำแหน่งของการติดตั้งดังได้แสดงดังรูปที่ 3.2 ก.และ ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ก. แสดงตำแหน่งก่อนติดตั้งเครื่องวัดความดัน ออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ

รูปที่ 3.2 ข. แสดงตำแหน่งหลังติดตั้งเครื่องวัดความดัน ออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

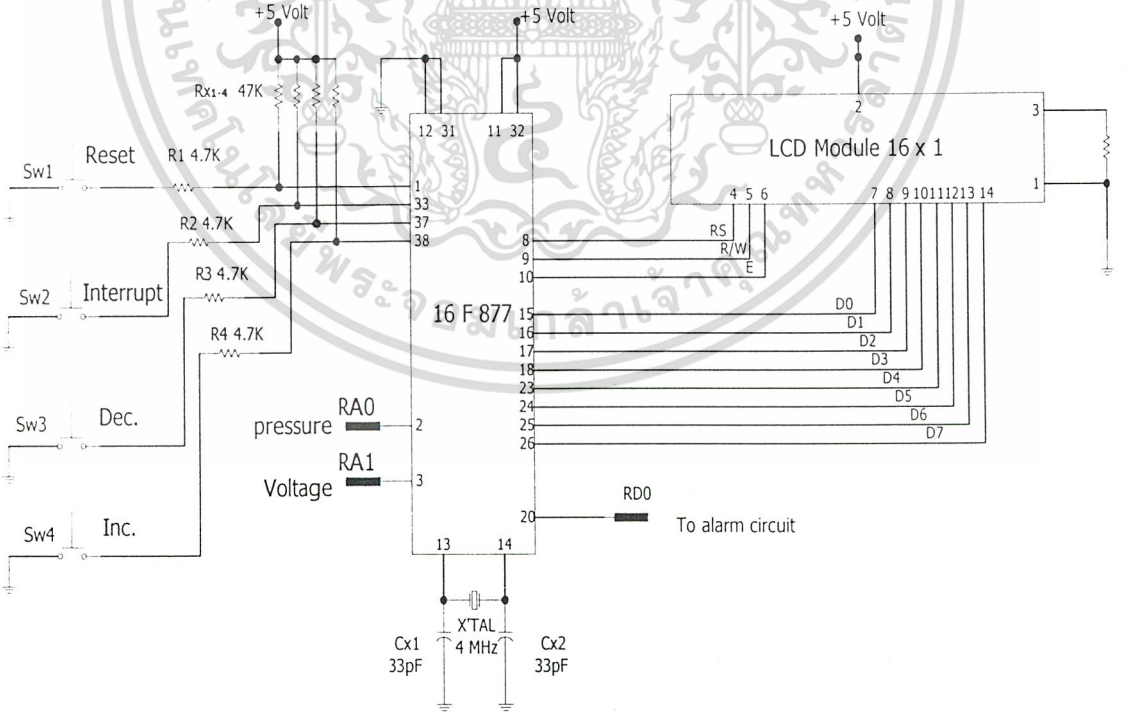
บทที่ 4

การออกแบบ และ การ สร้าง

เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำจะอาศัยการทำงานของ Microcontroller PIC 16F877 ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนแปลงสัญญาณ อนาลอกที่ได้รับเข้ามาให้กลายเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อที่จะใช้ในการประมวลผล การเปรียบเทียบ และเป็นตัวส่งค่าที่ได้แสดงออกทาง จอ LCD ต่อไป

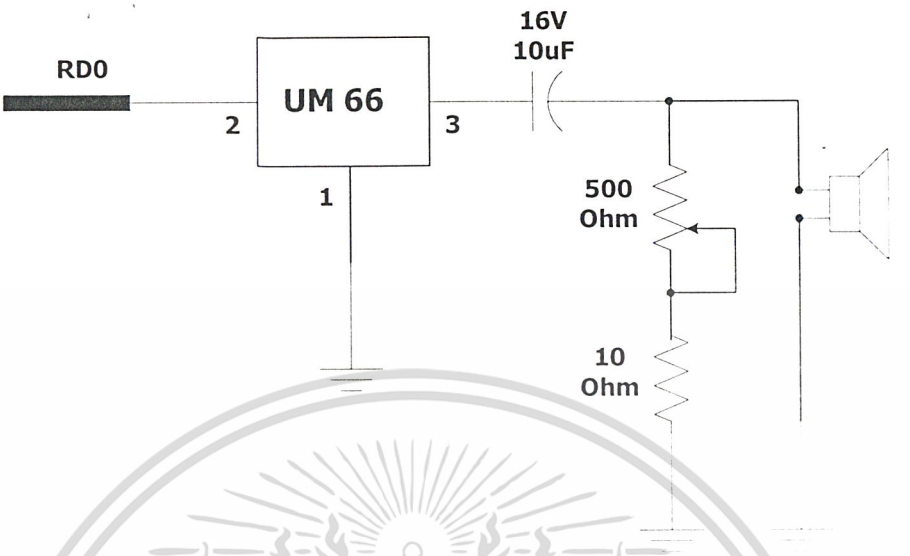
โดยวงจรที่ออกแบบและนำมาใช้งานต้องอยู่บนพื้นฐานของ ข้อจำกัดทางด้านขนาด และการประหยัดกระแสที่ใช้ เพื่อที่จะให้แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายกำลังงานสามารถทำงาน ใช้งานได้ยาวนานที่สุด ในเรื่องของขนาดก็เนื่องจากอุปกรณ์ชุดนี้จะทำการติดตั้งแทนที่เกจวัดความดันตัวเดิม ซึ่งมีพื้นที่ในการติดตั้งจำกัด ดังนี้ จึงออกแบบให้มีการใช้งานอุปกรณ์อื่นใดภายนอก Microcontroller PIC 16F877 ให้น้อยที่สุด

ซึ่งอัตราการใช้กำลังงานของวงจรจะเกี่ยวเนื่องกับค่าความต้านทานที่เลือกใช้งาน ดังนั้น การเลือกใช้ค่าของความต้านทานจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ค่าที่เหมาะสม

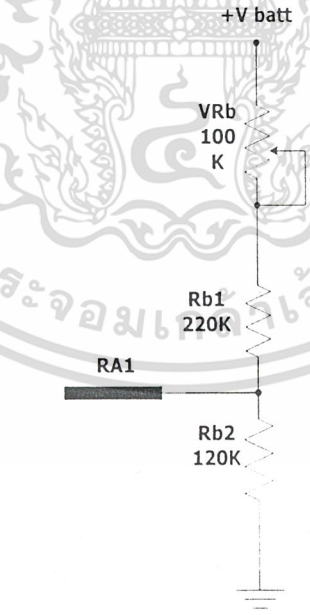


รูปที่ 4.1 แสดงวงจรหลักที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงวงจรส่วนกำเนิดสัญญาณเตือนภัย



รูปที่ 4.3 แสดงวงจรแบ่งแรงดันเพื่อวัดค่าแรงดันแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

จากการออกแบบสร้างวงจรหลังจากที่ได้วงจร จึงต้องนำมาทำการทดสอบคุณสมบัติเสียก่อน ซึ่งจากการทดลองแปลงสัญญาณ อนาลอกเป็นดิจิตอล ด้วยการใช้ Microcontroller PIC 16F877 ได้ผลการทดลองตามตาราง

ระดับแรงดันที่ขา 2 (VOLT)	RC7 BIT 8	RC6 BIT 7	RC5 BIT 6	RC4 BIT 5	RC3 BIT 4	RC2 BIT 3	RC1 BIT 2	RC0 BIT 1	ฐานสิบ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.03	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0.04	0	0	0	0	0	0	1	0	2
0.20	0	0	0	0	1	0	1	0	10
0.22	0	0	0	0	1	0	1	1	11
1.17	0	0	1	1	1	1	0	0	60
1.65	0	1	0	1	0	1	0	1	85
2.67	1	0	0	0	1	0	0	1	137
3.04	1	0	0	1	1	1	0	1	157
3.50	1	0	1	1	0	1	0	1	181
4.06	1	1	0	1	0	0	0	1	209
4.53	1	1	1	0	1	0	1	0	234
4.74	1	1	1	1	0	1	0	1	245
4.92	1	1	1	1	1	1	1	0	254
4.94	1	1	1	1	1	1	1	1	255

ตารางผลการทดลองที่ 1 การเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นเลขฐานสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรที่ได้ใช้ในการศึกษาทดลองในการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล ของ PIC 16F877 เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งกำหนดแรงดันอ้างอิง เท่ากับ 5 โวลท์ ซึ่งเท่ากับวงจรใช้งานจริง โดยการกำหนดด้วยส่วนของโปรแกรม และใช้แรงดันอนาลอกป้อนตั้งแต่ 0 โวลท์ถึง 5 โวลท์

จากผลการทดลอง ได้ทำการลองคำนวณค่ากลับโดยใช้สูตร คือ

$$\text{แรงดันอนาลอก} = \frac{\text{ค่าฐานสิบที่แรงดันใดๆ}}{\text{ค่าฐานสิบเมื่อทุกบิตเป็นหนึ่งหมด}} * \text{แรงดันอ้างอิง}$$

เช่น ที่แรงดันตามตารางการทดลองเท่ากับ 1.17 ได้ ฐานสองคือ 00111100 ซึ่งเมื่อคิดเป็นฐานสิบ จะได้เท่ากับ

$$0*2^7 + 0*2^6 + 1*2^5 + 1*2^4 + 1*2^3 + 1*2^2 + 0*2^1 + 0*2^0 = 0 + 0 + 32 + 16 + 8 + 4 + 0 + 0$$
$$= 60$$

เมื่อแปลงกลับเป็นแรงดันจะได้ เท่ากับ (60/256) * 5 = 1.17187

ที่ 3.04 (157 / 256) * 5 = 3.066

ที่ 4.53 (234 /256) * 5 = 4.57031

ที่ 4.74 (245 / 256) * 5 = 4.78516

ที่ 4.92 (254 / 256) * 5 = 4.96094

ที่ 4.93 (255 / 256) * 5 = 4.98046

จากผลการทดลองจะเห็นว่ามีค่าผิดพลาดเกิดขึ้น โดยเฉพาะเมื่อแรงดันอินพุทที่ขาสองเพิ่มสูงขึ้นจนเข้าใกล้แรงดันอ้างอิง เช่นที่แรงดัน 1.17 โวลท์ จ ะมีค่าผิดพลาดเพียง 0.18 % ที่ 3.04 โวลท์ มีค่า 2.6 % ที่ 4.92 โวลท์ มีค่า 4.094 % และที่ 4.93 โวลท์เพิ่มขึ้นเป็น 5.046 % ซึ่งเป็นค่าผิดพลาดสูงสุด

ค่าผิดพลาดนี้เป็นค่าที่สามารถยอมรับได้ เพราะเนื่องจากแบตเตอรี่ที่ใช้เมื่อกระแสที่มันจ่ายออกมามีค่าน้อยลงแรงดันมันก็จะตกลงมาประมาณ 1 โวลท์ ซึ่งมากเกิน พอที่จะตรวจจับ ทั้งนี้เพราะวงจรที่ออกแบบใช้งานสามารถจับแรงดันที่มีการเปลี่ยนแปลง 0.02 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางด้านกระแสของระบบ

จากการทดสอบวัดกระแสที่สภาวะต่าง ๆ ได้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

แรงดันของแบตเตอรี่ ขณะ ต่อไม่มีโหลด 12.81 โวลท์

แรงดันของแบตเตอรี่ ขณะจ่ายให้วงจร 12.43 โวลท์

แรงดันของแบตเตอรี่ ณ ขณะทำการวัด 12.43 โวลท์

- กระแสช่วงเข้าสู่สภาวะปกติ 9.8 มิลลิแอมป์
- กระแสที่สภาวะปกติ 9.55 มิลลิแอมป์
- กระแสขณะทำการส่งสัญญาณเตือน 17.68 มิลลิแอมป์

กระแสที่ไหลผ่านส่วนวงจรแบ่งแรงดัน 0.03 มิลลิแอมป์

กระแสที่ไหลผ่านความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ที่ใช้วัดความดัน 0.47 มิลลิแอมป์

กระแสที่ออกจาก PORTD จาก RD0 เพื่อขับวงจรเตือนภัย 8 มิลลิแอมป์

กระแสที่ออกจาก UM66

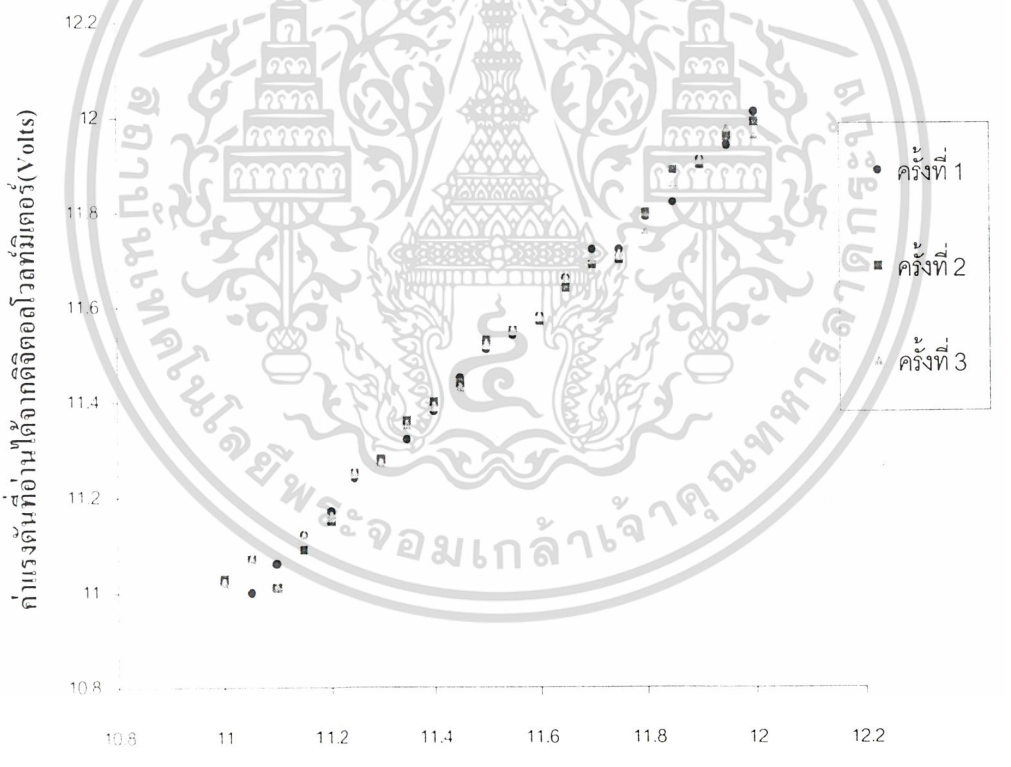
- ขณะเร่งเสียงให้ดังสูงสุด (568 โอห์ม) 1.6 มิลลิแอมป์
- ขณะเสียงให้เบาสุด (3 โอห์ม) 8 มิลลิแอมป์

จากการทดสอบการใช้งาน ด้วยแบตเตอรี่ แบบแห้ง 12 โวลท์ 0.8 AHใช้งานแบบต่อเนื่อง สามารถใช้งานแบตเตอรี่ได้ 34 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบคุณสมบัติทางด้านการตรวจสอบระดับแรงดัน

ในการทดสอบวงจรส่วนตรวจสอบและวัดระดับแรงดันเพื่อแสดงผลค่าระดับแรงดันผ่านทางจอ LCD เป็นการตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจจับระดับแรงดัน และ ตรวจสอบความแม่นยำในการแสดงค่าของระดับแรงดันผ่านทางจอ LCD โดยได้ทำการอ่านค่าที่วัดได้วงจรส่วนตรวจสอบและวัดระดับแรงดัน แล้วเทียบกับค่าที่อ่านได้จาก ดิจิตอลโวลท์มิเตอร์ โดยได้ทดสอบในช่วงในช่วงระดับแรงดันใช้งานของแบตเตอรี่ คือช่วง ประมาณ 11.00 - 12.00 โวลท์ และได้กำหนดให้เมื่อระดับแรงดันจากแบตเตอรี่ต่ำลงมากกว่า 11.00 โวลท์ ให้แสดงผลที่หน้าจอเป็น "Empty" เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทำการประจุแบตเตอรี่ และเมื่อระดับแรงดันที่วัดได้มีค่ามากเกิน 12.00 โวลท์ให้แสดงข้อความว่า " Full" ซึ่งได้ผลการทดลองดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันที่อ่านจากชุดที่สร้างขึ้นเทียบกับดิจิตอลโวลท์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็น linear พอสมควร ซึ่งความละเอียดที่กำหนดไว้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงให้เปลี่ยนแปลงคราวละ 0.05 โวลท์ ซึ่งก็เพียงพอในการตรวจสอบระดับแรงดันและส่งสัญญาณเพื่อทำการเตือนภัยต่อไป

ส่วนระดับแรงดันที่ต่ำกว่า 11.00 โวลท์ ระบบนี้ก็ยังสามารถที่จะทำงานได้ ต่อเนื่องอยู่อีกช่วงระยะเวลาหนึ่ง จนระดับแรงดันแบตเตอรี่ลดลงถึง 10 โวลท์ การทำงานของระบบก็จะล้มเหลวไป

การทดสอบทางด้านความเที่ยงตรงในการวัดค่าความดัน

เป็นการทดสอบระบบทางด้านการวัดค่าความดัน ซึ่งได้ทำการทดสอบโดยการอ่านค่าที่ได้จากระบบแล้วเทียบที่อ่านได้กับเกจวัดความดัน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.2

รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันที่อ่านได้จากระบบเทียบกับค่าที่อ่านได้จากเกจแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

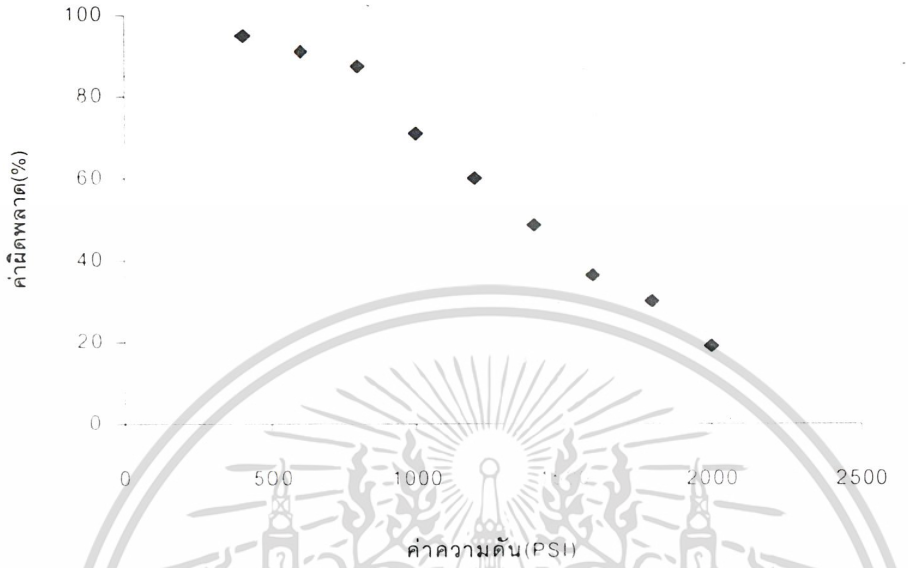
จากกราฟผลการทดลองที่ได้จากในรูปที่ 5.2 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ถูกต้องซึ่งควรจะเป็น เส้นตรงที่ Linear ดังรูป

รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันจากระบบ เปรียบเทียบกับค่าที่ถูกต้อง

จากกราฟในรูปที่ 5.3 แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงความแตกต่างระหว่างค่าที่ถูกต้องและค่าจากการทดลอง ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าทั้งสองมีความแตกต่างกันอย่างมาก แต่กราฟทั้งคู่ก็มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน และจะเห็นว่าในส่วนของค่าความผิดพลาดนั้นมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่คงที่โดยมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความดันมีค่าลดลง

เพื่อให้เห็นถึงความชัดเจนในการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดจึงนำค่าเปอร์เซ็นต์ความมาแสดงเป็นกราฟดังในรูปที่ 5.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันกับค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ในรูปกราฟที่ 5.4 ค่าความผิดพลาดจะเพิ่มขึ้นมากเมื่อความดันลดลง จน ไม่สามารถที่จะเชื่อถือได้ ณ ที่ความดันต่ำ แต่ที่ ความดันสูง ค่าความผิดพลาดจะลดลงมาก ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการนำเกจวัดความดันเดิมมาทำการปรับเปลี่ยนซึ่งทำให้ค่ามาตรฐานเดิมที่เกจมีอยู่เปลี่ยนแปลงไป โดยจากหลักการทำงานเดิมของ Bourdon Tube จะเห็นได้ว่า ตัว Bourdon Tube เองสามารถที่จะเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโดยการนำไปหมุนเฟืองเพื่อที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทาน จึงทำให้การเคลื่อนที่ของ Bourdon Tube ไม่เป็นไปอย่างอิสระ เป็นเหตุให้ค่าความผิดพลาดเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

ผลที่ได้จากการศึกษาทดลองพบว่า การทำงานของเครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ ที่อาศัย Microcontroller PIC 16F877 เป็นหัวใจหลักในการทำงานนี้ ในส่วนของการทำงานด้านการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดัน การประมวลผล การคำณวน ต่างๆ นั้น Microcontroller PIC 16F877 ตัวนี้ทำงานได้ดีเป็นที่น่าพอใจ การใช้งานก็ไม่ยุ่งยากมากนัก ไม่ต้องต่อกับอุปกรณ์ภายนอกมาก ทำให้สามารถลดขนาดของวงจรที่ใช้ลงได้ตรงตามที่ต้องการ และในด้านการเปรียบเทียบค่าเพื่อใช้ในการเตือนก็ทำได้แม่นยำ เนื่องจากการใช้ในรูปแบบของระบบดิจิตอล ดังนั้นจึงมีความเที่ยงตรงสูง

ในส่วนของการทำงานด้านการใช้งานนั้น เครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ นี้มีการทำงานสองส่วน คือ ส่วนวัดแรงดันแบตเตอรี่ และส่วนวัดความดัน ในส่วนของการวัดแรงดันนั้นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นทีผลมาจากหลายอย่างด้วยกัน เช่น ตัวต้านทานที่ใช้แบ่งแรงดันจากแบตเตอรี่ ที่มีค่าความผิดพลาด 1 เปอร์เซ็นต์ การเปลี่ยนแรงดันจากอนาล็อกเป็นดิจิตอลที่มีระยะห่างระหว่างบิต 0.02 โวลท์ ซึ่งค่าคลาดเคลื่อนต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อค่าผิดพลาดรวม ดังนั้นในส่วนของการวัดความแรงดันจึงได้กำหนดการเปลี่ยนแปลงครั้งละ 0.5 โวลท์ ทั้งนี้เพื่อลดค่าผิดพลาดจากเหตุดังกล่าว ซึ่งจากกราฟที่แสดงในรูปที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าค่าในการวัดถือได้ว่าเป็น Linear นั่นคือความน่าเชื่อถือของระบบที่ค่อนข้างดี

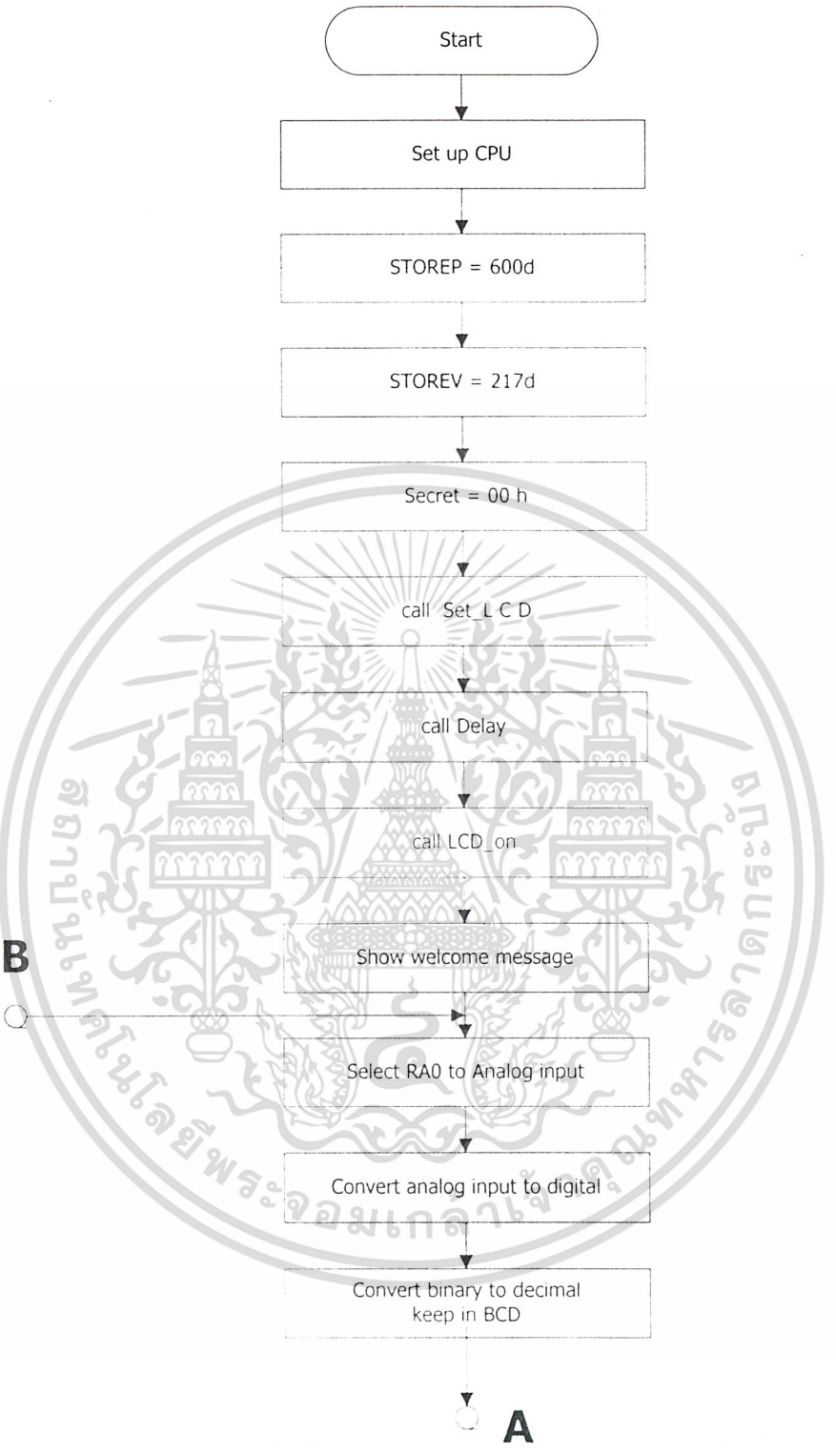
แต่ ในส่วนของการวัดค่าความดันนั้น ค่าผิดพลาดที่เกิดนั้นมากเกินไปที่จะยอมรับได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความดันต่ำซึ่งมีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากต้องนำไปใช้ในการส่งสัญญาณเตือน และจากที่ได้กล่าวมาแล้วคือการใช้หลักการทำงานที่ไม่ถูกต้อง นั่นคือนำเกจวัดความดันเดิมที่มีอยู่มาเปลี่ยนแปลง อันเป็นผลให้ค่ามาตรฐานเดิมที่มีอยู่ของเกจเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เนื่องจากถ้าใช้ทรานดิวเซอร์ ที่มีขายอยู่มาทำการวัดความดัน โดยทรานดิวเซอร์ดังกล่าวจะทำการเปลี่ยนค่าความดันให้เป็นค่าแรงดันอนาลอกออกมา งบประมาณจะสูงมากเนื่องจากทรานดิวเซอร์วัดความดันสูงดังกล่าวมีราคาแพง จึงได้ลองศึกษาแก้ไข ดัดแปลงจากเกจเดิมที่มีอยู่ แต่ทว่า จากการศึกษาทดลองเป็นอันว่าล้มเหลวเนื่องจากค่าผิดพลาดที่มากเกินไป ไม่มีความเที่ยงตรงของชุดหัววัด

แนวทางที่จะพัฒนาแก้ไขเครื่องวัดความดันออกซิเจนดิจิตอล และเตือนเมื่อระดับออกซิเจนต่ำ นั่นคือในส่วนของการวัดค่าความดันที่ไม่ถูกต้อง และลดค่าความผิดพลาดในด้านต่างๆ ทั้งนี้ ระบบนี้ถ้าสามารถนำมาใช้งานได้จริงก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการช่วยชีวิตผู้ป่วยจากการขาดออกซิเจนเนื่องจากออกซิเจนในถังที่ให้ผู้ป่วยหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

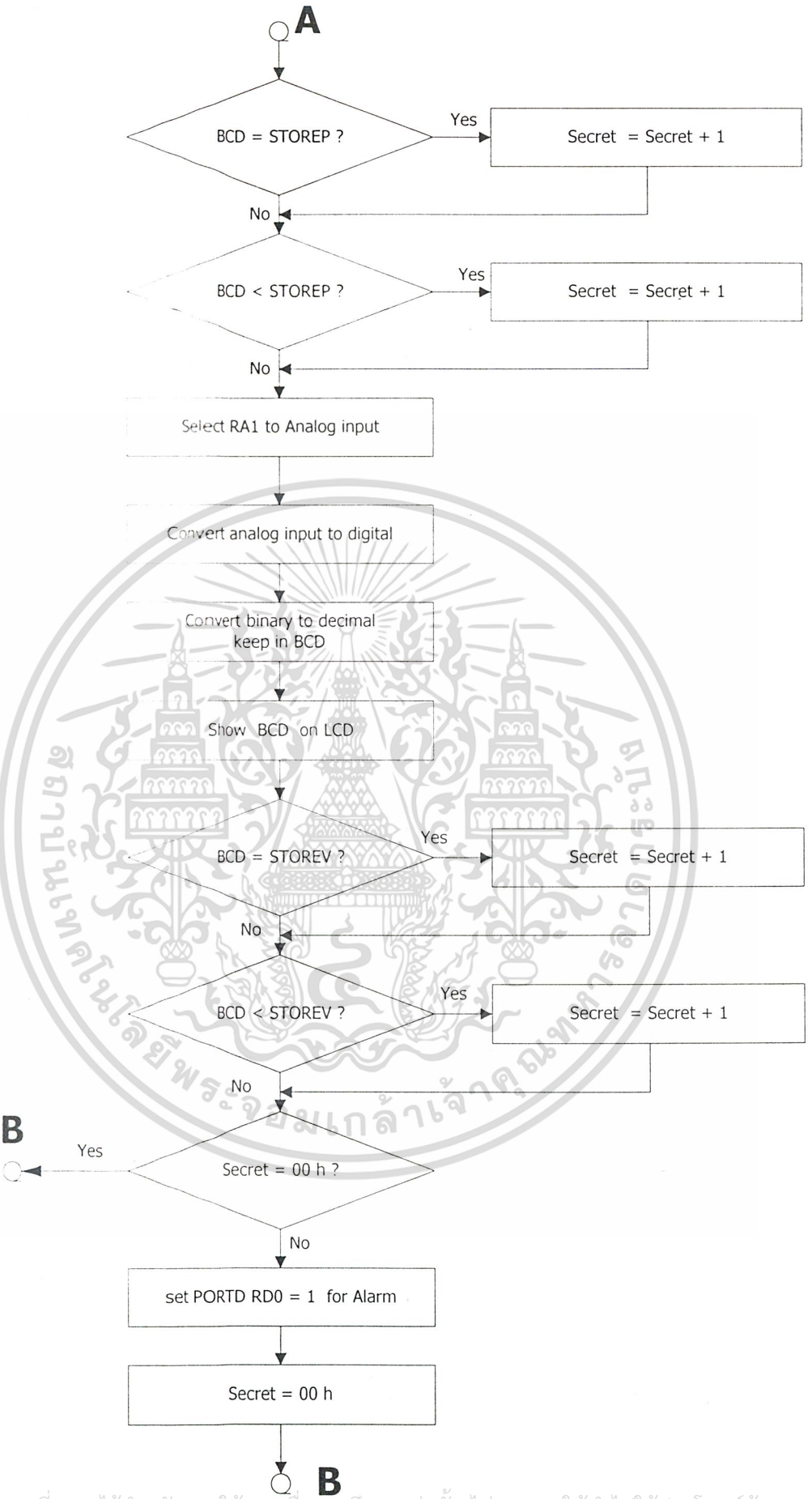
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart

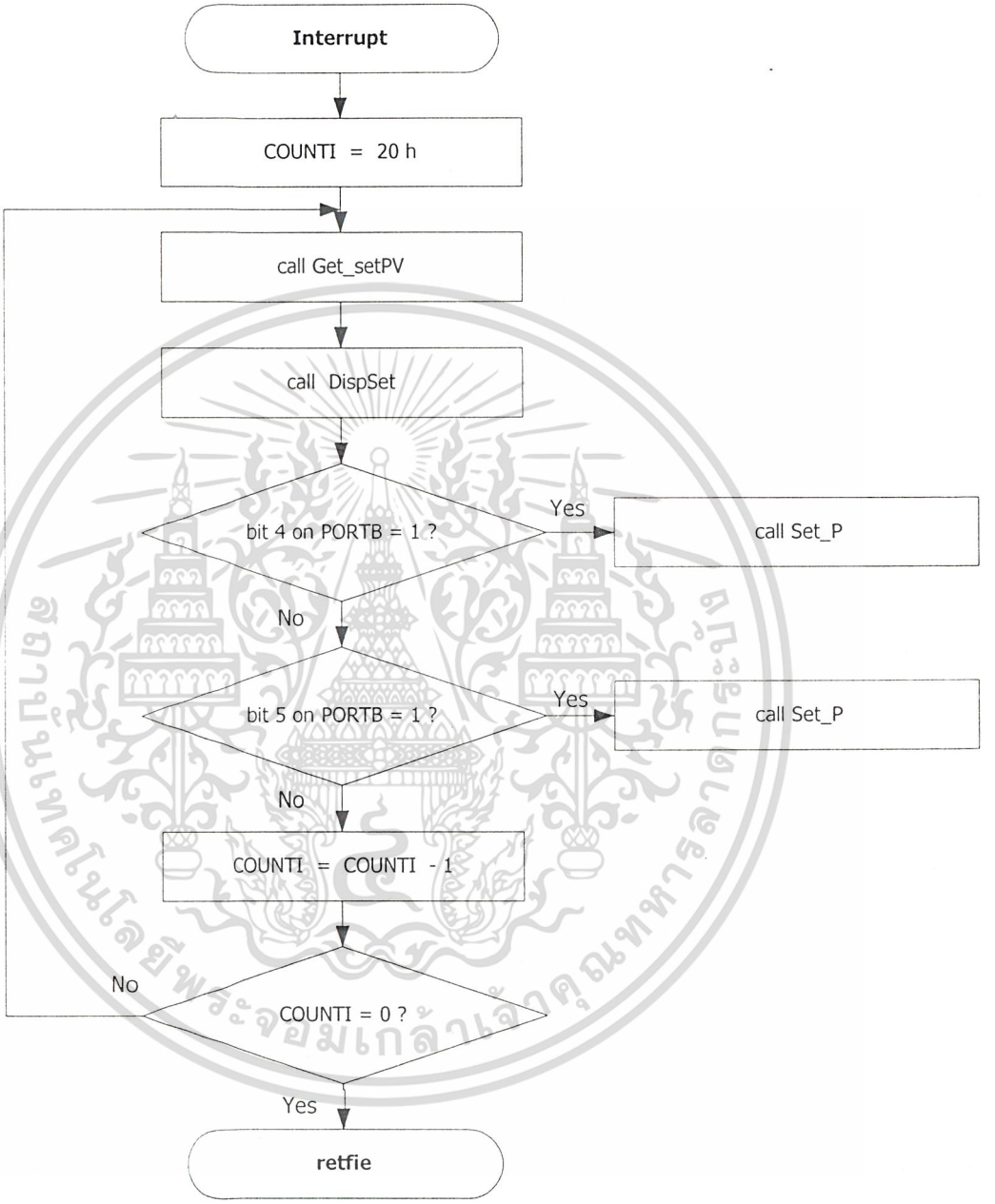
โปรแกรมหลักในการทำงาน ส่วนที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart

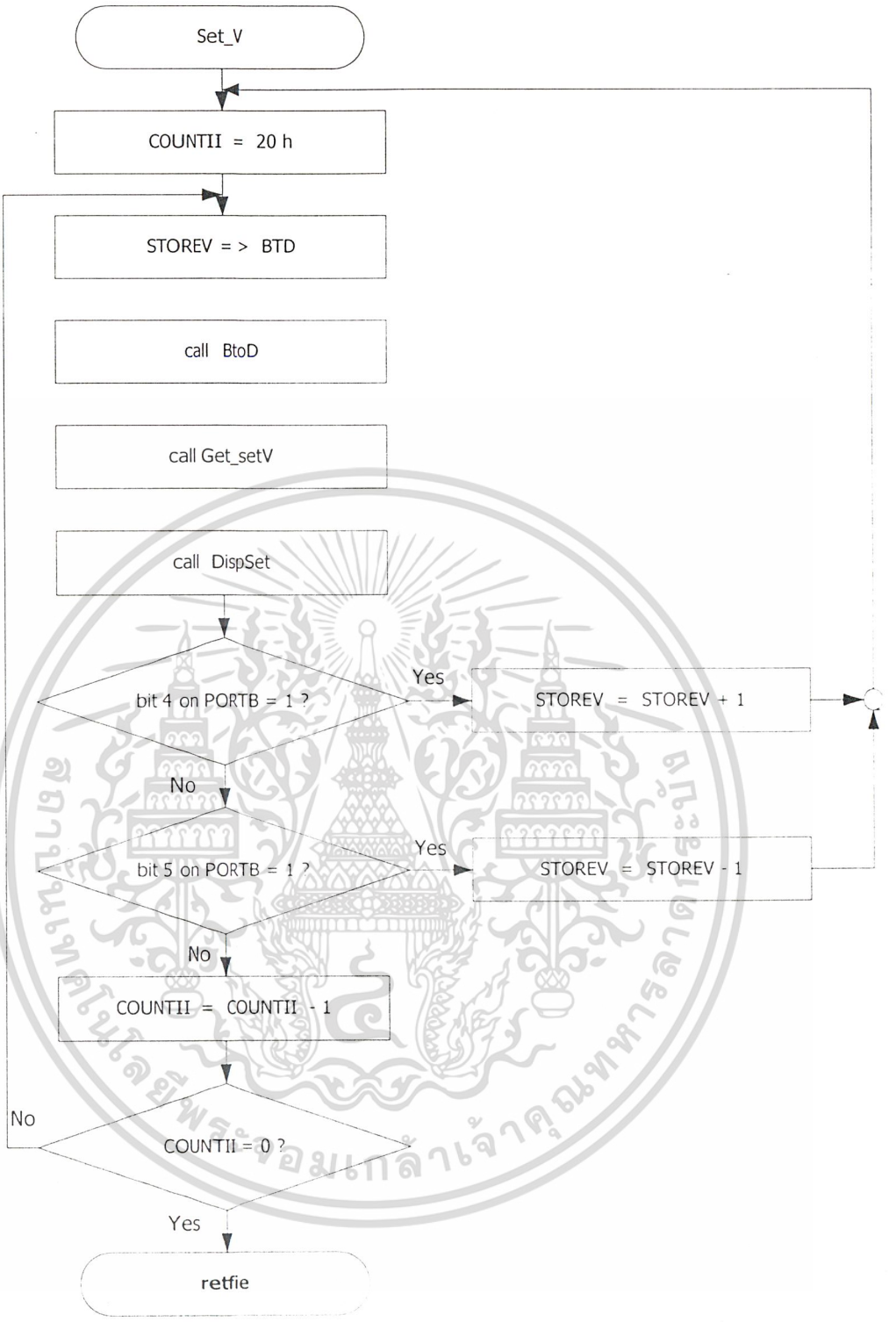
โปรแกรมหลักในการทำงาน ส่วนที่ 2



Flowchart

โปรแกรมย่อยการเลือกการปรับตั้งค่า

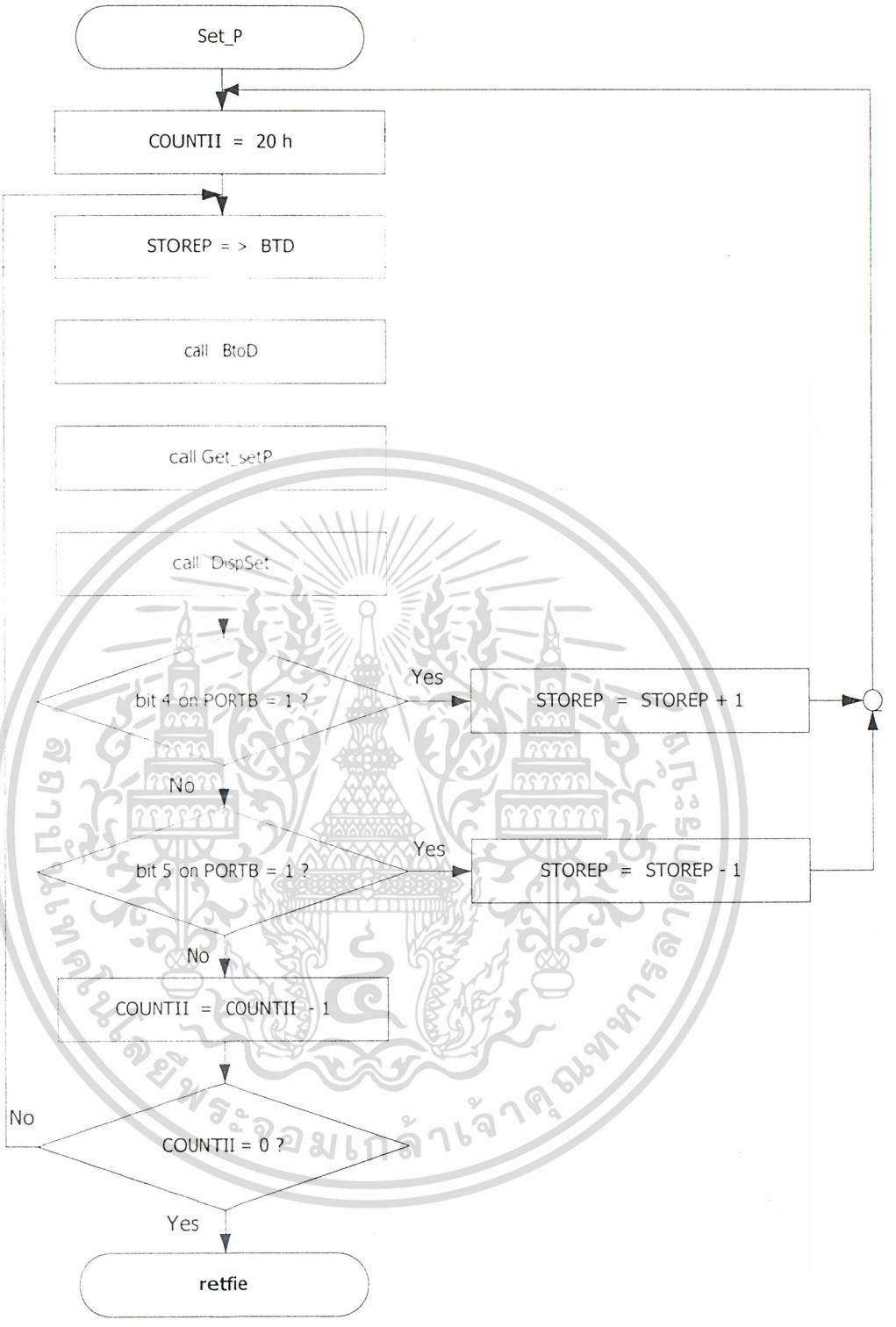
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart

โปรแกรมย่อยการปรับตั้งค่า STOREV

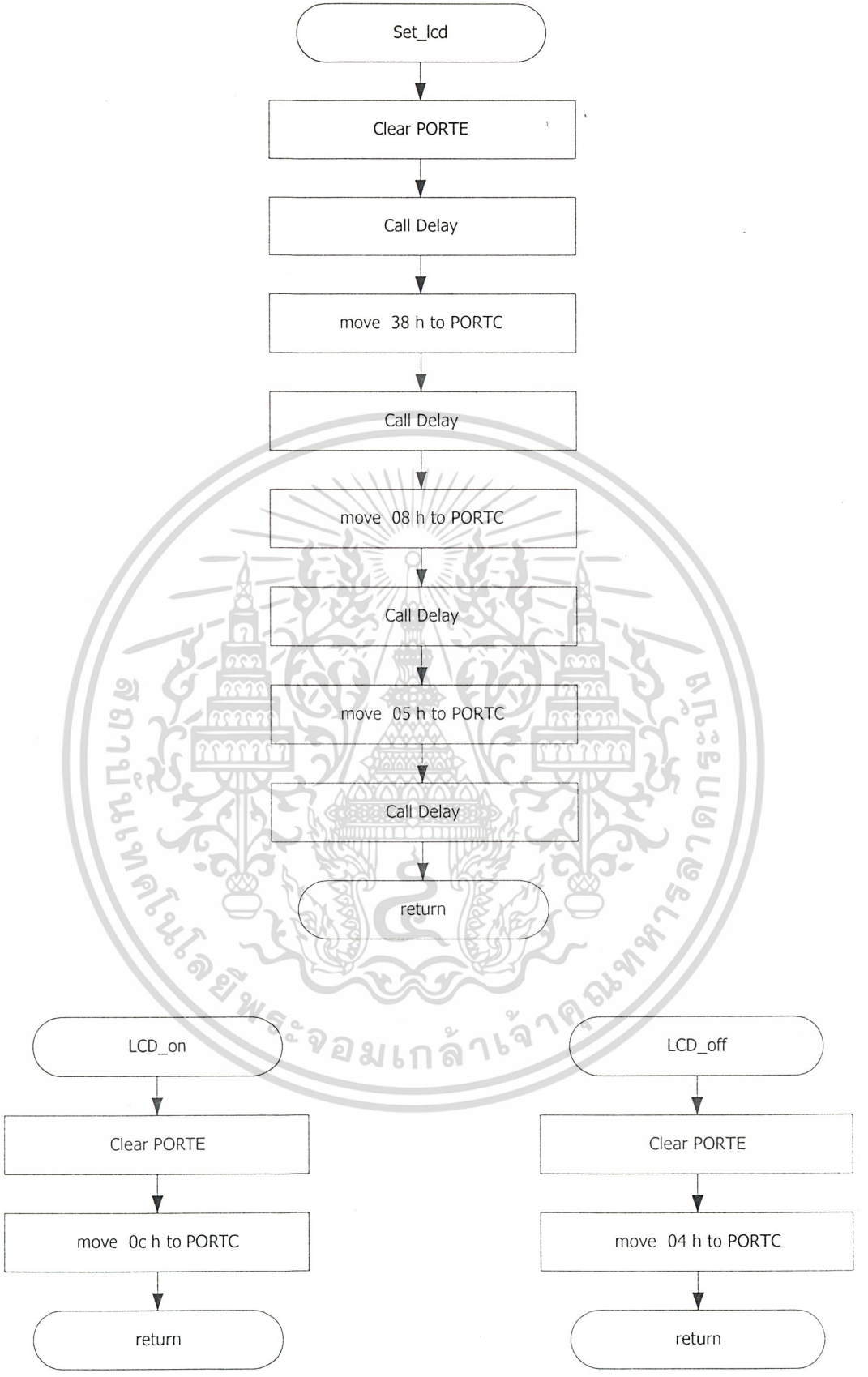
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Flowchart

โปรแกรมย่อยการปรับตั้งค่า STOREP

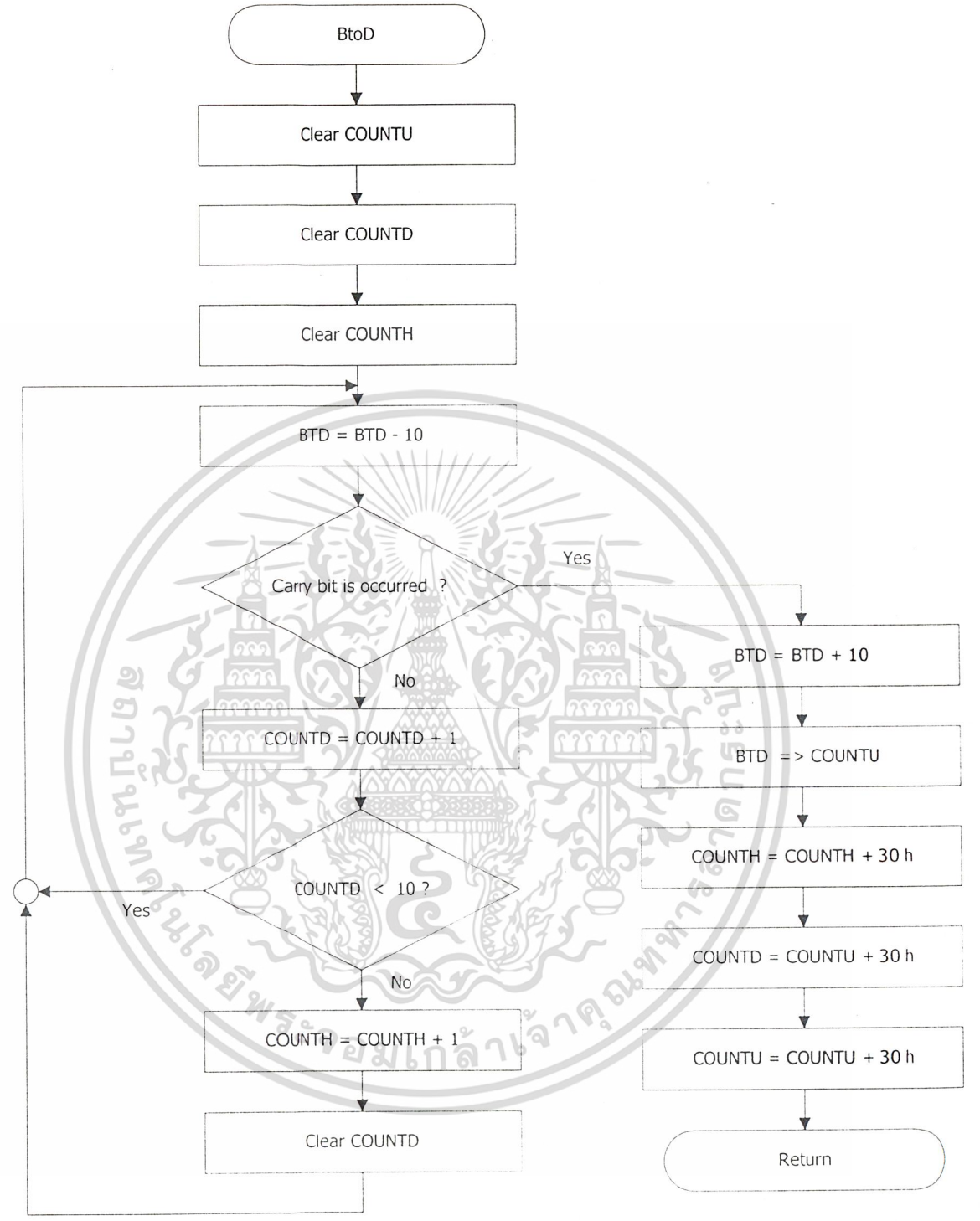
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart

โปรแกรมการปรับค่าต่าง ๆ ของจอ LCD และการสั่ง ปิด -เปิดหน้าจอ



Flowchart

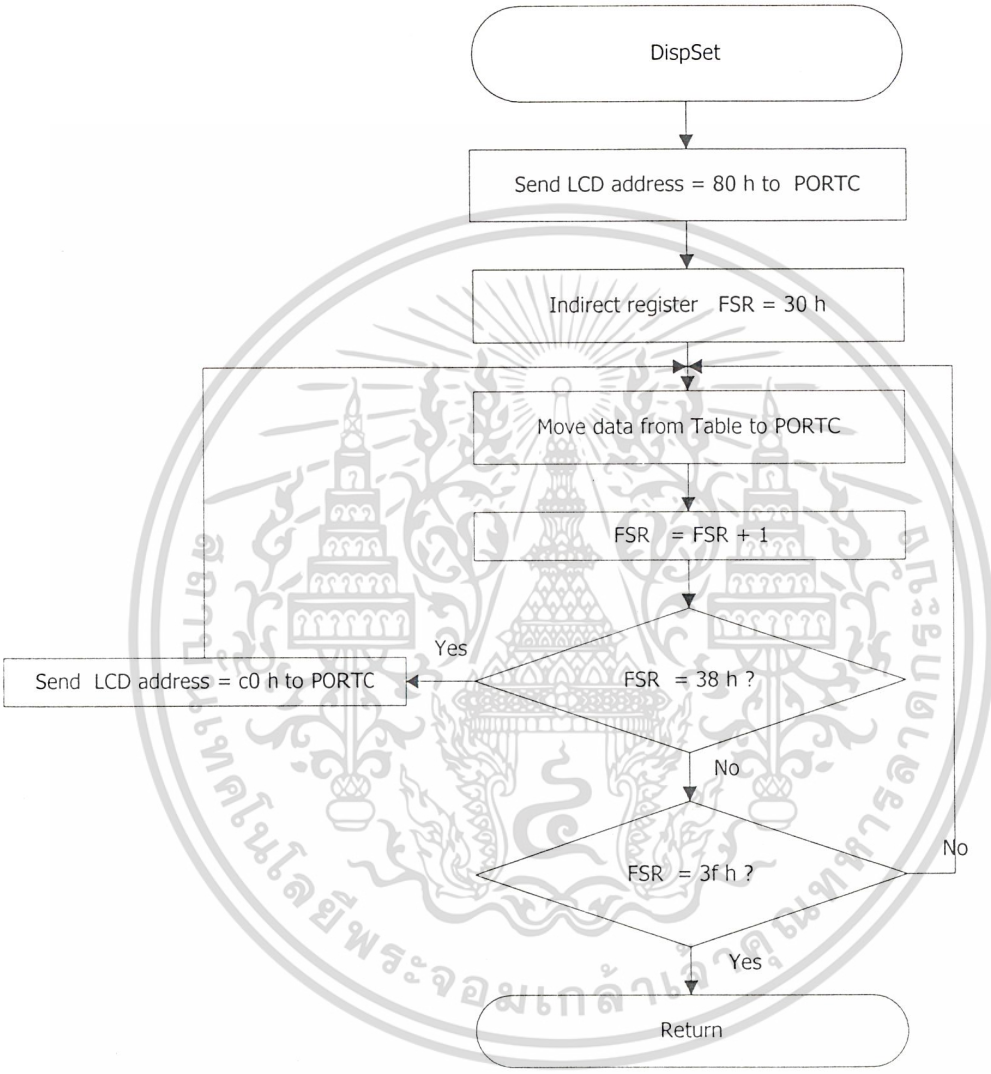
โปรแกรมย่อยการเปลี่ยนเลขฐาน 16 เป็นฐาน 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

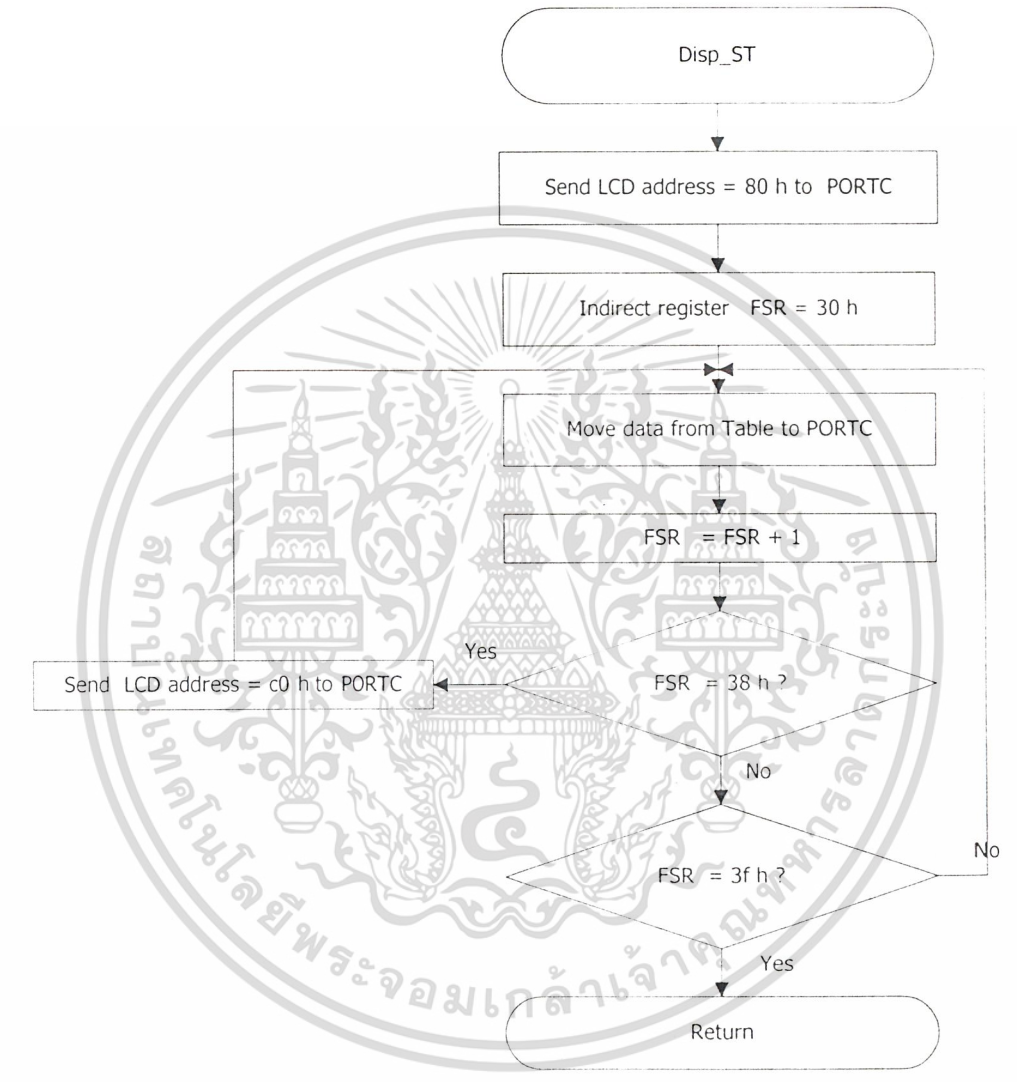
Flowchart

โปรแกรมย่อยการนำเสนอข้อมูลผ่านจอ LCD

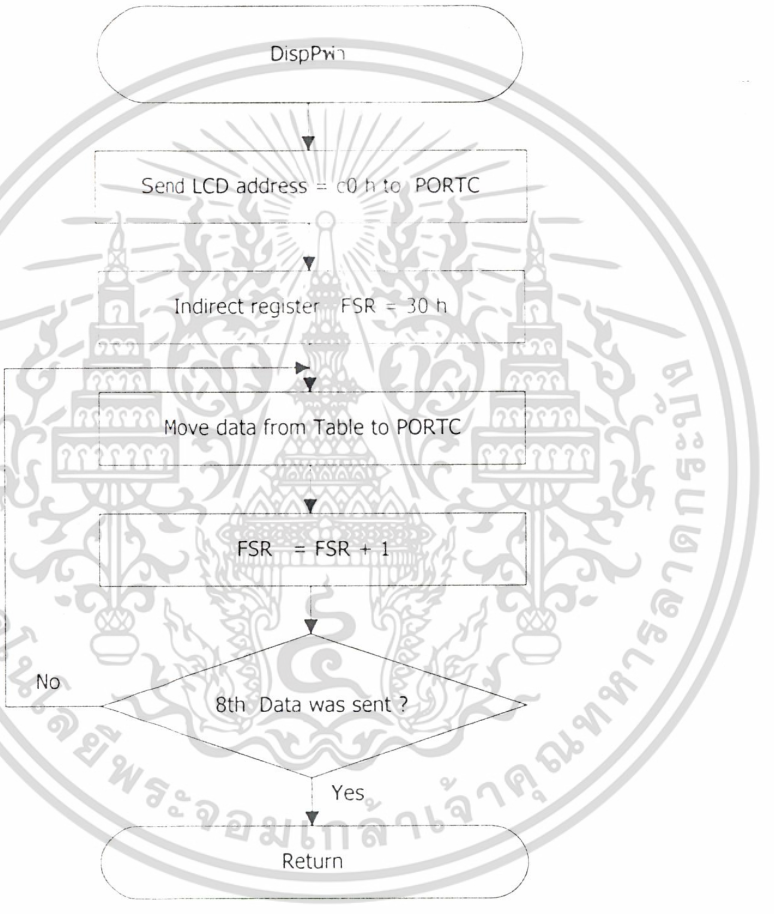
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



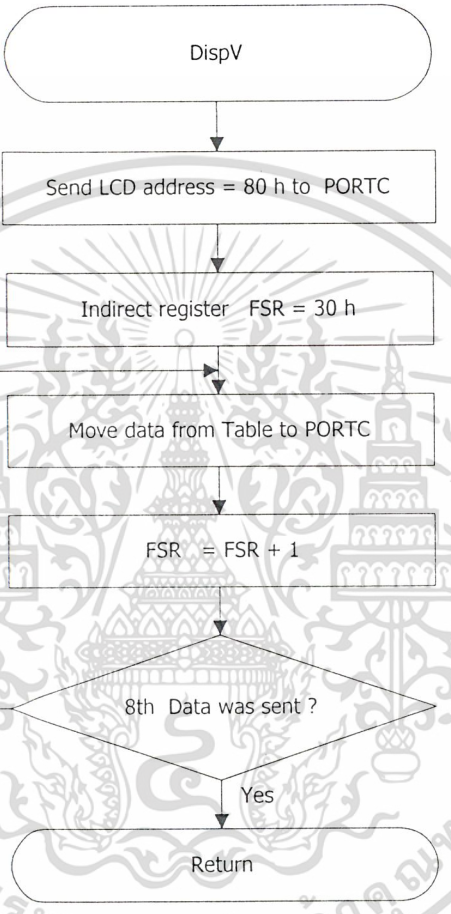
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



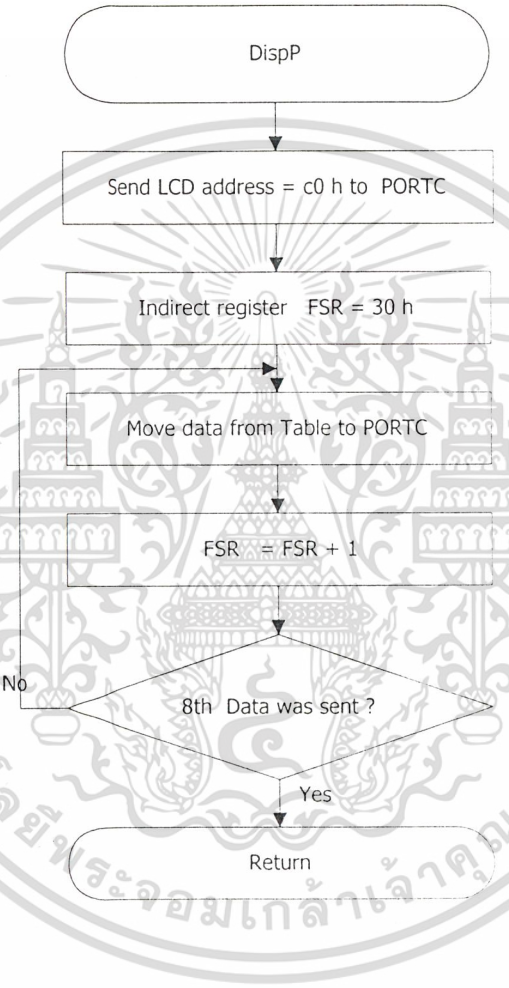
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

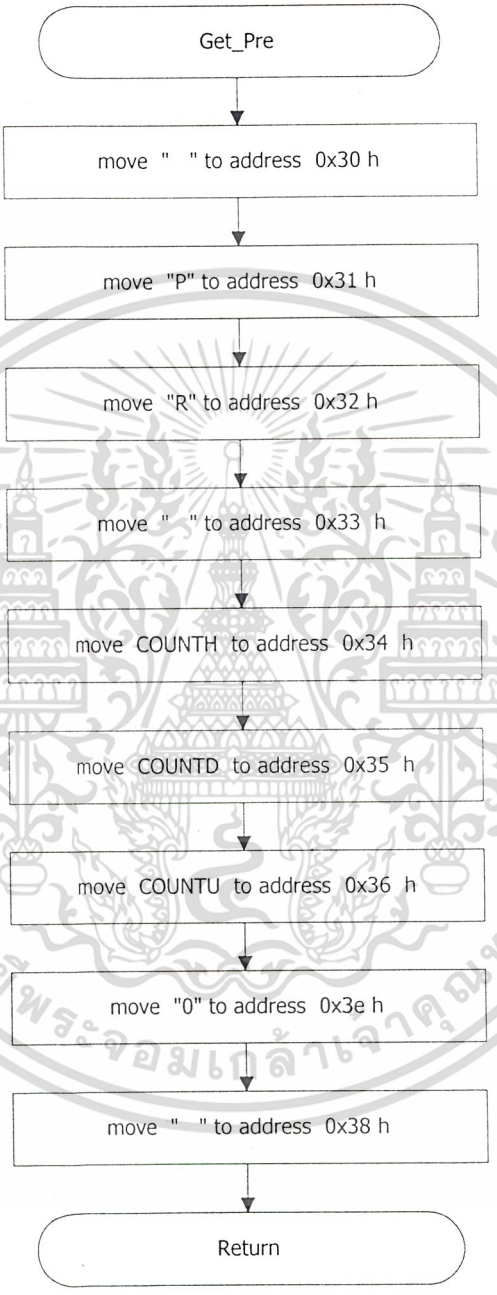


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

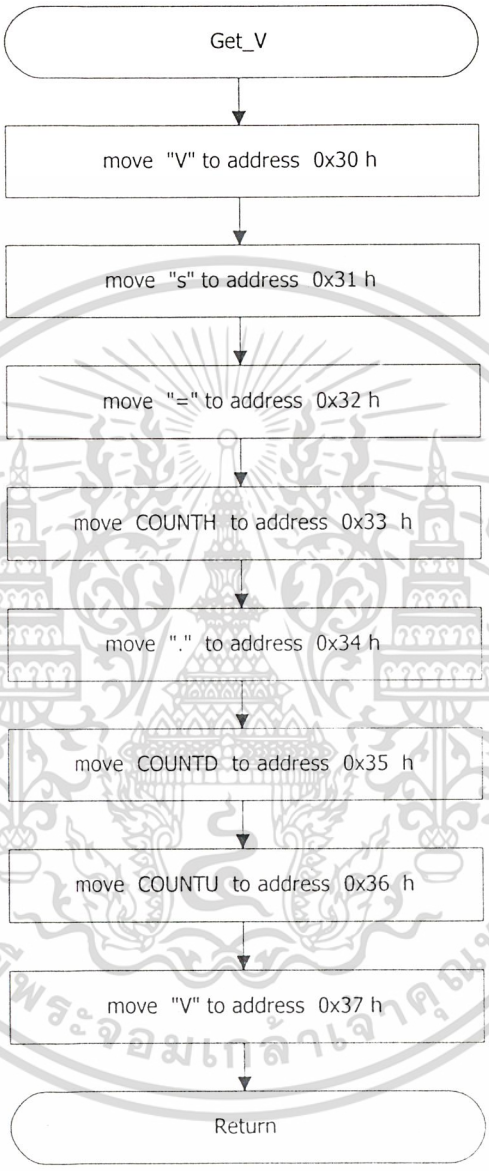
Flowchart

โปรแกรมย่อยการนำข้อมูลลงในหน่วยความจำ

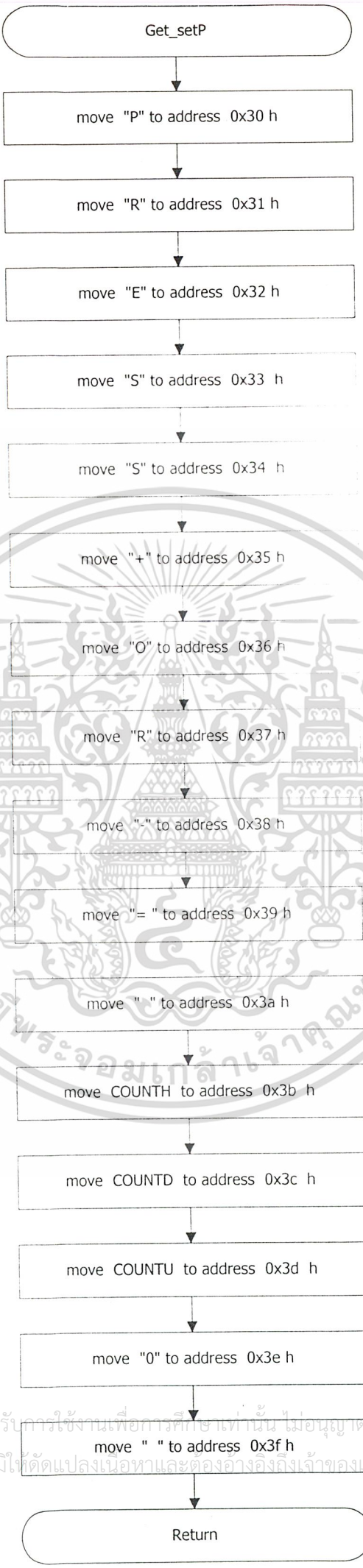
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

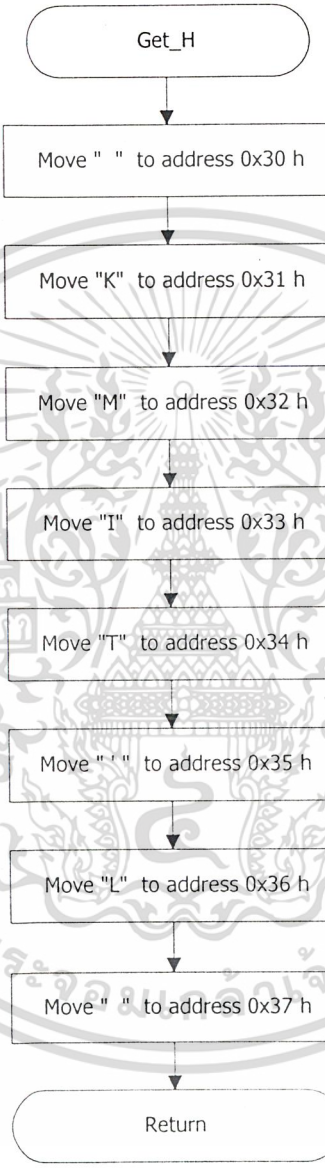


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

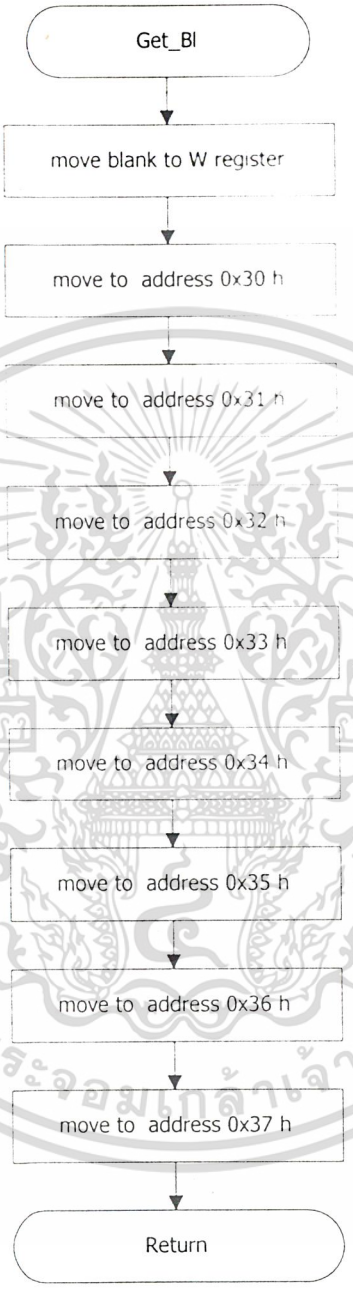


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

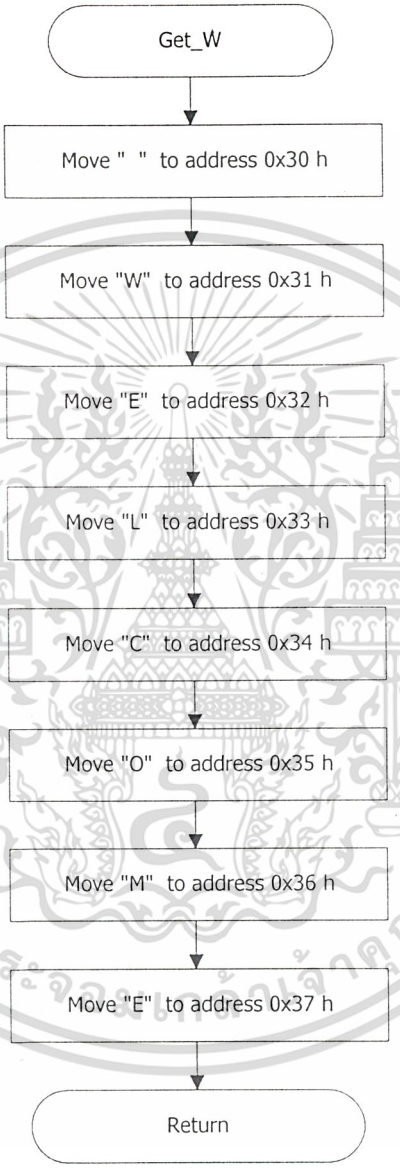
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



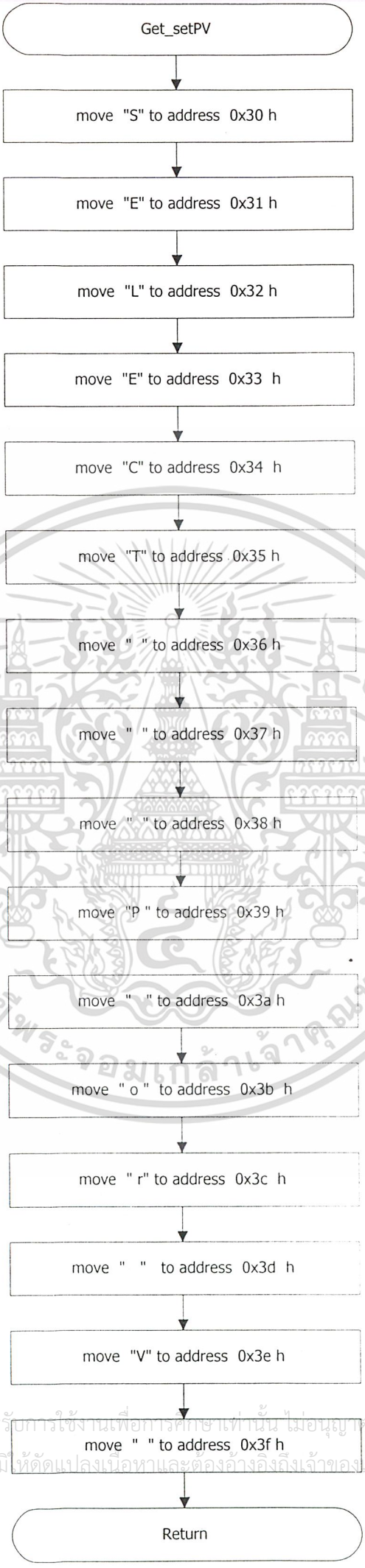
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สมศรี ดาวฉาย ,**อุปกรณ์การแพทย์สำหรับหอผู้ป่วยหนัก**,ภาคสรีรวิทยา คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล กรุงเทพมหานคร , 2537

Microchip technology ,Data sheet of microcontroller 16F87x, WWW . microchip.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้