สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด

PHOTO AND RADIANT WARMER

โดย

นายกฤษณ์ คะชา

นายเก่งพงศ์ ลิ่มสุวรรณโรจน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42739
วัน, เดือน, ปี 7 มิ.ย. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด

PHOTO AND RADIANT WARMER

โดย

นายกฤษณ์ คะชา

นายเก่งพงศ์ ลิ่มสุวรรณโรจน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ

ปริญญานิพนธ์นี้สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด

PHOTO AND RADIANT WARMER

นายกฤษณ์ คะชา รหัส 40010020

นายเก่งพงศ์ ลิ่มสุวรรณโรจน์ รหัส 40010082

โครงงานนี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด

ผู้จัดทำ

1. นายกฤษณ์ คะชา รหัส 40010020
2. นายเก่งพงศ์ ลิ่มสุวรรณโรจน์ รหัส 40010082

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด

นาย กฤษณ์ คะชา
นาย เก่งพงศ์ ลิ่มสุวรรณโรจน์
อาจารย์ พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ(อาจารย์ที่ปรึกษา)
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

โครงงานชิ้นนี้เป็นการออกแบบสร้างเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด ซึ่งสามารถทำการฉายแสงให้แก่ทารกแรกเกิดในปริมาณที่สามารถรักษาอาการตัวเหลืองได้ สามารถให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิดที่จะเข้ารักษาเพื่อให้อุณหภูมิของร่างกายอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 35-40 องศาเซลเซียส และสามารถทำการตั้งเวลาในการทำงานของเครื่องมือชิ้นนี้ได้ เครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิดที่ได้สร้างขึ้นมานี้ได้ทำการทดสอบแล้ว ซึ่งผลการทดสอบต่าง ๆ อยู่ในรายงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Photo and Radiant Warmer

Mr.Krit Kacha

Mr.Kengpong Limsuwanroj

Mr.Polsart Lertprasert(Adviser)

2 nd Semester, Education Year 2000

Abstract

This report describes the design of Photo and Radiant Warmer that can create light and heat for abnormal infants. This Photo and Radiant Warmer will create heat and keep the body temperature of the infant between 35°C to 40.0°C and can set the timing. This Photo and Radiant Warmer has been tested and the results are presented in this report.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน	4
2.1 การจำแนกประเภทของทารกแรกเกิด	4
2.1.1 การจำแนกโดยน้ำหนักตัว	4
2.1.2 การจำแนกโดยอายุครรภ์	4
2.1.3 การจำแนกประเภทโดยใช้น้ำหนักเปรียบเทียบอายุครรภ์	5
2.2 ความผิดปกติของทารกแรกเกิด	6
2.2.1 ทารกแรกเกิดน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติ	6
2.2.2 ทารกคลอดก่อนกำหนด	7
2.2.3 ทารกแรกเกิดที่มีอาการภาวะตัวเหลือง	9
บทที่ 3 ส่วนประกอบและการทำงานของวงจร	12
3.1 ส่วนประกอบของวงจร	12
3.1.1 ส่วนประมวลผล	12
3.1.2 ส่วนวัดอุณหภูมิ	13
3.1.3 ส่วนแสดงผล	14
3.1.4 ส่วนรับข้อมูล	15
3.1.5 ส่วนให้ความร้อนและแสง	16
3.1.6 ส่วนตั้งเวลา	19
3.1.7 ส่วนจ่ายไฟเลี้ยง	19
3.2 การทำงานของวงจร	20
บทที่ 4 ผลการทดลอง	25
4.1 ความถูกต้องของตัวดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์	25
4.2 ความถูกต้องในการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก(D/A)	26
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับของความสว่างของ LED กับค่าความต้านทานของ LDR	27
4.4 ผลการควบคุมความร้อน	28
4.5 การกระจายความร้อนรอบบริเวณที่ใช้งาน	29
4.6 ผลการควบคุมเวลา	30
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงเส้นกราฟแสดงการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์	5
รูปที่ 3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT98C52	12
รูปที่ 3.2 ไอซีดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ เบอร์ DS1620	13
รูปที่ 3.3 รูปแบบข้อมูล	14
รูปที่ 3.4 รูปแบบข้อมูลอนุกรม	14
รูปที่ 3.5 แสดงภาพไอซีเบอร์ MAX7219	15
รูปที่ 3.6 แสดงการต่อวงจรพื้นฐานแก่ไอซี MAX7219	15
รูปที่ 3.7 การต่อสวิทซ์แบบเมตริกซ์	16
รูปที่ 3.8 แสดงโครงสร้างภายในของ อินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์	17
รูปที่ 3.9 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก	17
รูปที่ 3.10 วงจรหรี่ไฟ	18
รูปที่ 3.11 วงจรจ่ายไฟเลี้ยงขนาด ±15V	19
รูปที่ 3.12 วงจรจ่ายไฟเลี้ยงขนาด 5V	19
รูปที่ 3.13a การทำงานโดยรวมของระบบ	21
รูปที่ 3.13b การทำงานโดยรวมของระบบ	22
รูปที่ 3.13c การทำงานโดยรวมของระบบ	23
รูปที่ 3.14a แสดงวงจรเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่เด็กแรกเกิด	24
รูปที่ 3.14b แสดงวงจรเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่เด็กแรกเกิด	25
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความถูกต้องของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก	27
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของ LDR	27
รูปที่ 4.3 การทดสอบการกระจายความร้อน	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงการจำแนกโดยอายุครรภ์ของ 2 กลุ่ม 4

ตารางที่ 2.2 อุณหภูมิของเครื่องให้ความร้อนที่เหมาะสมแก่ทารกน้ำหนักตัวต่าง ๆ 8

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทกับ
ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ 26

ตารางที่ 4.2 ผลการควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิต่าง ๆ 28

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวัดอุณหภูมิบริเวณรอบๆพื้นที่การใช้งาน 30

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบฟังก์ชันการทำงานของเครื่องที่สร้างขึ้นกับ
เครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในประเทศที่พัฒนาแล้ว ได้มีการนำเอาความรู้ใหม่ๆ มาใช้ในการดูแลรักษาทารกแรกเกิดอย่างมีประสิทธิภาพทำให้อัตราการเจ็บป่วย และอัตราตายของทารกเหล่านี้ลดลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในประเทศที่กำลังพัฒนาเช่น ประเทศไทย โรงพยาบาลที่จะให้บริการทางด้านนี้อย่างเต็มที่ยังมีจำนวนน้อย จึงทำให้อัตราการเจ็บป่วยและอัตราตายในทารกแรกเกิดยังคงสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทารกที่น้ำหนักตัวน้อย ส่วนหนึ่งคงจะเกิดจากการขาดแคลนบุคลากร เช่น แพทย์ พยาบาล อีกส่วนหนึ่งที่สำคัญมากคือ ปริมาณและประสิทธิภาพทางด้านเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วย การปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษามากยิ่งขึ้น

เครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด (Photo and Radiant Warmer) เป็นเครื่องมือที่เกิดจากการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือในการรักษาทารกแรกเกิดที่มีความผิดปกติ ให้มีประสิทธิภาพและมีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น เนื่องจากเป็นการนำเครื่องมือในการรักษาทารกแรกเกิดที่มีความผิดปกติ 2 ชนิดมาประกอบรวมกัน คือ

1. เครื่องให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด (Radiant Warmer) เป็นเครื่องมือที่ให้ความร้อนโดยใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิของทารกคลอดก่อนกำหนด (Prematurity) ซึ่งจะเกิดภาวะตัวเย็นให้อุณหภูมิในตัวทารกอยู่ในระดับมาตรฐานที่ 36.5 องศาเซลเซียส แล้วจึงทำการรักษาในขั้นตอนต่อไป

2. เครื่องฉายแสงแก่ทารกแรกเกิด (Photo) เป็นเครื่องมือที่ฉายแสงโดยใช้ ฉายแสงให้แก่ทารกแรกเกิดที่มีภาวะอาการตัวเหลืองผิดปกติ ซึ่งเกิดจากระดับบิลิรูบินเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ระดับบิลิรูบินมีค่าลดลงจนหายไป

ด้วยความสามารถมากมายของไมโครโปรเซสเซอร์ หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สามารถนำมาใช้ในระบบควบคุมการทำงานต่าง ๆ ตั้งแต่ระบบที่เล็ก ๆ ที่มีใช้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันไปจนถึงระดับใหญ่ ๆ ในงานอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี

โครงงานนี้จึงได้นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอ็มซีเอส-51 (MCS-51) ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้ในการควบคุมระบบขนาดกลางมาควบคุมระบบและประมวลผลการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของโครงงาน โดยได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52

โครงงานเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วนกำเนิดความร้อน ใช้แท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์ (Infrared Ceramic Heater) ในการแผ่ความร้อนและสามารถกำหนดอุณหภูมิได้ตามที่ต้องการ

2. ส่วนตรวจวัดอุณหภูมิ ใช้ไอซีดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ เบอร์ DS1620 ที่มีความละเอียดของการวัดค่าอุณหภูมิในระดับ 0.5 องศาเซลเซียส และสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ –55 องศาเซลเซียส จนถึง 125 องศาเซลเซียส

3. ส่วนกำเนิดแสงในการักษา ใช้แสงจากหลอดนีออนซึ่งมีแสงหลายชนิดสี (แต่ละชนิดสีจะมีความยาวคลื่นต่างกัน ทำให้ผลการรักษาเร็วช้าต่างกันด้วย)

วัตถุประสงค์

- ออกแบบและสร้างเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด (Photo and Warmer) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิในช่วงที่ใช้ในการรักษาคือ 35-40 องศาเซลเซียสและสามารถทำการฉายแสงที่ใช้ในการรักษาทารกแรกเกิดตัวเหลืองได้
- สามารถทำการกำหนดอุณหภูมิให้ความร้อนตามที่ต้องการได้
- สามารถทำการตั้งเวลาในการใช้งานตามต้องการได้

ขอบเขต

โครงงานนี้ได้มีการออกแบบสร้างเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด (Photo and Radiant Warmer) ซึ่งสามารถให้ความร้อนได้ในช่วงอุณหภูมิ 35–40 องศาเซลเซียส สามารถกำหนดเวลาในการใช้งานตามต้องการ และสามารถฉายแสงที่ใช้ในการรักษาทารกแรกเกิดตัวเหลืองผิดปกติได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับหรือผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เนื่องจากในปัจจุบันเครื่องให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด ยังต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ เครื่องจึงมีราคาสูง โครงงานนี้จึงสามารถใช้เป็นรูปแบบในการพัฒนาเครื่องให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิดได้

2. ปัจจุบันเครื่องให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิดและเครื่องฉายแสงแก่ทารกแรกเกิด จะเป็นเครื่องที่แยกกัน โครงงานนี้เป็นการนำเอาเครื่องมือทั้งสองนี้มารวมกันจึงเป็นการสะดวกที่จะไม่ต้องเคลื่อนย้ายทารกแรกเกิด ทำให้มีความปลอดภัยต่อทารกมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากการศึกษาพบว่า เมื่อทำการให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิดแล้วจะต้องนำทารกไปเข้าตู้อบทารกเพื่อทำการฉายแสงซึ่งเป็นระบบปิด โครงงานนี้เป็นระบบเปิดและมีเครื่องฉายแสงให้ทารกแรกเกิดภายในตัวจะช่วยในความสะดวกในการรักษา

4. การใช้ตู้อบทารกซึ่งจะต้องมีการให้ออกซิเจนแก่ทารก ต้องเสี่ยงต่อภาวะอาการตัวเขียวของทารก โครงงานนี้สามารถใช้ควบคุมอุณหภูมิของทารกแรกเกิดแทนการใช้ตู้อบทารกจึงช่วยลดความเสี่ยงดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน

สิ่งจำเป็นในการดูแลรักษาดูแลทารกแรกเกิด คือ การจำแนกประเภททารกเกิด ทั้งนี้เนื่องจากทารกที่คลอดมามีขนาดอายุครรภ์ต่าง ๆ กัน การปรับตัวต่อสภาพภายนอกครรภ์จึงแตกต่างกันตามอายุครรภ์ที่ต่างกัน ทำให้การเจ็บป่วยต่างกันได้ง่าย การจำแนกประเภททารกแรกเกิดทำให้ การวินิจฉัยโรค การดูและรักษาและการพยากรณ์โรคได้ดีขึ้น

2.1 การจำแนกประเภทของทารกแรกเกิด ที่ใช้กันเสมอมี 3 แบบ

2.1.1 การจำแนกโดยน้ำหนักตัว โดยใช้น้ำหนักตัวเป็นเครื่องแยก

- Low Birth Weight คือทารกที่คลอดมามีน้ำหนักเท่ากับ 2500 กรัมหรือน้อยกว่า
- Very Low Birth Weight คือทารกน้ำหนักแรกคลอดน้อยกว่า 1500 กรัม
- Very Very Low Birth Weight คือทารกน้ำหนักแรกคลอด น้อยกว่า 1000 กรัม
- Full Birth Weight คือทารกที่มีน้ำหนักคลอดมากกว่า 2500 กรัม

2.1.2 การจำแนกโดยอายุครรภ์ โดยใช้อายุครรภ์เป็นเครื่องแยก ซึ่งประเภททารกเป็น 3 พวก ได้แก่

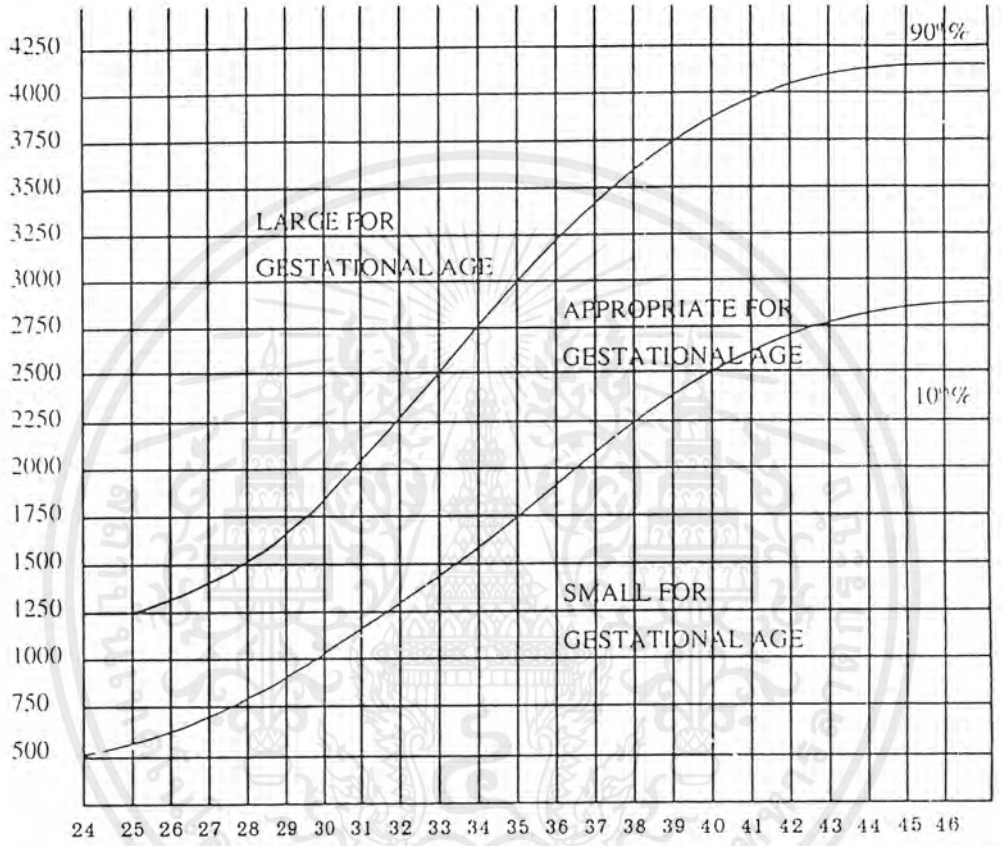
	คำจำกัดความ	
	WHO and European pediatric groups	American academy of Pediatrics Committee on Fetus and Newborn
1. ทารกคลอดก่อนกำหนด (Pre Term)	ทารกคลอดก่อนอายุครรภ์ 37 อาทิตย์	ทารกคลอดก่อนอายุครรภ์ 38 อาทิตย์
2. ทารกคลอดครบกำหนด (Term)	ทารกคลอดระหว่างอายุครรภ์ 37-41 อาทิตย์	ทารกคลอดระหว่างอายุครรภ์ 38-41 อาทิตย์
3. ทารกคลอดเกินกำหนด (Post Term)	ทารกคลอดก่อนอายุครรภ์ 42 อาทิตย์ หรือมากกว่า	ทารกคลอดก่อนอายุครรภ์ 42 อาทิตย์หรือมากกว่า

ตารางที่ 2.1 แสดงการจำแนกโดยอายุครรภ์ของ 2 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การจำแนกประเภทโดยใช้น้ำหนักเปรียบเทียบอายุครรภ์

ในการนี้ต้องใช้เส้นกราฟแสดงการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ (Intrauterine growth curve)



รูปที่ 2.1 แสดงเส้นกราฟแสดงการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์

การจำแนกทารกจะได้ทารก 3 กลุ่มใหญ่ โดยใช้เส้นกราฟที่เปอร์เซนไทล์ที่(10^{th} percentile) และเปอร์เซนไทล์ที่ 90(90^{th} percentile) เป็นตัวแบ่งและในแต่ละกลุ่มก็แบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้อีกกลุ่มละ 3 กลุ่มย่อย ดังรูป

SGA: Small for Gestational Age คือ ทารกที่มีน้ำหนักน้อยกว่าอายุครรภ์ที่ควรจะเป็น บางคนใช้น้ำหนักที่น้อยกว่าเปอร์เซนไทล์ที่ 10 บางคนใช้น้ำหนักที่น้อยกว่าเปอร์เซนไทล์ที่ 3 บางคนใช้น้ำหนักที่น้อยกว่า 2 standard deviation จาค่าเฉลี่ย(mean)

LGA: Large for Gestational Age คือ ทารกที่มีน้ำหนักมากกว่าอายุครรภ์ที่ควรจะเป็น ใช้น้ำหนักที่มากกว่าเปอร์เซนไทล์ที่ 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความผิดปกติของทารกแรกเกิด

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นถึงการแยกประเภททารกแรกเกิดจะพบว่าทารกที่มีความผิดปกติ คือ

- ทารกที่มีน้ำหนักตัว (Birth Weight) น้อยกว่า 2500 กรัม หรือ มากกว่า 4000 กรัม
- ทารกที่คลอด(Birth before) คลอดก่อน 37 สัปดาห์ หรือ คลอดหลัง 42 สัปดาห์
- SGA, LGA
- การเจ็บป่วย เช่น หายใจหอบ ภาวะตัวเหลือง เขียว ฯลฯ

ซึ่งเราจะศึกษาเฉพาะความผิดปกติที่สามารถใช้เครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิดในการรักษาเท่านั้น นั่นคือ

2.2.1 ทารกแรกเกิดน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติ

2.2.2 ทารกแรกเกิดคลอดก่อนกำหนด

2.2.3 ทารกแรกที่มีอาการภาวะตัวเหลือง

2.2.1 ทารกแรกเกิดน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติ

คำจำกัดความ คือ ทารกแรกเกิดที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2500 กรัม ซึ่งอาจจะแบ่งเป็น

- ทารกน้ำหนักตัวน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของอายุครรภ์ (SGA: Small for Gestational Age) ซึ่งหมายถึง เด็กที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 10 ดังรูปที่ 2.1
- ทารกขาดการส่งผ่านสารอาหารจากรก (Dysmaturity)
- อื่นๆ เช่น ทารกตัวเล็กโดยไม่ทราบสาเหตุ (Constitation Small Baby) ทารกตัวเล็กอายุครรภ์เกินกำหนด (Postmaturity) ทารกแคระ (Dwarf) ทารกพิการแต่กำเนิด (Congenital anormaly) เช่น อวัยวะบางส่วนหายไป หรือไม่พัฒนาขึ้นระหว่างตั้งครรภ์

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะทารกแรกเกิดน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติซึ่งเป็นผลมาจากค่าเฉลี่ยของอายุครรภ์น้อยกว่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 10 (SGA) เท่านั้น

- ทารกน้ำหนักตัวน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของอายุครรภ์ (SGA)

คือ ทารกที่เกิดมามีน้ำหนักตัวต่ำกว่าที่คาดว่าควรจะหนัก โดยไม่จำกัดอายุการตั้งครรภ์ และเมื่อนำน้ำหนักตัวทารกมาเปรียบเทียบกับน้ำหนักเฉลี่ยจากการทดลอง จะมีน้ำหนักตัวต่ำกว่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 10 ทารกประเภทนี้จะปรากฏอาการของการเจริญเติบโตมากกว่าน้ำหนักตัว และจะทราบอายุครรภ์โดยการตรวจร่างกายหาอายุครรภ์มากกว่าการเชื่อประวัติ และน้ำหนักตัวเด็ก ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันใต้ผิวหนังจะมีน้อย ไขที่หุ้มตัวจะมีน้อยหรือไม่มีเลยในทารกที่มีอายุครรภ์เกินกำหนด และการเจริญเติบโตในระยะหนึ่งหรือสองสัปดาห์จะมากกว่าทารกคลอดก่อนกำหนด

การดูแลรักษา

- พยายามป้องกันอุณหภูมิร่างกายต่ำ โดยการรักษาสิ่งแวดล้อมให้อบอุ่นพอที่จะทำให้อุณหภูมิของผิวหนังเท่า 79°F และอุณหภูมิทางทวารหนักเท่า 98.6 °F ทารกพวกนี้จะอุณหภูมิต่ำได้ง่ายเนื่องจากไขมันใต้ผิวหนังมีน้อย

- ป้องกันภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ เพราะทารกพวกนี้มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตไว้น้อยกว่าปกติ ช่วยป้องกันได้โดยการเจาะdextrostix เมื่อแรกเกิดและเป็นระยะเท่าที่จำเป็น

- พยายามป้องกันภาวะแคลเซียมในเลือดต่ำ เพราะทารกพวกนี้จะเสี่ยงต่อภาวะนี้มากจึงต้องสังเกตอาการสั่นหรือกระตุก ถ้ามีอาการหรือสงสัยให้รีบเจาะเลือดส่งตรวจหาค่า

- พยายามป้องกันภาวะสูดสำลัก โดยเฉพาะทารกที่มีการเปลี่ยนแปลงการเต้นของหัวใจตั้งแต่ในครรภ์ ต้องพยายามดูดทางช่องหลอดคอออกให้แน่ใจว่าหมด

- ให้วิตามิน K_1 1 มิลลิกรัม ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ เมื่อแรกคลอดเพื่อป้องกันภาวะเลือดออก

- หาค่าฮีมาโตคริต เพื่อตรวจค้นภาวะเลือดข้น ถ้าพบต้องรีบให้การรักษา

- ต้องพยายามสังเกตอาการของการติดเชื้อตั้งแต่ในครรภ์มารดา

- ให้ทารกได้รับนมครบตามความต้องการของร่างกายและอาหารตามจำนวนที่ควร

- ชั่งน้ำหนักทุกวันและจดบันทึกลงในแผ่นชั่งน้ำหนัก

2.2.2 ทารกคลอดก่อนกำหนด (Prematurity)

คำจำกัดความ หมายถึง ทารกที่คลอดเมื่ออายุครรภ์ต่ำกว่า 37 สัปดาห์ จากการตรวจหาอายุครรภ์โดยไม่จำกัดน้ำหนัก

สาเหตุ ส่วนใหญ่ไม่ทราบสาเหตุแน่ชัด แต่มักจะเกิดจากมารดามากกว่าทารก

การดูแลรักษา

- เรื่องการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในภาวะปกติ คือ 36-37 องศาเซลเซียส เด็กคลอดก่อนกำหนดมีปัญหาการควบคุมอุณหภูมิไม่ดี เนื่องจากศูนย์ควบคุมอุณหภูมิในสมองและreflexที่ควบคุมการขยายและการหดตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนังยังไม่ดี ไม่มีการสั่นเมื่อสิ่งแวดล้อมเย็นเพราะการพัฒนาของกล้ามเนื้อยังไม่ดี การเผาผลาญต่ำ, ไขมันใต้ผิวหนังน้อย, ต่อมเหงื่อทำงานไม่ดี, พื้นผิวลำตัวกว้าง เหล่านี้เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาวะตัวที่เย็นมาก ๆ จะทำให้เพิ่มการกดศูนย์การควบคุมการหายใจ ทำให้ทารกหยุดหายใจได้ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดูแลอุณหภูมิร่างกายของทารกคลอดก่อนกำหนดก่อนโดยใช้ เครื่องให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด

ปกติก่อนจะรับทารกเข้าทำการควบคุมอุณหภูมิจะตั้งอุณหภูมิของเครื่องให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด ไว้ที่อุณหภูมิปานกลาง 89-92°F หรือเราอาจจะพิจารณาการตั้งอุณหภูมิจากน้ำหนักตัวของทารก เช่น

น้ำหนักตัวน้อยกว่า (gram)	ปรับอุณหภูมิไว้ที่ (°F)
1000	95 – 97
1000-1500	94 – 95
1500-2000	89 – 90

หรือ

น้ำหนักตัว (kilogram)	ปรับอุณหภูมิไว้ที่ (°C)
1	35
2	34
3	33

ตารางที่ 2.2 อุณหภูมิของเครื่องให้ความร้อนที่เหมาะสมแก่ทารกน้ำหนักตัวต่าง ๆ

จากนั้นเมื่อนำเด็กเข้าเครื่อง Radiant Warmer แล้วจึงค่อยปรับอุณหภูมิให้เท่ากับอุณหภูมิของร่างกายที่อยู่ในภาวะปกติ คือ 36 – 37 องศาเซลเซียส

- การสังเกตและป้องกันความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ถ้าพบเด็กหยุดหายใจต้องนับจำนวนครั้งว่าบ่อยแค่ไหน ระยะเวลานานเท่าไร และเมื่อหยุดหายใจจำนวนครั้งของการหายใจเปลี่ยนแปลงหรือไม่

- การป้องกันการติดเชื้อ ทารกคลอดก่อนกำหนดมีภูมิต้านทานโรคต่ำ การล้างมือสำคัญที่สุดต้อง ล้างมือทั้งก่อนและหลังจับตัวทารกทุกครั้ง

-ให้ทารกได้รับจำนวนนมหรือน้ำเกลือทางหลอดเลือดดำครบตามกำหนดที่

- การพยาบาลทั่วไป

- เตรียมทารกเข้าเครื่อง Radiant Warmer และเครื่องใช้ที่จำเป็นทุกอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฉีดวิตามิน K_1 1 มิลลิกรัม เข้ากล้ามเนื้อทันทีเมื่อรับทารกคลอดก่อนกำหนด
- ดูแลเรื่องความสะอาดของร่างกาย
- ชั่งน้ำหนักทารกทุกวัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

2.2.3 ทารกแรกเกิดที่มีอาการภาวะตัวเหลือง

ลักษณะสีผิวของทารก

ทารกครบกำหนดจะมีผิวหนังสีชมพู อาการเขียวปลายมือปลายเท้า อาจพบได้ ผิวหนังซีดพบได้ในทารกเสียเลือด ขาดออกซิเจนหรือช็อก ตัวเหลืองถ้าพบภายใจ 24 ชั่วโมงหลังเกิดควรนึกถึงเม็ดเลือดแดงแตกในทารก ผิวหนังสีน้ำเงินปนเทา (Mongolain spot) มักพบบริเวณก้นและหลัง ผิวหนังแดงควรนึกถึงภาวะเลือดข้น (Polycythemia) หรือภาวะขาดน้ำ ผิวหนังเหี่ยวย่นลอกหรือแตกเป็นแผ่น พบในทารกคลอดเกินกำหนด หรือตัวเล็กกว่าอายุในครรภ์มารดา ผิวหนังเป็นจ้ำ ๆ (Cutis marmorata) เป็นผลเนื่องจากกลไกควบคุมหลอดเลือดฝอยยังทำงานไม่เต็มที่ ทำให้บางส่วนขยายตัว บางส่วนหดตัว จึงเห็นผิวหนังเป็นจ้ำ สีคล้ำสลับกับสีขาวซีด ถ้าอุณหภูมิของห้องเย็นลงจะทำให้เห็นชัดเจนขึ้น อาการนี้จะหายไปถ้าปรับอุณหภูมิให้ร่างกายทารกอบอุ่นขึ้น

ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด

ภาวะตัวเหลืองเป็นเพียงอาการของโรคไม่ใช่โรค จากการที่ตับของทารกในครรภ์มีความสามารถใน Conjugation บิลิรูบินได้จำกัด บิลิรูบินของทารกในครรภ์จะถูกจำกัดออกจากร่างกายได้โดยส่งผ่านรกไปยังมารดาและถูกขับถ่ายโดยตับของมารดา ทำให้ไม่พบอาการตัวเหลืองในทารกเพิ่งคลอด แต่จะพบอาการตัวเหลืองในทารกหลังคลอดในเวลาต่อมา ซึ่งอาการตัวเหลืองที่พบนี้มีทั้งลักษณะที่เป็นปกติและผิดปกติ ในรายที่มีอาการตัวเหลืองผิดปกติ และระดับบิลิรูบินเพิ่มมากขึ้นถ้าไม่ได้รับการรักษาก็จะเป็นอันตรายต่อทารกโดยเฉพาะที่สำคัญและอันตรายคือระบบประสาทเกิดปัญญาอ่อนได้

คำจำกัดความ

โดยปกติค่าบิลิรูบินในซีรั่ม 0.15–1.20 มิลลิกรัม% ในภาวะตัวเหลืองค่าบิลิรูบินมากกว่า 2 มิลลิกรัม% ขึ้นไป โดยทั่วไปทารกแรกเกิดจะมีค่าบิลิรูบินประมาณ 3.50 มิลลิกรัม% ถ้าระดับบิลิรูบินสูงขึ้นจนเกิน 4 มิลลิกรัม% จะเคลือบให้เห็นอาการตัวเหลืองที่ผิวหนังทั่วไปและตาขาว

การดูแลรักษา

จุดประสงค์ของการรักษา เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นดังได้กล่าว ปัจจุบันการรักษามีหลายวิธีขึ้นกับระดับบิลิรูบินและอาการอื่น ๆ ร่วมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรักษาด้วยแสง

จะลดระดับบิลิรูบินในเลือดประมาณ 3-5 มิลลิกรัม% ต่อวัน เพราะเมื่อบิลิรูบินถูกกับแสงจะเกิด photoisomerization ที่ผิวหนังโดยจะเปลี่ยนเฉพาะ isomer เป็นphotobilirubin ซึ่งไม่ทราบสูตรโครงสร้างที่แท้จริงแต่มีคุณสมบัติคล้าย conjugated bilirubin ปฏิกิริยานี้ไม่ต้องใช้ออกซิเจนใช้พลังงานน้อยและเกิดเร็ว นอกจากปฏิกิริยานี้แล้วเชื่อว่าอาจเกิดจากการที่มี photo-oxidation ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ต้องอาศัยออกซิเจน

ข้อบ่งชี้ในการรักษาด้วยแสง

- ทารกครบกำหนดระดับบิลิรูบิน 15-19 มิลลิกรัม%
- ทารกคลอดก่อนกำหนด, น้ำหนักน้อย, หายใจลำบาก, ภาวะติดเชื้อ ฯลฯ ถ้าระดับบิลิรูบินมากกว่า 10 มิลลิกรัม% หรือตามความเหมาะสม
- ใช้ในรายที่ยังไม่มีข้อบ่งชี้ในการถ่ายเปลี่ยนเลือด
- หลังทำการถ่ายเปลี่ยนเลือด

ชนิดของแสงที่ใช้รักษาอาการตัวเหลือง

- หลอดไฟนีออนธรรมดาหรือหลอดไฟขาว คลื่นแสง 550-600 นาโนเมตร
- หลอดไฟสีฟ้า (blue light) คลื่นแสง 425-475 นาโนเมตร
- หลอดไฟสีฟ้าพิเศษ (special blue light) คลื่นแสง 420-480 นาโนเมตรซึ่งได้ผลมากแต่หายากและราคาแพง

ตัวเครื่องประกอบด้วยหลอดไฟติดกันเป็นแผงมีพลาสติกใสปิดไว้ ตั้งแผงไฟห่างจากตัวทารกไม่เกิน 45 ซม.

แนวทางการรักษาด้วยแสง

- ควรหาสาเหตุของอาการตัวเหลืองก่อนให้การรักษาทุกครั้ง
- ไม่ควรใช้เพื่อป้องกันอาการตัวเหลือง
- ไม่ควรใช้ในการรักษาด้วยแสงเพื่อลดระดับบิลิรูบินในรายทารกที่ต้องรักษาโดยการถ่ายเปลี่ยนเลือด
- กะระยะให้แผงไฟห่างจากทารกไม่เกิน 45 ซม.
- ปิดตาทุกครั้ง โดยมีกระดาษทึบแสงสอดกลางเพื่อป้องกันอันตรายจากแสง
- วัดพลังงานแสงด้วย Bilimeter พลังงานแสงที่ดีที่สุดควรเกิน 4 $Mw/cm^2/nm$ พลังงานแสงที่ใช้ได้ควรเกิน 2 $Mw/cm^2/nm$ บางแห่งอาจไม่จำเป็นต้องวัดใช้จนหลอดขาดได้
- วัดอุณหภูมิทุก 4 ชม. เพื่อรักษาอุณหภูมิให้ปกติตลอดเวลา เพราะทารกอาจมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ควรให้อาหารนมให้มากพอเพื่อช่วยลดภาวะการขาดน้ำ โดยให้มากกว่าปกติ 15-20 ซีซี/กก./วัน

- ไม่ควรใช้ในรายที่มีระดับ conjugated bilirubin สูงเพราะอาจเกิด Bronze baby syndrome ได้

- ควรเจาะเลือดหาระดับบิลิรูบินซ้ำทุก 12 ชม. หรือตามจำเป็น

- เมื่อหยุดการรักษาด้วยแสง ควรเจาะเลือดซ้ำหาระดับบิลิรูบินที่อาจกลับสูงขึ้นอีกได้ การรักษาด้วยแสงจะลดระดับบิลิรูบินที่ผิวหนัง ฉะนั้นผิวทารกจะไม่ค่อยเหลือง

ภาวะแทรกซ้อนขณะรักษาด้วยแสง

- อุจจาระเหลว ลักษณะสีเขียวปนเหลือง ไม่มีกลิ่น จำนวนครั้งไม่บ่อยมากเชื่อว่าเกิดจากการที่ลำไส้เคลื่อนไหวเร็วขึ้น เอนไซม์เลคเตสน้อยลง

- ผื่นคล้ายแมลงกัด หายได้เอง

- มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ อาจสูงหรือต่ำกว่าปกติได้

- มีการเสียน้ำจากร่างกายมากขึ้น อาจเกิดภาวะขาดน้ำ

- อาจเกิด Bronze baby syndrome ในรายที่มีระดับ Conjugated bilirubin สูงจากการที่มีการอุดตันท่อน้ำดีหรือตับอักเสบจะทำให้มีการเปลี่ยนสีที่ผิว, ซีรัมและปัสสาวะเป็นสีดำอมเทาและน้ำตาลได้จากผลของ Photo-oxidation

นอกจากนี้ภาวะแทรกซ้อนที่พบในสัตว์ทดลองก็คือทำให้ตาบอดและมีผลต่อการเจริญเติบโตทำให้ช้ากว่าปกติหรือคงที่ ทั้งยังมีผลต่อระบบอวัยวะสืบพันธ์ และจากการศึกษาในห้องทดลองพบว่ามีการแตกทำลายเม็ดเลือดแดงมากขึ้นได้ในบางภาวะ

การพิจารณาหยุดการรักษาด้วยแสง

- ระดับบิลิรูบินลดลงถึง 12 มิลลิกรัม%

- เมื่อรักษาด้วยแสงประมาณ 4 วัน ระดับบิลิรูบินไม่ลดลงสู่ปกติ แต่ก็ไม่เพิ่มสูงขึ้นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ส่วนประกอบและการทำงานของวงจร

3.1 ส่วนประกอบของวงจร

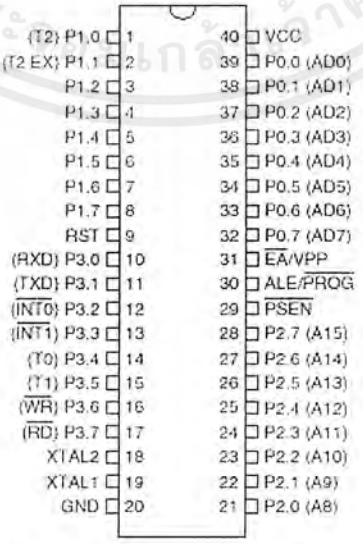
ในการสร้างเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิดประกอบด้วยการทำงานส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1. ส่วนประมวลผล
2. ส่วนวัดอุณหภูมิ
3. ส่วนแสดงผล
4. ส่วนรับข้อมูล
5. ส่วนให้ความร้อนและแสง
6. ส่วนตั้งเวลาการทำงาน
7. ส่วนจ่ายไฟเลี้ยง

3.1.1 ส่วนประมวลผล

ในการทำงานเกือบทั้งหมดของเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนทารกแรกเกิด เราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลและควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ

เราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบ 8 บิต ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C52 ซึ่ง มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมข้อมูลขนาด 8 กิโลไบต์ มีหน่วยความจำสำรองขนาด 256 ไบต์ และ มีพอร์ท สำหรับรับส่งข้อมูล ทั้งหมด 32 ขา

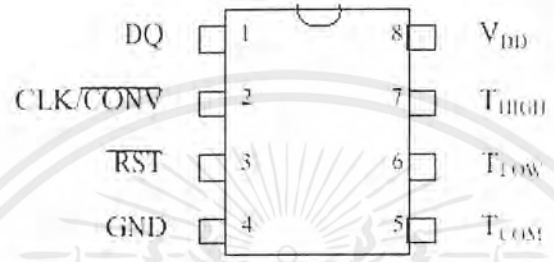


รูปที่ 3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT98c52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ส่วนวัดอุณหภูมิ

ในส่วนวัดอุณหภูมินี้ เราใช้ไอซีดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ เบอร์ DS1620 ที่มีความละเอียดของการวัดค่าอุณหภูมิในระดับ 0.5 องศาเซลเซียส และสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ –55 องศาเซลเซียส จนถึง 125 องศาเซลเซียส ซึ่งรับส่งข้อมูลในรูปแบบอนุกรม นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานเป็นเทอร์โมสตัทได้อีกด้วย



รูปที่ 3.2 ไอซีดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ เบอร์ DS1620

คำอธิบาย

DQ = 3 – Wire input /output เป็นสัญญาณข้อมูลเข้าออกสำหรับการสื่อสารสำหรับอนุกรม 3 เส้น

CLK$\overline{CONV}$ = 3 – Wire Clock Input and Stand-alone convert Input ในโหมด 3 – Wire Operation ทำหน้าทีเป็นสัญญาณ clock input ในโหมด stand alone ใช้เป็นขา convert โดยDS1620จะเปลี่ยนอุณหภูมิที่ขอบขาลงของ $\overline{CONV}$

$\overline{RST}$ = 3 – Wire Reset Input เป็นขา reset สำหรับ 3 – Wire Operation Mode

GND = GROUND

T_{HIGH} = High Temperature Trigger เป็นhighเมื่ออุณหภูมิของDS1620มีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับค่าอุณหภูมิ TH ที่ตั้งไว้

T_{LOW} = Low Temperature Trigger เป็นhighเมื่ออุณหภูมิของ DS1620มีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่าอุณหภูมิ TL ที่ตั้งไว้

T_{COM} = High / Low Temperature Trigger เป็นhighเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า TH และยังคงมีระดับลอจิกเป็นhigh จนกว่าอุณหภูมิจะลดลงต่ำกว่า TL

V_{CC} = Supply Voltage 2.7 – 5.5 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่อ่านได้จาก DS1620 เป็นข้อมูลขนาด 9บิทโดยบิทที่ 8 (MSB) เป็นบิทเครื่องหมาย บิทที่ 0 (LSB) เป็นบิทแสดงทศนิยม 0.5 องศาเซลเซียสและอีก 7บิทที่เหลือเป็นขนาดของอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิที่มีค่าเป็นลบอยู่ในรูป 2's Complement รูปที่ 3.3 แสดงรูปแบบของข้อมูลและตัวอย่าง เมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส

MSB								LSB
0	0	0	1	1	0	0	1	0

รูปที่ 3.3 รูปแบบของข้อมูล

การทำงานในโหมด 3 – Wire Operation

การควบคุม DS1620 ในโหมด 3 – Wire Operation สามารถทำได้โดยผ่านสายสัญญาณ 3 เส้น คือ สัญญาณ reset ($\overline{RST}$), สัญญาณclock (*CLK*) และสัญญาณdata (*DQ*) การถ่ายโอนข้อมูลเริ่มต้นโดยการให้สัญญาณ $\overline{RST}$ เป็น high และส่งบิทข้อมูลมาที่ขาสัญญาณ *DQ* แล้วตามด้วยสัญญาณ *CLK* โดยสัญญาณ clock เริ่มด้วยขอบขาลงตามด้วยขอบขาขึ้น เมื่อส่งข้อมูลครบทุกบิทแล้ว ให้ $\overline{RST}$ เป็น low เพื่อสิ้นสุดการสื่อสารข้อมูล การสื่อสารข้อมูลจะกระทำโดย ส่ง LSB ก่อนแล้วส่งบิทต่อไปตามลำดับ

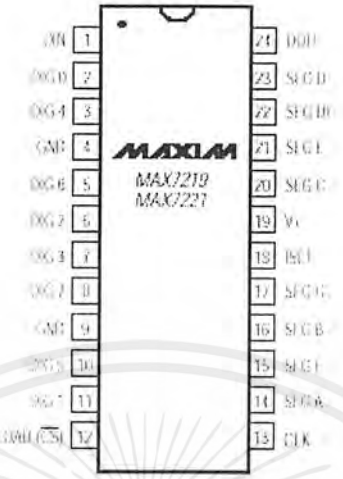
3.1.3 ส่วนแสดงผล

ในการแสดงผลอุณหภูมิ และเวลาเราจะแสดงผลออกทาง 7-segment โดยใช้ไอซีสำหรับขับ 7-segment แบบ common-cathode เบอร์ MAX7219 ซึ่ง สามารถขับ 7- segment ได้ถึงแปดตัว โดยใช้ พอร์ทรับส่งข้อมูลเพียงแค่ 3 ขา เท่านั้น ภายใน MAX7219 มี Static Ram ขนาด 8×8 ซึ่งจะเก็บค่าข้อมูลที่จะแสดงผล และเป็น Register –Address ในการใช้งาน MAX7219 เราต้องส่งค่า control byte ตามด้วย ค่าของข้อมูลที่จะแสดงผลหรือรูปแบบข้อมูลตาม control byte ดังรูปที่ 3.4 โดยในการส่งข้อมูลให้แก่ไอซีMAX7219 เราต้องส่ง บิทMSBก่อน รูปที่ 3.5 แสดงรูปของไอซี MAX7219 และรูปที่ 3.6 จะแสดงการต่อวงจรพื้นฐานในการใช้งานไอซี MAX7219

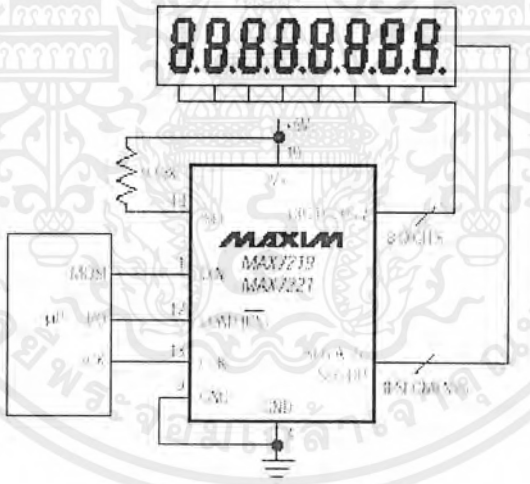
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
X	X	X	X	ADDRESS				MSB	DATA						LSB

รูปที่ 3.4 รูปแบบข้อมูลอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงภาพไอซีเบอร์ MAX7219



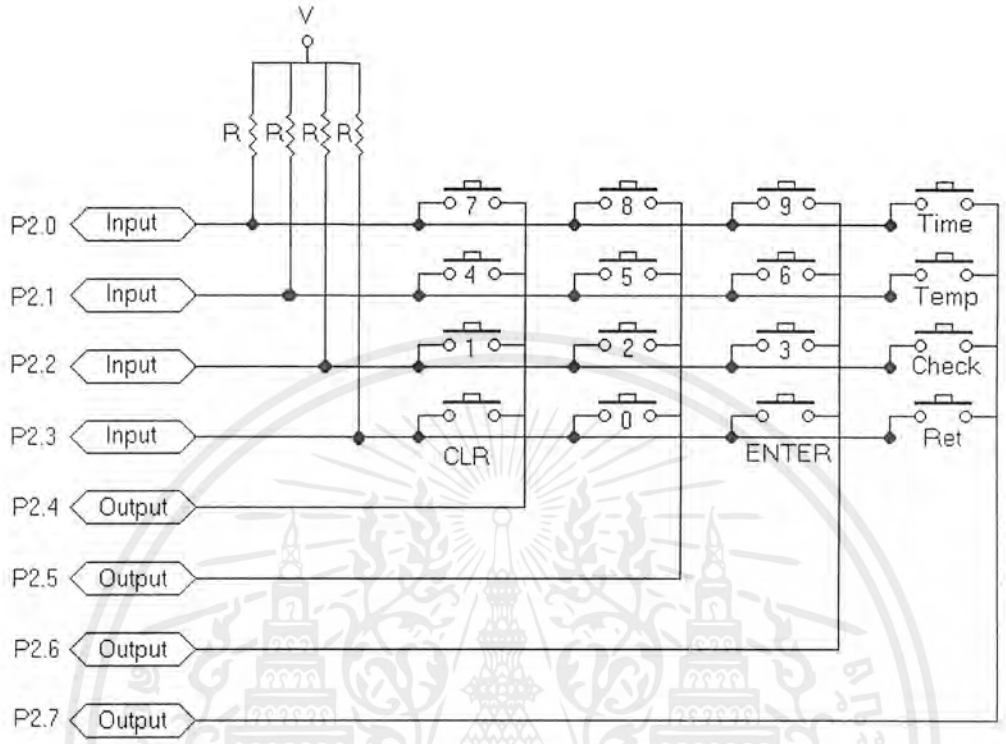
รูปที่ 3.6 แสดงการต่อวงจรพื้นฐานแก้ไอซี MAX7219

3.1.4 ส่วนรับข้อมูล

เราสามารถตั้งอุณหภูมิและตั้งเวลาให้กับเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนทารกแรกเกิดได้โดยป้อนข้อมูลเข้าทางคีย์บอร์ด

เราจะต่อคีย์บอร์ดเข้ากับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจะใช้วิธีต่อสวิทซ์แบบเมตริกซ์ดังรูปที่ 3.7 ซึ่งวิธีนี้จะช่วยลดจำนวนพอร์ทที่ต้องใช้ต่อกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การต่อสวิทซ์แบบเมตริกซ์

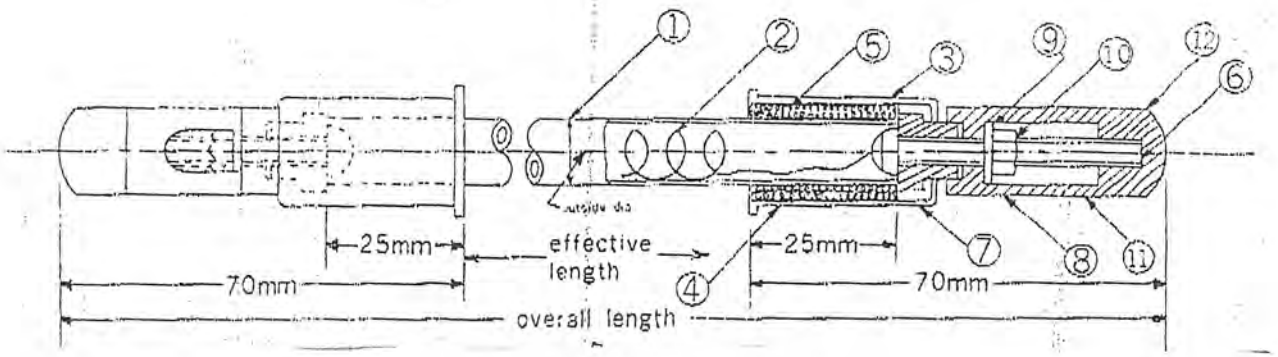
ในการต่อสวิทซ์แบบเมตริกซ์เพื่อใช้เป็นคีย์บอร์ดในการป้อนค่าอุณหภูมิและเวลาที่เราต้องการใช้งานตามรูปเป็นแบบ 4 แถว 4 หลักใช้สวิทซ์ทั้งหมด 16 ตัว โดยกำหนดค่า R = 4.7K และ V = 5V โดย Input และ Output เป็นพอร์ท I /O ของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1.5 ส่วนให้ความร้อนและแสง

ในส่วนให้ความร้อนแหล่งกำเนิดความร้อนที่เราใช้คือ แท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์ (Infrared Ceramic Heater) เป็นแท่งเซรามิคทำความร้อนที่กระจายรังสีอินฟราเรดคลื่นยาว พลังงานที่แผ่ออกมานี้สามารถทะลุผ่านเข้าไปทำให้โมเลกุลของวัตถุนั้น ๆ เกิดการสั่นสะเทือนนานมากกว่าปกติเป็นผลให้วัตถุนั้นร้อนหรือแข็งเร็วมากเป็นพิเศษ นอกจากนั้นพลังงานที่แผ่ออกมาอยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุนั้น ๆ ต้องเสียไปเป็นอันขาด นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดไฟฟ้าถึง 30-50 เปอร์เซนต์อีกด้วย ซึ่งมีโครงสร้างดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

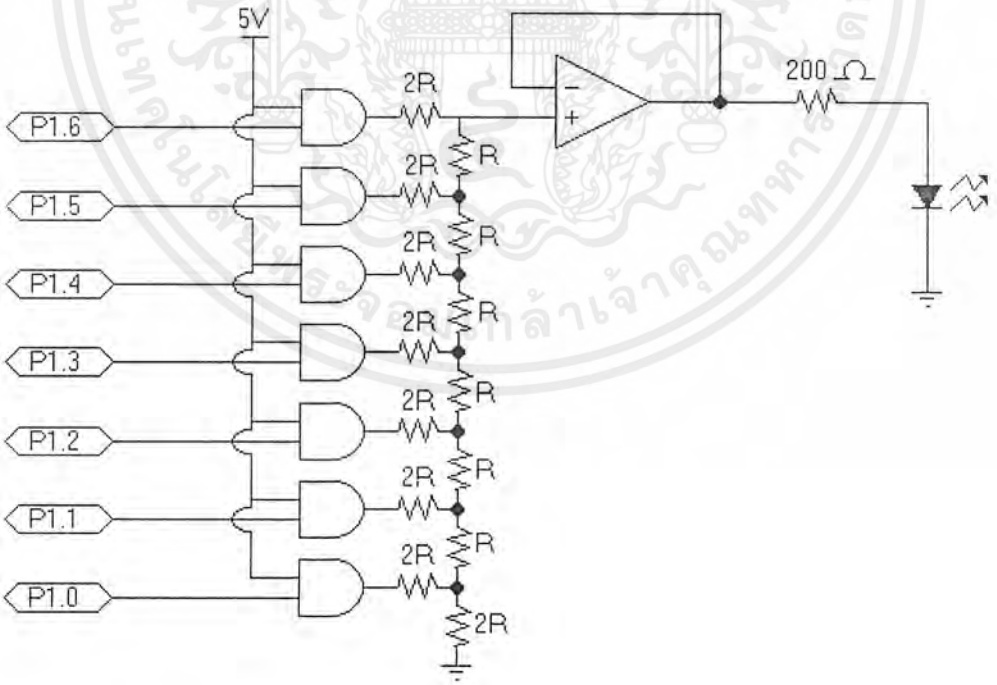
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.8 แสดงโครงสร้างภายในของ อินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์

ในส่วนให้ความร้อนจะประกอบด้วยวงจรอีก 2 วงจรคือ วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก(Digital to Analog Converter) และ วงจรหรี่ไฟ

โดยวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกนั้น เราจะใช้วงจรแบบ R-2R ladder ขนาด 7บิท ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

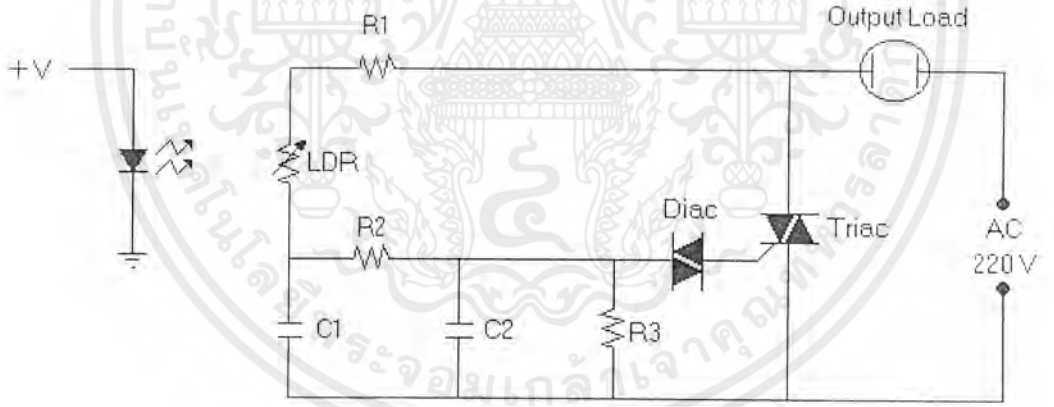
42739

จากรูปจะเห็นว่าเราจะต่อแอนเกทต์ ไว้ก่อนตัวต้านทานด้วย ก็เพราะว่า ความต่างศักย์ที่ได้จากพอร์ทของไมโครคอนโทรลเลอร์ นั้น ในสถานะที่เป็น 1 จะมีค่าไม่ถึง 5 โวลท์ และยังมีการแกว่งของความต่างศักย์อีกด้วย ซึ่งจะมีผลทำให้สัญญาณอนาลอกที่ได้ มีค่าไม่เสถียรและไม่ถูกต้อง การต่อแอนเกทต์ไว้ก่อนความต้านทานดังรูปจะช่วยให้สัญญาญาณขาเข้ามาความเสถียรขึ้นเพราะในสถานะที่เป็น 1 แอนเกทต์จะให้ความต่างศักย์เท่ากับไฟเลี้ยงที่ให้กับแอนเกทต์ และแรงดันเอาท์พุทจะเพิ่มหรือลดตามรหัสดิจิตอล ซึ่งค่าแรงดันที่เปลี่ยนไปแต่ละบิตจะเป็นไปตามสมการที่ 3.1

$$\Delta V = \frac{V_{ref}}{(2^N - 1)} \tag{3.1}$$

ในวงจรใช้งานเราให้ R = 10K

สำหรับสัญญาณอนาลอกที่ได้นั้นเราจะนำไปควบคุมความสว่างของ LED ซึ่งจะใช้ควบคุมความต้านทานที่เปลี่ยนค่าตามความเข้มแสง (LDR) ในวงจรหรี่ไฟอีกทีหนึ่ง ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรหรี่ไฟ

โดย Output Load ในรูปที่ 3.10 ก็คือ แท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์

ในส่วนของการแสงฉาย จะประกอบด้วย

- หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาหรือหลอดไฟขาว จะมีความยาวคลื่นของแสง เท่ากับ 550 - 600 นาโนเมตร

- หลอดไฟสีพิเศษคือ หลอดสีม่วง จะมีความยาวคลื่นของแสง เท่ากับ 425 – 475 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

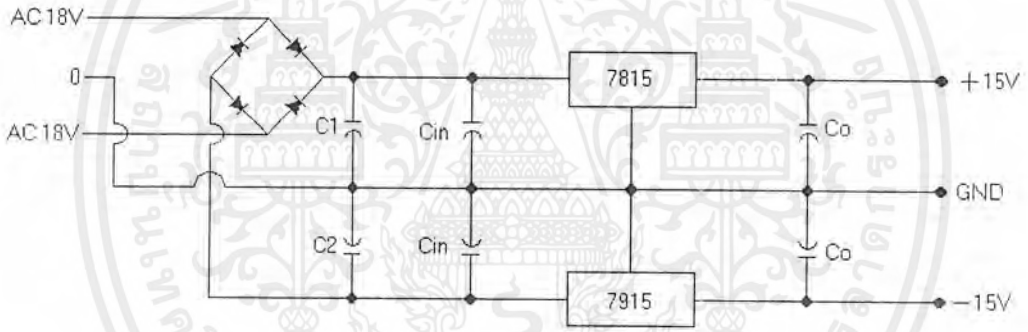
โดยส่วนนี้จะใช้เพียงสวิทต์ปิดเปิดธรรมดาเท่านั้น

3.1.6 ส่วนตั้งเวลา

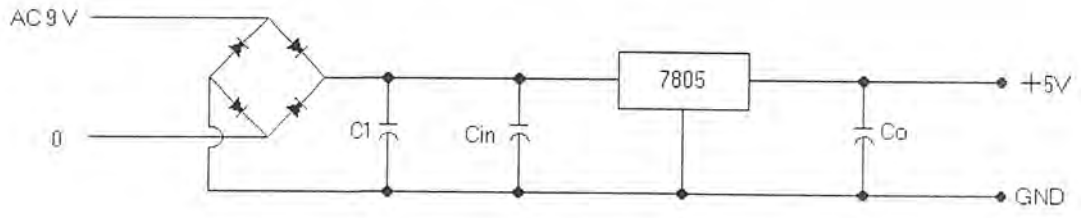
การตั้งเวลาจะควบคุมโดยใช้ไทม์เมอร์รีจีสเตอร์ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง โดยจะแสดงผลออกทาง 7-segment ซึ่งสามารถตั้งเวลาได้สูงสุด 999 นาที

3.1.7 ส่วนจ่ายไฟเลี้ยง

ส่วนจ่ายไฟเลี้ยงจะมี 3 ชุด คือ + 15 V ,-15 V และ +5V โดยจะใช้ไอซีเรกกูเรเตอร์ เบอร์ 7815 ,เบอร์7915 และ เบอร์ 7805 โดยแสดงในรูปที่ 3.11 จะแสดงวงจรจ่ายไฟเลี้ยง ±15V และรูปที่ 3.12 จะแสดงวงจรจ่ายไฟเลี้ยง +5 V



รูปที่ 3.11 วงจรจ่ายไฟเลี้ยงขนาด±15V



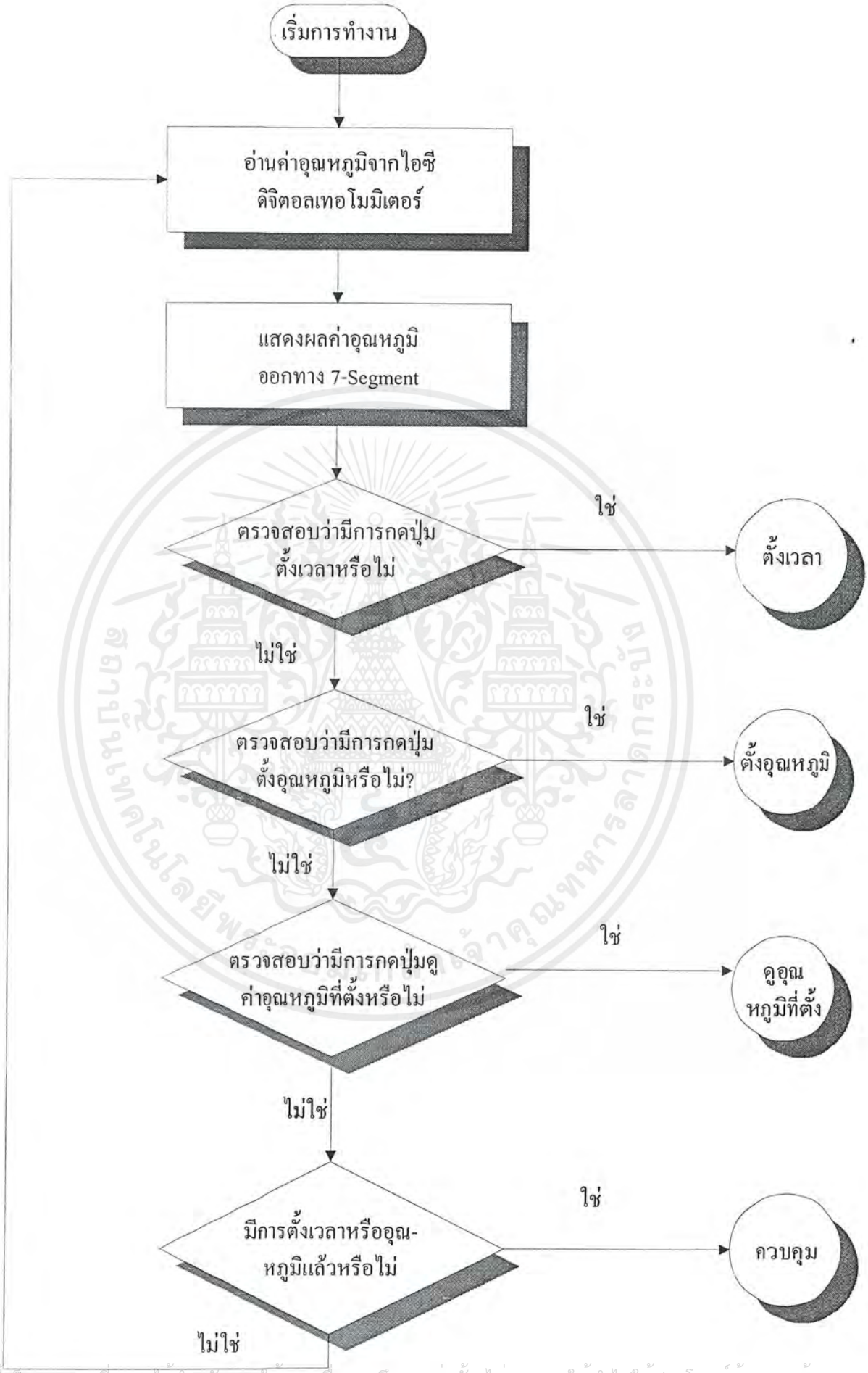
รูปที่ 3.12 วงจรจ่ายไฟเลี้ยงขนาด 5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทำงานของวงจร

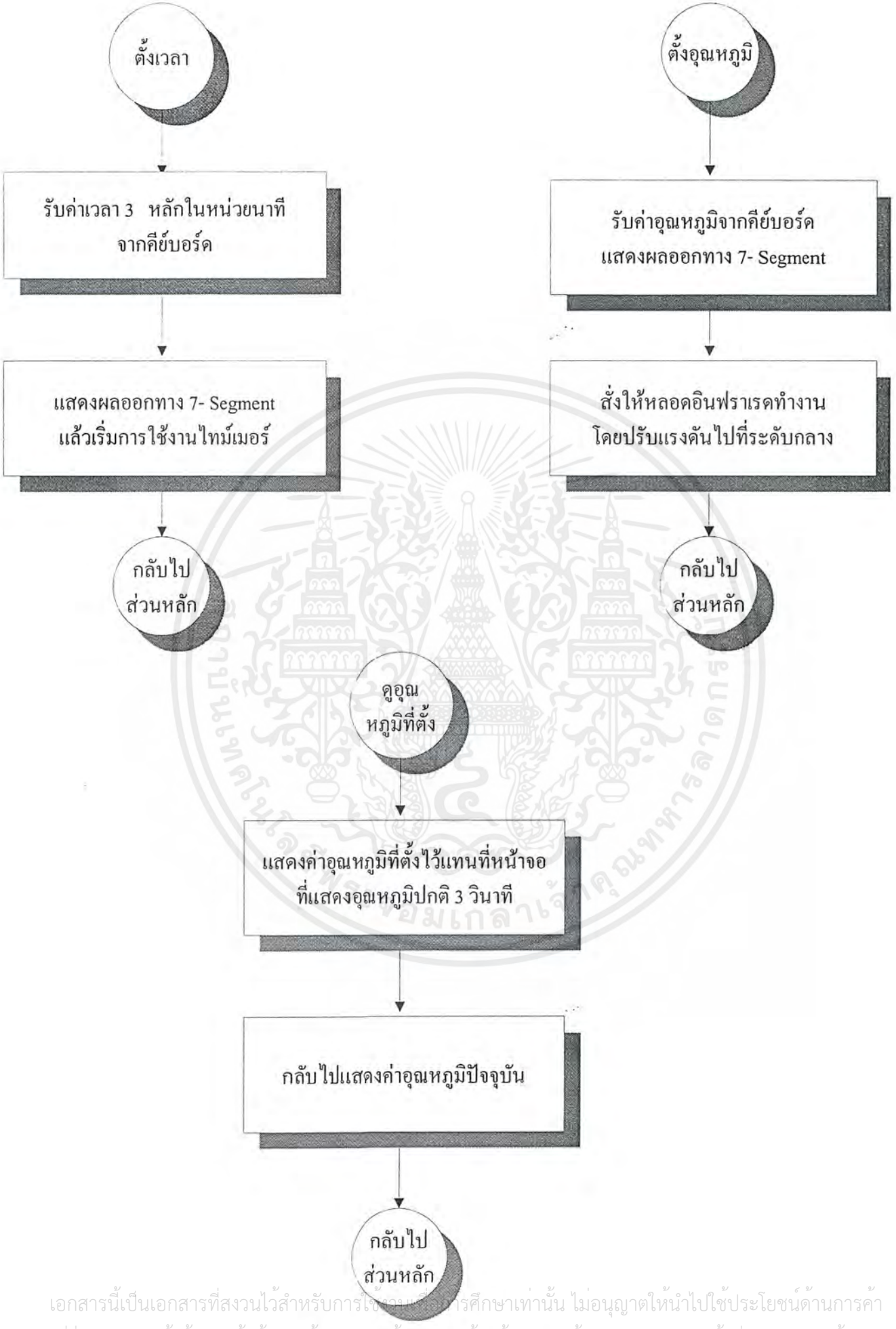
การทำงานของวงจรจะเริ่มจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้ไอซีดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์อ่านค่าอุณหภูมิแล้วส่งข่อมูลมาเป็นข้อมูลเลขฐานสองขนาด 9บิท หลังจากนั้นจะทำการประมวลผลแล้วส่งไปเป็นข้อมูลให้ไอซีขับ 7-segment แสดงผลออกมาเป็นเลขฐานสิบทาง 7-segment แล้วจะทำการเช็คว่ามีการกำหนดค่าการตั้งเวลาหรืออุณหภูมิหรือไม่ ถ้ามีการตั้งเวลาก็จะสั่งให้ตัวไทม์เมอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน หรือถ้ามีการตั้งอุณหภูมิ ก็จะไปควบคุมแท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์เพื่อให้ความร้อนออกมาตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ และเมื่อครบตามเวลาที่ตั้งเอาไว้ แท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์จะหยุดการทำงานและรอให้กดปุ่มเริ่มทำงานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



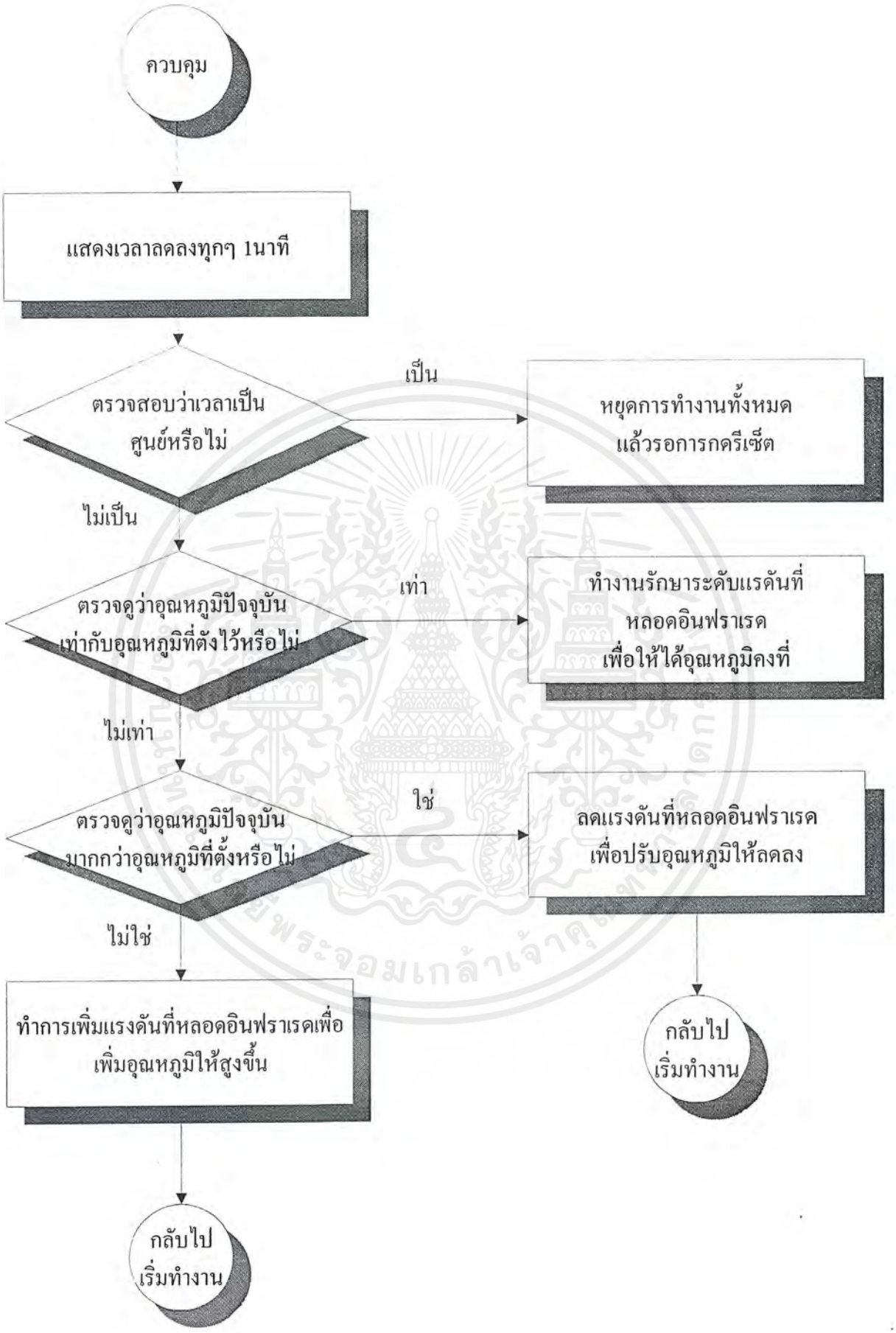
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13a การทำงานโดยรวมของระบบ



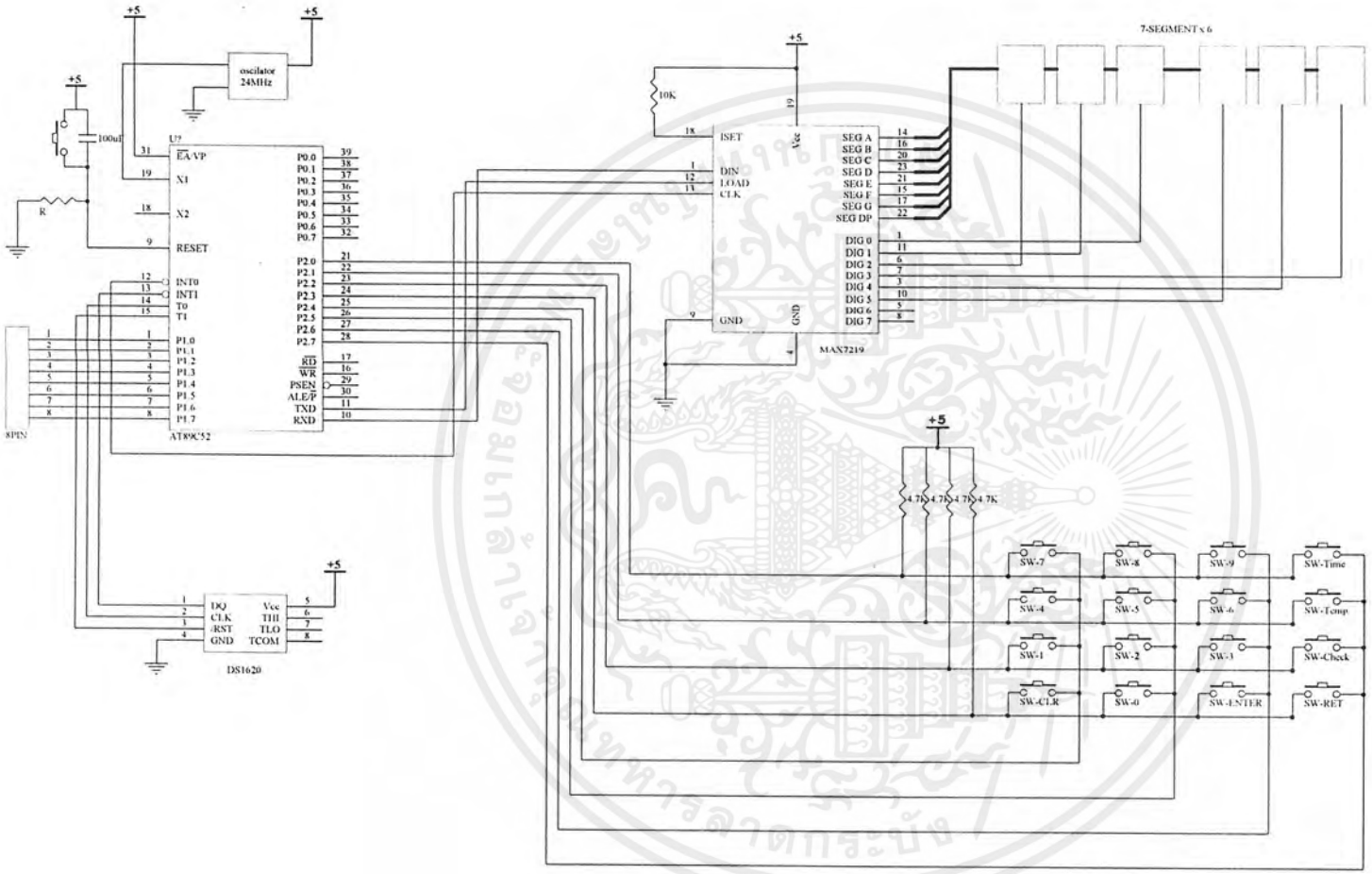
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13b การทำงานโดยรวมของระบบ



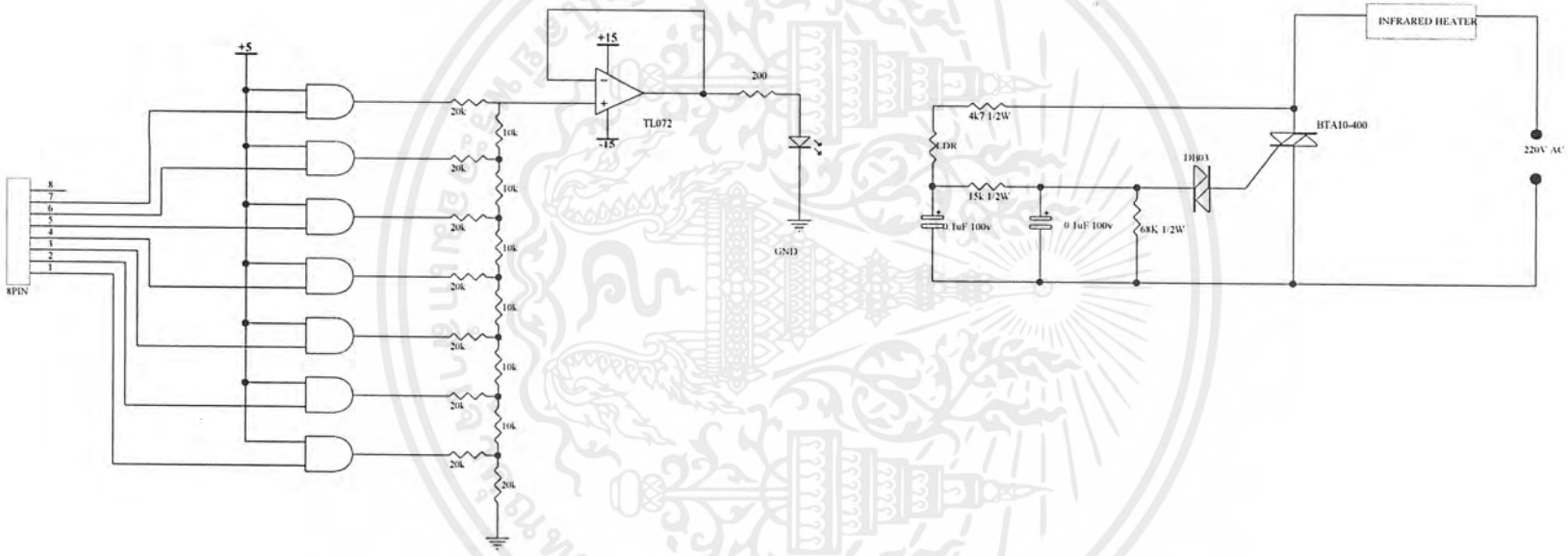
รูปที่ 3.13c การทำงานโดยรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14a แสดงวงจรเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่เด็กแรกเกิด

Title			
Size B	Number		Revision
Date	19-Mar-2001	Sheet of	
File	C:\PROJECT\PAPER\WARM.SCH	Drawn By:	



รูปที่ 3.14b แสดงวงจรเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่เด็กแรกเกิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ความถูกต้องของตัวดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์

ในการทดสอบความถูกต้องของดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์นั้นเราได้นำเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทมาเป็นอุณหภูมิอ้างอิง โดยการนำเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองแบบไปวัดอุณหภูมิพร้อมกันในสภาวะต่างๆดังตาราง 4.1

สภาวะ	เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท	ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์
ในห้องที่ไม่ได้เปิดเครื่องปรับอากาศ ตอนเช้า	26 ^{o}C	26.0 ^{o}C
ในห้องที่ไม่ได้เปิดเครื่องปรับอากาศ ตอนเที่ยง	28 ^{o}C	28.5 ^{o}C
ในห้องเปิดเครื่องปรับอากาศ	25 ^{o}C	25.0 ^{o}C
ในห้องเก็บของตอนเที่ยง	38 ^{o}C	38.5 ^{o}C

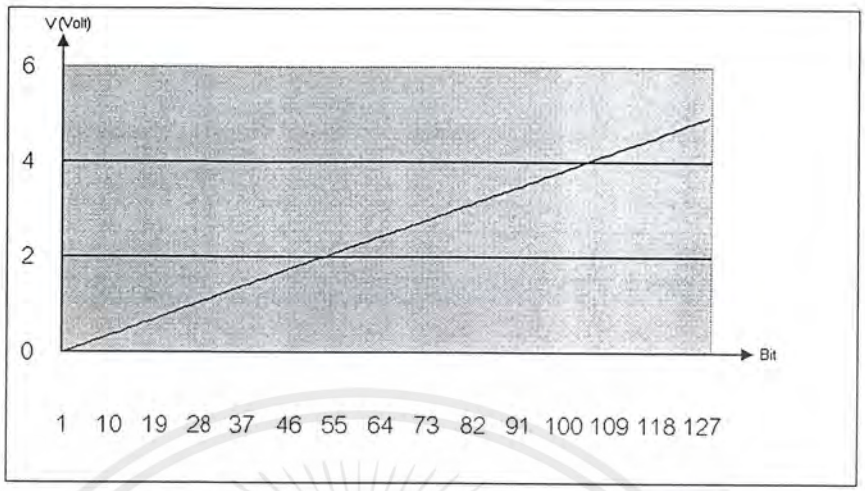
ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทกับดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าอุณหภูมิที่ได้จากดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทซึ่งถือว่ามีความถูกต้องใช้ได้ นอกจากนี้เรายังได้สังเกตุเห็นว่าดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ยังมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงกว่าเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทมาก

4.2 ความถูกต้องในการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก(D/A)

ในการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกนั้นขนาด 7 บิต เราได้ป้อนแรงดันอ้างอิงให้แก่วงจร 5V แล้วค่อยๆเพิ่มค่าดิจิตอลอินพุทขึ้นทีละ 1 และทำการวัดค่าแรงดันที่เอาท์พุทของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



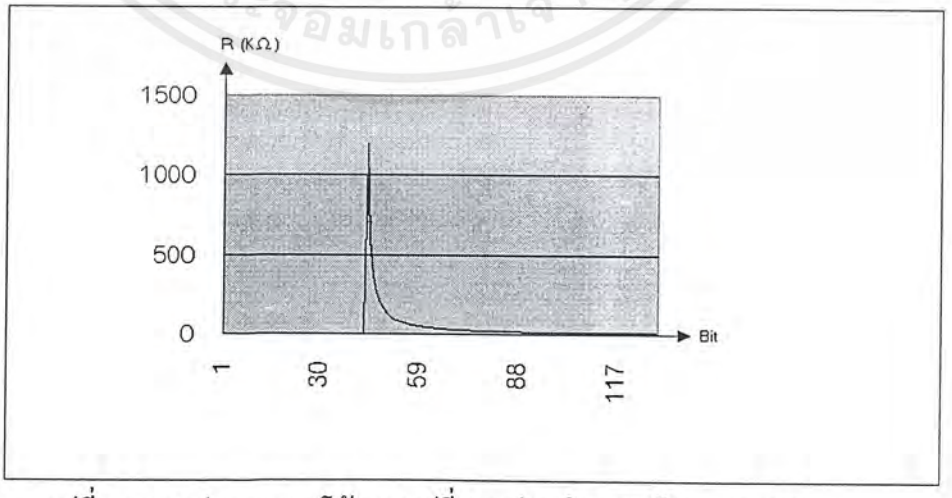
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความถูกต้องของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก

จะเห็นได้ว่า เอาท์พุทของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกมีความถูกต้องในการทำงานสูง ซึ่งเห็นได้จากความเป็นเชิงเส้นของกราฟ

จากสมการ 3.1 นั้น จะได้ว่า $\Delta V = 0.0394$ V คือหากอินพุทเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 แรงดัน เอาท์พุทจะเพิ่มขึ้น 0.0394 V

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับของความสว่างของ LED กับค่าความต้านทานของ LDR

ในการทดสอบเป็นการวัดความสามารถในการส่องแสงของLEDซึ่งแปรผกผันกับค่าแรงดันที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก โดยจะดูแนวโน้มของค่าความต้านทานของLDR ซึ่งแสดงผลดังกราฟในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านของLDR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานของLDR มีแนวโน้มไปในทางตรงข้ามกับค่าแรงดัน คือ เมื่อค่าแรงดันมีค่าเพิ่มขึ้นค่าความต้านทานของLDR จะมีค่าลดลง แต่ไม่มีความเป็นเชิงเส้นนักโดยจะมีค่าเป็นอนันต์ในช่วงที่แรงดันต่ำๆซึ่งก็คือช่วงที่LEDยังไม่สว่าง การเปลี่ยนแปลงจะเริ่มที่ค่าแรงดัน ตั้งแต่ 1.63 V และจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยลงถึง คงที่เมื่อแรงดัน เข้าใกล้ 5 Vซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.2

4.4 ผลการควบคุมความร้อน

จากการทดสอบการใช้งานของเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิดนั้นเราจะทำการตั้งอุณหภูมิไว้ที่ค่าต่างๆ แล้วทดลองควบคุมความร้อนดูโดยการจะบันทึกผลทุกๆ 5 นาที เป็นเวลาทั้งหมด 60 นาที ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.2

เวลา (นาที)	อุณหภูมิที่ตั้ง (องศาเซลเซียส)		
	37.0	38.0	39.0
	อุณหภูมิที่บันทึก (องศาเซลเซียส)		
0	25.0	25.5	25.0
5	34.0	34.0	34.0
10	38.0	38.0	38.5
15	38.5	39.5	40.0
20	37.0	38.5	39.0
25	37.5	38.0	39.0
30	37.0	38.0	38.5
35	36.5	37.5	39.0
40	37.0	38.0	39.0
45	37.0	38.0	38.5
50	37.5	38.5	39.0
55	37.0	38.0	39.0
60	36.5	38.0	39.0

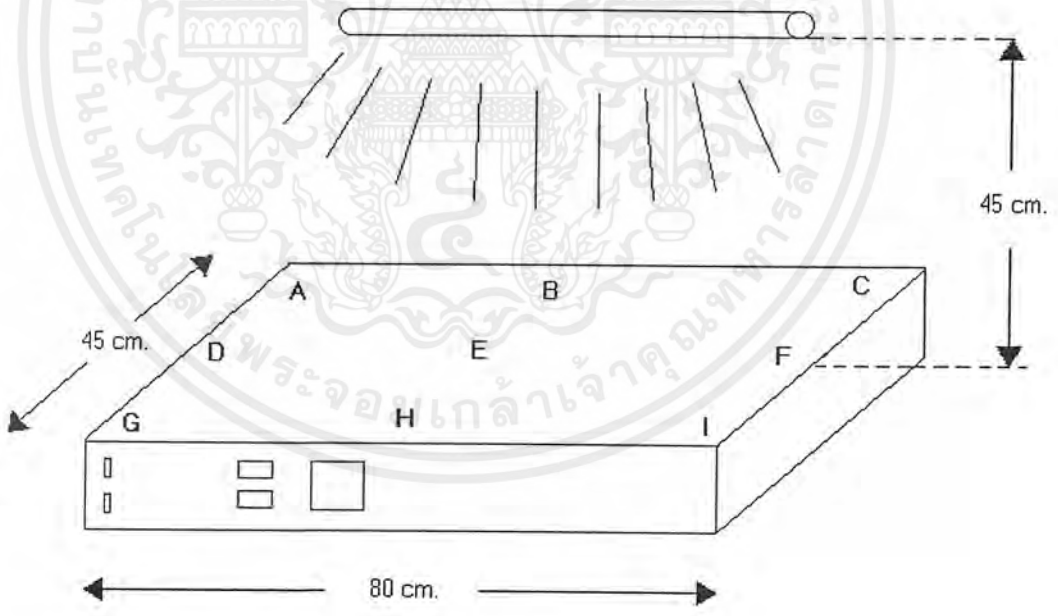
ตารางที่ 4.2 ผลการควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าเครื่องจะใช้เวลาในการเพิ่มความร้อนขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการประมาณ 15 นาที โดยในช่วงแรกนั้นอุณหภูมิจะมีการแกว่งขึ้นลงอยู่ในช่วงประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส และจะใช้เวลาอีกประมาณ 10 นาที จึงจะสามารถปรับอุณหภูมิให้เข้าใกล้กับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ได้ โดยจะสามารถรักษาอุณหภูมิให้แกว่งอยู่ในช่วง ± 0.5 องศาเซลเซียสได้ ทั้งนี้ก็ขึ้นกับอุณหภูมิที่ตั้งและอุณหภูมิเริ่มต้นของสภาพแวดล้อมด้วย

4.5 การกระจายความร้อนรอบบริเวณที่ใช้งาน

สำหรับผลการกระจายความร้อนที่ได้จากตัวฮีทเตอร์นั้น เราทดสอบโดยการปรับแรงดันควบคุมแท่งฮีทเตอร์ไว้ในระดับหนึ่ง แล้วปล่อยให้ฮีทเตอร์แผ่ความร้อนออกมาจนไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นได้แล้ว โดยวัดอุณหภูมิจากจุดกึ่งกลาง(จุด E) หลังจากนั้นนำดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ไปวัดอุณหภูมิรอบๆพื้นที่การใช้งานดังรูปที่ 4.3 โดยเราจะตั้งความสูงของแท่งฮีทเตอร์ไว้ห่างจากพื้นที่ที่ใช้งาน ประมาณ 45 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่ใช้งานจริง



รูปที่ 4.3 การทดสอบการกระจายความร้อน

ซึ่งผลการทดสอบจะเป็นไปตามตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
จุด A	29.0°C	37.0°C	44.5°C
จุด B	29.5°C	37.5°C	45.5°C
จุด C	29.0°C	37.0°C	44.5°C
จุด D	29.0°C	37.0°C	45.0°C
จุด E	30.0°C	38.0°C	45.5°C
จุด F	29.0°C	37.0°C	45.0°C
จุด G	29.0°C	37.0°C	44.5°C
จุด H	29.5°C	37.5°C	45.0°C
จุด I	29.0°C	37.0°C	44.5°C

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวัดอุณหภูมิบริเวณรอบๆพื้นที่การใช้งาน

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าการแผ่กระจายความร้อนนั้นจะไม่เท่ากันทั่วทั้งบริเวณที่ใช้งาน โดยบริเวณที่อยู่ริมๆนั้น ความร้อนจะแผ่กระจายไปได้น้อยกว่าตรงกลางเล็กน้อย ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมด้วยว่ามีผลในการเอื้อนำอวยต่อการแผ่ความร้อนมากน้อยเพียงใด

4.6 ผลการควบคุมเวลา

สำหรับการตั้งเวลานั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง เพราะว่าไทม์เมอร์ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมีคาบเวลาในการนับแน่นอนและแม่นยำ จึงทำให้แถบจะไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้นเลยในส่วนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าเราสามารถรักษาอุณหภูมิตามที่กำหนดเอาไว้ได้ โดยจะมีการแกว่งของอุณหภูมิอยู่ในช่วง ± 0.5 องศาเซลเซียสจากอุณหภูมิที่ตั้งเอาไว้ ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดมาจากหลายสาเหตุด้วยกันดังนี้

1. การเขียนโปรแกรมควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนนี้เป็นส่วนที่ค่อนข้างซับซ้อนจึงควรตรวจหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ยาก แต่สามารถที่จะควบคุมความผิดพลาดให้น้อยที่สุดได้ โดยขึ้นอยู่กับตัวผู้เขียนเองว่าจะมีความสามารถแค่ไหน

2. ความผิดพลาดจากความสัมพันธ์ของความสว่างของหลอด LED กับค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไปของ LDR ซึ่งมีความสัมพันธ์ไม่เป็นเชิงกัน เนื่องมาจาก หลอด LED เกิดการอิ่มตัวขึ้นก่อนที่แรงดันที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกจะถึงค่าสูงสุด หรือ 5 โวลท์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากผลการทดลองในส่วนของความสัมพันธ์ของค่าความสว่างที่มีผลต่อความต้านทานของ LDR ว่า เมื่อแรงดันมีค่าสูง ๆ จะมีผลต่อความต้านทานน้อยมาก ซึ่งก็เนื่องมาจากหลอด LED ได้เกิดการอิ่มตัวไปแล้วนั่นเอง

3. ความผิดพลาดที่เกิดจากการตอบสนองที่ล่าช้าของแท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์เองในส่วนนี้จะมีผลต่อการควบคุมมากที่สุด เพราะในการควบคุมความร้อนจากเราต้องป้อนแรงดันให้แก่แท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์ค่าหนึ่งเราจะต้องรอการแผ่ความร้อนของมัน โดยช่วงเวลาในการรอนี้เองที่ทำให้เราต้องตัดสินใจเพิ่มหรือลดแรงดันที่ป้อนให้แก่แท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์ ความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นได้ถ้าหากเราเพิ่มแรงดันไปก่อนขณะที่แท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์ยังแผ่ความร้อนได้ไม่เต็มที่ในแรงดันค่านั้นเป็นผลทำให้ความร้อนเพิ่มมากขึ้นได้ และเราก็ไม่สามารถที่จะให้แรงดันค่าหนึ่งแก่แท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์แล้วรอจนกว่าความร้อนที่ได้ไม่มีการเพิ่มขึ้นอีกแล้วจนอุณหภูมิคงที่แล้วจึงค่อยเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ป้อนได้ เพราะจะเป็นการเสียเวลาเป็นอย่างมาก กว่าที่เราจะได้อุณหภูมิที่เราต้อง

นอกจากนี้สภาพแวดล้อมที่ทำการใช้งานก็มีผลต่อความเร็วในการเพิ่มอุณหภูมิด้วย โดยถ้าเรานำเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิดไปใช้งานที่สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ จะทำให้การเพิ่มความร้อนเป็นไปได้ยากและช้า แต่ถ้านำไปใช้งานที่สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง จะทำให้การเพิ่มความร้อนทำได้ง่ายและเร็วกว่า ซึ่งจะมีผลต่อการแผ่ความร้อนของแท่งอินฟราเรด เซรามิค ฮีทเตอร์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพและความสามารถในการใช้งาน

การแสดงความมีประสิทธิภาพและความสามารถในการใช้งาน เราจะทำโดยนำเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิดที่ได้สร้างขึ้นนี้ นำไปเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่ใช้ในการรักษาทารกแรกเกิดที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งเราจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. เครื่องให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด(Radiant Warmer) ในปัจจุบันจะมีอยู่ 2 ชนิด

- เครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ เป็นเครื่องที่มีความแน่นอนในการควบคุมอุณหภูมิสูงเพราะสามารถตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการใช้งานได้ โดยใช้เซ็นเซอร์ที่สามารถวัดอุณหภูมิที่ตัวทารกได้(Skin Sensor)และมีความละเอียดของอุณหภูมิสูงถึง ± 0.1 องศาเซลเซียส แต่จะมีราคาแพงมาก การควบคุมการให้ความร้อนของเครื่องชนิดนี้อาจเกิดการแกว่งของอุณหภูมิได้ในช่วง ± 0.5 องศาเซลเซียสหรือมากกว่านั้นแต่จะค่อย ๆ เพิ่มหรือลดทีละ 0.1 องศาเซลเซียส
- เครื่องที่ทำขึ้นเองในประเทศ เป็นเครื่องที่ไม่มีความแน่นอนในการควบคุมอุณหภูมิเลยเพราะไม่สามารถตั้งค่าใช้งานเป็นอุณหภูมิได้ โดยความร้อนที่ใช้งานจะแบ่งเป็นระดับโดยจะมีอยู่ 6 ระดับ การควบคุมการให้ความร้อนของเครื่องชนิดนี้จะมีการแกว่งเป็นอย่างมาก ในการใช้งานพยาบาลจะต้องคอยตรวจสอบความร้อนอยู่ตลอดเวลา

2. เครื่องฉายแสงแก่ทารกแรกเกิด(Photo) เครื่องฉายแสงที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะประกอบด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาหรือหลอดไฟสีขาว 4 หลอดกับหลอดไฟชนิดพิเศษสีม่วง 4 หลอดรวมเป็น 8 หลอด ซึ่งหลอดไฟจะเรียงสลับกันอยู่บนรางหลอดไฟเหนือเตียงทารก

ในส่วนที่ 1 จากการผลการทดลองเมื่อเรานำไปเปรียบเทียบกับการใช้งานของเครื่องมือที่ใช้อยู่จริง พบว่า เครื่องมือชิ้นนี้มีความสามารถในการใช้งานเหนือกว่าเครื่องที่ทำขึ้นเองในประเทศในทุกด้าน และมีความสามารถใกล้เคียงกับเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ ดังต่อไปนี้

- การควบคุมการให้ความร้อนเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด จะเห็นว่า เราสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในระดับที่มีความคงที่ของอุณหภูมิสูง โดยมีการแกว่งของอุณหภูมิน้อยเท่าเทียมกับเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ แต่ระดับของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงขึ้นหรือลงจะต่างกันซึ่งการเปลี่ยนแปลงของเครื่องนี้คือ $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส ส่วนของเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศเท่ากับ $\pm$ 0.1 องศาเซลเซียส เนื่องมาจาก เซ็นเซอร์อุณหภูมิที่เราใช้คือเบอร์ DS 1620 มีความละเอียดในการวัดอุณหภูมิเท่ากับ ± 0.5 องศาเซลเซียสซึ่งละเอียดน้อยกว่าเซ็นเซอร์แบบติดที่ตัวทารกซึ่งมีความละเอียดในการวัดอุณหภูมิถึง ± 0.1 องศาเซลเซียสจะเห็นว่าความละเอียดต่างกันมากพอสมควร แต่จากการศึกษาพบว่า ในการใช้งานจริงความแตกต่างดังกล่าวอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ในด้านราคาเมื่อทำการเปรียบเทียบกันเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศจะมีราคาสูงกว่าหลายเท่าตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฟังก์ชันการใช้งาน เมื่อทำการเปรียบเทียบฟังก์ชันการใช้งาน จะเห็นว่า ฟังก์ชันการใช้หลักจะเหมือนกันแต่เราได้ทำการเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานมากขึ้น เพื่อเพิ่มประโยชน์ในการใช้งานด้านอื่นและยังช่วยเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้มากยิ่งขึ้น ฟังก์ชันการใช้งานต่าง ๆ ได้นำมาเปรียบเทียบดังตารางที่ 5.1

ฟังก์ชันการใช้งาน	เครื่องที่สร้างขึ้น	เครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ
1. ตั้งอุณหภูมิในการใช้งาน	ได้	ได้
2. การแสดงอุณหภูมิที่ใช้งาน	ได้	ได้
3. มีเครื่องฉายแสง (Photo)ในตัว	มี	ไม่มี
4. ตั้งเวลาในการใช้งาน	ได้	ไม่ได้

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบฟังก์ชันการทำงานของเครื่องที่สร้างขึ้นกับเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ในส่วนที่ 2 เราออกแบบโครงสร้างของเครื่องให้สามารถใช้กับหลอดไฟสีขาว 2 หลอด และหลอดไฟพิเศษสีม่วง 2 หลอดรวมเป็น 4 หลอด ซึ่งจะมีความเข้มแสงน้อยกว่าเครื่องที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แต่เราสามารถพัฒนาเครื่องนี้ได้โดยออกแบบโครงสร้างในส่วนที่ทำการฉายแสงให้สามารถจำนวนหลอดไฟได้ตามที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องฉายแสงและให้ความร้อนแก่ทารกแรกเกิด

1. เมื่อเปิดสวิทซ์ **Power** เครื่องจะแสดงอุณหภูมิห้องขณะนั้น
2. สามารถตั้งอุณหภูมิที่ต้องการได้โดยกดปุ่ม **TE** โดยจะสามารถตั้งอุณหภูมิได้ในระดับ 0.5 องศาเซลเซียสเท่านั้น โดยอุณหภูมิที่ตั้งจะจำกัดอยู่ในช่วงประมาณ 35 ถึง 40 องศาเซลเซียส เพียงเท่านั้น และเมื่อตั้งอุณหภูมิ 3 หลักเสร็จแล้วให้กดปุ่ม **EN**
3. ในขณะที่ตั้งอุณหภูมิอยู่หากต้องการเปลี่ยนค่าที่ตั้งให้กด **CL** เพื่อตั้งอุณหภูมิใหม่ และเมื่อกดปุ่มตั้งอุณหภูมิแล้วจะต้องตั้งอุณหภูมิให้เสร็จมิฉะนั้นเครื่องจะไม่ทำงาน
4. สามารถตั้งเวลาในการทำงานของแท่งฮีทเตอร์ได้ โดยกดปุ่ม **TI** โดยจะสามารถตั้งเวลาได้สูงสุด 999 นาที เมื่อตั้งเวลาครบ 3 หลักเสร็จแล้วให้กดปุ่ม **EN** หากต้องการเปลี่ยนค่าเวลาที่ตั้งไว้ในขณะที่ยังตั้งเวลาไม่เสร็จให้กดปุ่ม **CL** และเมื่อกดปุ่มตั้งเวลาแล้วจะต้องตั้งเวลาให้เสร็จมิฉะนั้นเครื่องจะไม่ทำงาน
5. อุณหภูมิที่ตั้งไว้จะไม่มีการแสดงเอาไว้ตลอดเวลา แต่จะสามารถเรียกดูได้ โดยกดปุ่ม **CK** ซึ่งอุณหภูมิที่ตั้งเอาไว้จะแสดงขึ้นมาเป็นเวลา 3 วินาที แล้วจะกลับไปแสดงอุณหภูมิปกติ
6. หากต้องการเปิดหลอดสำหรับฉายแสง ให้เปิดสวิทซ์ **Light**
7. หากพบว่าเครื่องมีการทำงานผิดพลาด ให้กดปุ่ม **RE** เพื่อทำการ **RESET** เครื่อง

ในการใช้งานตั้งอุณหภูมินั้น เมื่อตั้งอุณหภูมิเสร็จแล้วควรปล่อยให้เครื่องทำงานไปก่อนประมาณ 30 นาที จึงค่อยนำไปใช้งานจริง เนื่องจากในช่วง 30 นาทีแรก อุณหภูมิจะยังไม่คงที่ มีการแกว่งของอุณหภูมิสูง หลังจากปล่อยให้เครื่องทำงานไปประมาณ 30 นาที แล้ว เครื่องจึงจะสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

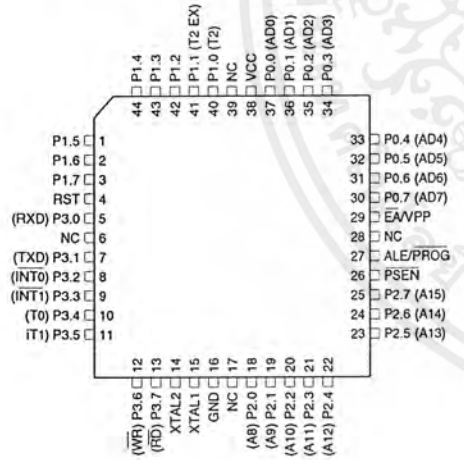
- Compatible with MCS-51™ Products
- 8K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
- Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Eight Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

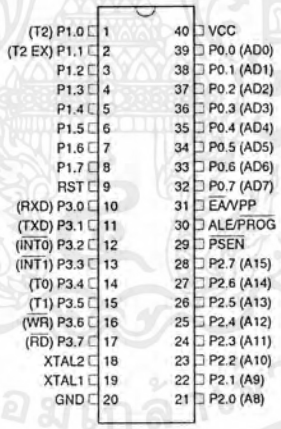
The AT89C52 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 8K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 and 80C52 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C52 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations

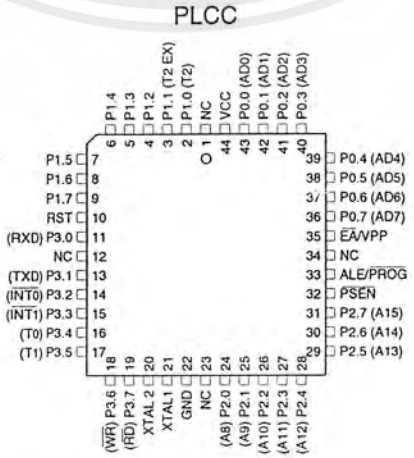
PQFP/TQFP



PDIP



PLCC



8-bit Microcontroller with 8K Bytes Flash

AT89C52

Rev. 0313H–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

November 1994

LM79XX Series 3-Terminal Negative Regulators

General Description

The LM79XX series of 3-terminal regulators is available with fixed output voltages of −5V, −8V, −12V, and −15V. These devices need only one external component—a compensation capacitor at the output. The LM79XX series is packaged in the TO-220 power package and is capable of supplying 1.5A of output current.

These regulators employ internal current limiting safe area protection and thermal shutdown for protection against virtually all overload conditions.

Low ground pin current of the LM79XX series allows output voltage to be easily boosted above the preset value with a resistor divider. The low quiescent current drain of these devices with a specified maximum change with line and load ensures good regulation in the voltage boosted mode.

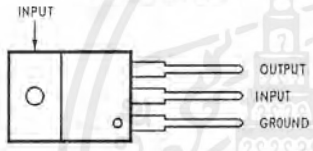
For applications requiring other voltages, see LM137 data sheet.

Features

- Thermal, short circuit and safe area protection
- High ripple rejection
- 1.5A output current
- 4% tolerance on preset output voltage

Connection Diagrams

TO-220 Package



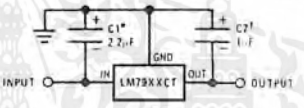
TL/H/7340–14

Front View

Order Number LM7905CT, LM7912CT or LM7915CT
See NS Package Number TO3B

Typical Applications

Fixed Regulator



TL/H/7340–3

*Required if regulator is separated from filter capacitor by more than 3". For value given, capacitor must be solid tantalum. 25 μF aluminum electrolytic may be substituted.

†Required for stability. For value given, capacitor must be solid tantalum. 25 μF aluminum electrolytic may be substituted. Values given may be increased without limit.

For output capacitance in excess of 100 μF, a high current diode from input to output (1N4001, etc.) will protect the regulator from momentary input shorts.

©1995 National Semiconductor Corporation RRD-B30M115/Printed in U. S. A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

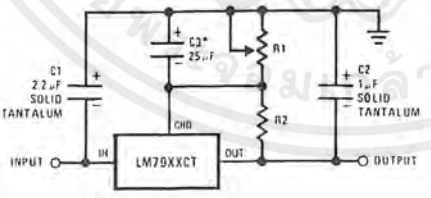
Input Voltage	
(V_O = −5V)	−25V
(V_O = −12V and −15V)	−35V
Input-Output Differential	
(V_O = −5V)	25V
(V_O = −12V and −15V)	30V
Power Dissipation (Note 2)	Internally Limited
Operating Junction Temperature Range	0°C to +125°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	230°C

Electrical Characteristics Conditions unless otherwise noted: I_{OUT} = 500 mA, C_{IN} = 2.2 µF, C_{OUT} = 1 µF, 0°C ≤ T_J ≤ +125°C, Power Dissipation ≤ 1.5W.

Part Number			LM7905C			Units
Output Voltage			−5V			
Input Voltage (unless otherwise specified)			−10V			
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	
V_O	Output Voltage	T_J = 25°C	−4.8	−5.0	−5.2	V
		5 mA ≤ I_{OUT} ≤ 1A, P ≤ 15W	−4.75		−5.25	V
				(−20 ≤ V_{IN} ≤ −7)		V
ΔV_O	Line Regulation	T_J = 25°C, (Note 3)		8	50	mV
				(−25 ≤ V_{IN} ≤ −7)		V
				2	15	mV
				(−12 ≤ V_{IN} ≤ −8)		V
ΔV_O	Load Regulation	T_J = 25°C, (Note 3)				
		5 mA ≤ I_{OUT} ≤ 1.5A		15	100	mV
		250 mA ≤ I_{OUT} ≤ 750 mA		5	50	mV
I_Q	Quiescent Current	T_J = 25°C		1	2	mA
ΔI_Q	Quiescent Current Change	With Line			0.5	mA
				(−25 ≤ V_{IN} ≤ −7)		V
		With Load, 5 mA ≤ I_{OUT} ≤ 1A			0.5	mA
V_n	Output Noise Voltage	T_A = 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 Hz		125		µV
	Ripple Rejection	f = 120 Hz	54	66		dB
				(−18 ≤ V_{IN} ≤ −8)		V
	Dropout Voltage	T_J = 25°C, I_{OUT} = 1A		1.1		V
I_{OMAX}	Peak Output Current	T_J = 25°C		2.2		A
	Average Temperature Coefficient of Output Voltage	I_{OUT} = 5 mA, 0°C ≤ T_J ≤ 100°C		0.4		mV/°C

Typical Applications (Continued)

Variable Output



TL/H/7340-2

*Improves transient response and ripple rejection. Do not increase beyond 50 µF.

$$V_{OUT} = V_{SET}\left(\frac{R1 + R2}{R2}\right)$$

Select R2 as follows:

LM7905CT	300Ω
LM7912CT	750Ω
LM7915CT	1k

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Continued) Conditions unless otherwise noted: I_{OUT} = 500 mA, C_{IN} = 2.2 µF, C_{OUT} = 1 µF, 0°C ≤ T_J ≤ +125°C, Power Dissipation = 1.5W.

Part Number			LM7912C			LM7915C			Units
Output Voltage			−12V			−15V			
Input Voltage (unless otherwise specified)			−19V			−23V			
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_O	Output Voltage	T_J = 25°C	−11.5	−12.0	−12.5	−14.4	−15.0	−15.6	V
		5 mA ≤ I_{OUT} ≤ 1A, P ≤ 15W	−11.4		−12.6	−14.25		−15.75	V
			(−27 ≤ V_{IN} ≤ −14.5)			(−30 ≤ V_{IN} ≤ −17.5)			V
ΔV_O	Line Regulation	T_J = 25°C, (Note 3)		5	80		5	100	mV
			(−30 ≤ V_{IN} ≤ −14.5)			(−30 ≤ V_{IN} ≤ −17.5)			V
				3	30		3	50	mV
			(−22 ≤ V_{IN} ≤ −16)			(−26 ≤ V_{IN} ≤ −20)			V
ΔV_O	Load Regulation	T_J = 25°C, (Note 3)							
		5 mA ≤ I_{OUT} ≤ 1.5A		15	200		15	200	mV
		250 mA ≤ I_{OUT} ≤ 750 mA		5	75		5	75	mV
I_Q	Quiescent Current	T_J = 25°C		1.5	3		1.5	3	mA
ΔI_Q	Quiescent Current Change	With Line			0.5			0.5	mA
			(−30 ≤ V_{IN} ≤ −14.5)			(−30 ≤ V_{IN} ≤ −17.5)			V
		With Load, 5 mA ≤ I_{OUT} ≤ 1A			0.5			0.5	mA
V_n	Output Noise Voltage	T_A = 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 Hz		300			375		µV
	Ripple Rejection	f = 120 Hz	54	70		54	70		dB
			(−25 ≤ V_{IN} ≤ −15)			(−30 ≤ V_{IN} ≤ −17.5)			V
	Dropout Voltage	T_J = 25°C, I_{OUT} = 1A		1.1			1.1		V
I_{OMAX}	Peak Output Current	T_J = 25°C		2.2			2.2		A
	Average Temperature Coefficient of Output Voltage	I_{OUT} = 5 mA, 0°C ≤ T_J ≤ 100°C		−0.8			−1.0		mV/°C

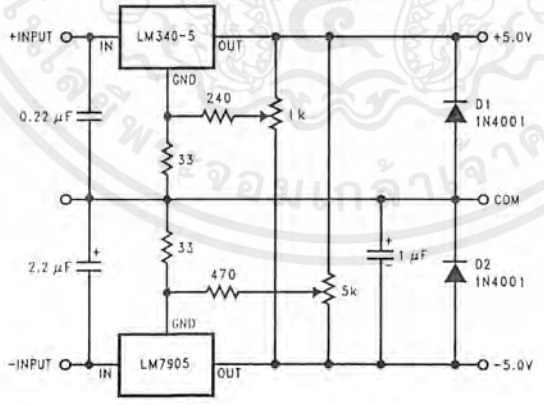
Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is intended to be functional, but do not guarantee Specific Performance limits. For guaranteed specifications and test conditions, see the Electrical Characteristics.

Note 2: Refer to Typical Performance Characteristics and Design Considerations for details.

Note 3: Regulation is measured at a constant junction temperature by pulse testing with a low duty cycle. Changes in output voltage due to heating effects must be taken into account.

Typical Applications (Continued)

Dual Trimmed Supply



TL/H/7340–4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

TL071C,AC
TL072C,AC
TL074C,AC

Low Noise, JFET Input Operational Amplifiers

LOW NOISE, JFET INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

These low noise JFET input operational amplifiers combine two state–of–the–art analog technologies on a single monolithic integrated circuit. Each internally compensated operational amplifier has well matched high voltage JFET input device for low input offset voltage. The BIFET technology provides wide bandwidths and fast slew rates with low input bias currents, input offset currents, and supply currents. Moreover, the devices exhibit low noise and low harmonic distortion, making them ideal for use in high fidelity audio amplifier applications.

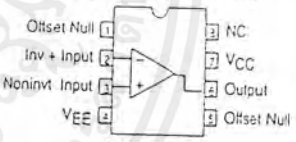
These devices are available in single, dual and quad operational amplifiers which are pin–compatible with the industry standard MC1741, MC1458, and the MC3403/LM324 bipolar products.

- Low Input Noise Voltage: 18 nV/$\sqrt{Hz}$ Typ
- Low Harmonic Distortion: 0.01% Typ
- Low Input Bias and Offset Currents
- High Input Impedance: 10^{12} Ω Typ
- High Slew Rate: 13 V/μs Typ
- Wide Gain Bandwidth: 4.0 MHz Typ
- Low Supply Current: 1.4 mA per Amp

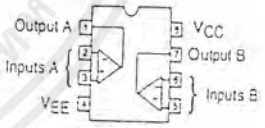
P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626

D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751
(SO–8)

PIN CONNECTIONS



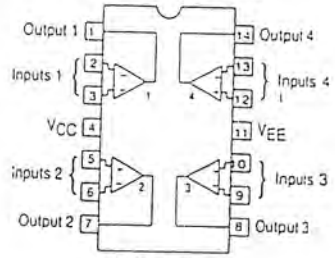
TL071 (Top View)



TL072 (Top View)

N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646
(TL074 Only)

PIN CONNECTIONS



TL074 (Top View)

ORDERING INFORMATION

Op Amp Function	Device	Operating Temperature Range	Package
Single	TL071ACD, CD	T_A = 0° to +70°C	SO–8
	TL071ACP, CP		Plastic DIP
Dual	TL072ACD, CD	T_A = 0° to +70°C	SO–8
	TL072ACP, CP		Plastic DIP
Quad	TL074ACN, CN	T_A = 0° to +70°C	Plastic DIP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V_{CC} V_{EE}	+18 −18	V
Differential Input Voltage	V_{ID}	±30	V
Input Voltage Range (Note 1)	V_{IDR}	±15	V
Output Short Circuit Duration (Note 2)	t_{SC}	Continuous	
Power Dissipation Plastic Package (N, P) Derate above T_A = +47°C	P_D $1/\theta_{JA}$	680 10	mW mW/°C
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to +70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to +150	°C

NOTES: 1. The magnitude of the input voltage must not exceed the magnitude of the supply voltage or 15 V, whichever is less.
2. The output may be shorted to ground or either supply. Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure that power dissipation ratings are not exceeded.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = +15 V, V_{EE} = −15 V, T_A = T_{high} to T_{low} [Note 3])

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Input Offset Voltage (R_S ≤ 10 k, V_{CM} = 0) TL071C, TL072C TL074C TL07_AC	V_{IO}	— — —	— — —	13 13 7.5	mV
Input Offset Current (V_{CM} = 0) (Note 4) TL07_C TL07_AC	I_{IO}	— —	— —	2.0 2.0	nA
Input Bias Current (V_{CM} = 0) (Note 4) TL07_C TL07_AC	I_{IB}	— —	— —	7.0 7.0	nA
Large-Signal Voltage Gain (V_O = ±10 V, R_L ≥ 2.0 k) TL07_C TL07_AC	A_{VOL}	15 25	— —	— —	V/mV
Output Voltage Swing (Peak-to-Peak) (R_L ≥ 10 k) (R_L ≥ 2.0 k)	V_O	24 20	— —	— —	V

NOTES: 3. T_{low} = 0°C for TL071C,AC, TL072C,AC, TL074C,AC; T_{high} = +70°C for TL071C,AC, TL072C,AC, TL074C,AC
4. Input Bias currents of JFET input op amps approximately double for every 10°C rise in junction temperature as shown in Figure 3. To maintain junction temperature as close to ambient temperature as possible, pulse techniques must be used during testing.

Figure 1. Unity Gain Voltage Follower

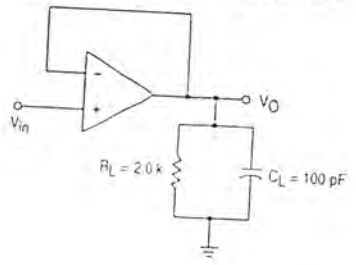
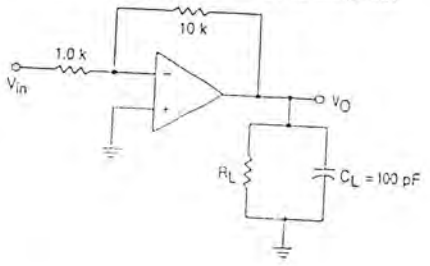


Figure 2. Inverting Gain of 10 Amplifier



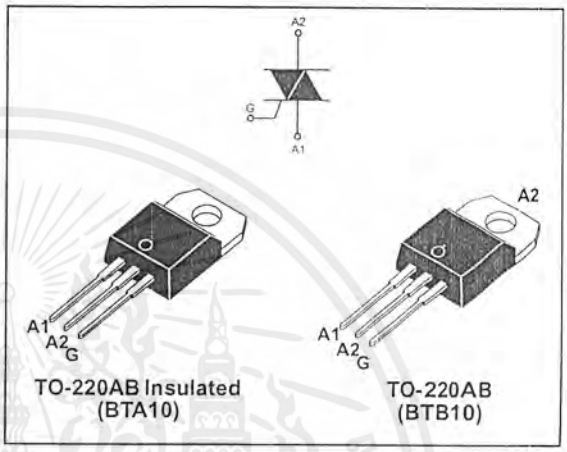
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BTA/BTB10 Series

SNUBBERLESS™ & STANDARD — 10A TRIACs

MAIN FEATURES:

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	10	A
V_{DRM}/V_{RRM}	600 and 800	V
$I_{GT\ (Q_1)}$	25 to 50	mA



DESCRIPTION

Available either in standard or snubberless version, the BTA/BTB10 triac series is suitable for general purpose AC switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, induction motor starting circuits... or for phase control operation in light dimmers, motor speed controllers, ...

The snubberless version (W suffix) is specially recommended for use on inductive loads, thanks to their high commutation performances.

By using an internal ceramic pad, the BTA series provides voltage insulated tab (rated at 2500 V RMS) complying with UL standards (File ref.: E81734).

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter			Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	TO-220AB	Tc = 105°C	10	A
		TO-220AB Ins.	Tc = 95°C		
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, Tj initial = 25°C)	F = 60 Hz	t = 16.7 ms	105	A
		F = 50 Hz	t = 20 ms	100	
I^2t	I^2t Value for fusing	tp = 10 ms		72	A^2s
dI/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, tr ≤ 100 ns	F = 120 Hz	Tj = 125°C	50	A/µs
V_{DSM}/V_{RSM}	Non repetitive surge peak off-state voltage	tp = 10 ms	Tj = 25°C	V_{DRM}/V_{RRM} + 100	V
I_{GM}	Peak gate current	tp = 20 µs	Tj = 125°C	4	A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation		Tj = 125°C	1	W
T_{stg} T_j	Storage junction temperature range Operating junction temperature range			- 40 to + 150 - 40 to + 125	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL RESISTANCES

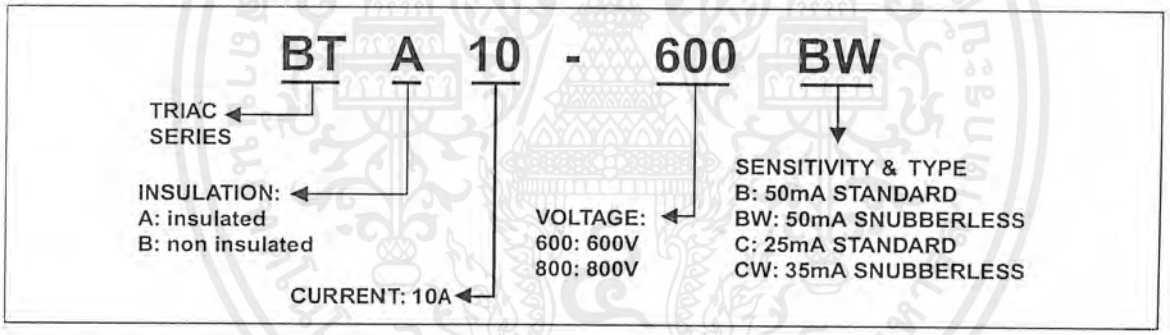
Symbol	Parameter		Value	Unit
$R_{th(j-c)}$	Junction to case (AC)	TO-220AB	1.5	°C/W
		TO-220AB Insulated	2.4	
$R_{th(j-a)}$	Junction to ambient	TO-220AB	60	°C/W
		TO-220AB Insulated		

PRODUCT SELECTOR

Part Number	Voltage (xxx)		Sensitivity	Type	Package
	600 V	800 V			
BTA/BTB10-xxxB	X	X	50 mA	Standard	TO-220AB
BTA/BTB10-xxxBW	X	X	50 mA	Snubberless	TO-220AB
BTA/BTB10-xxxC	X	X	25 mA	Standard	TO-220AB
BTA/BTB10-xxxCW	X	X	35 mA	Snubberless	TO-220AB

BTB: Non insulated TO-220AB package

ORDERING INFORMATION



OTHER INFORMATION

Part Number	Marking	Weight	Base quantity	Packing mode
BTA/BTB10-xxxyz	BTA/BTB10xxxyz	2.3 g	250	Bulk

Note: xxx = voltage, y = sensitivity, z = type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-4452; Rev 3; 7/97

MAXIM

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers

General Description

The MAX7219/MAX7221 are compact, serial input/output common-cathode display drivers that interface microprocessors (µPs) to 7-segment numeric LED displays of up to 8 digits, bar-graph displays, or 64 individual LEDs. Included on-chip are a BCD code-B decoder, multiplex scan circuitry, segment and digit drivers, and an 8x8 static RAM that stores each digit. Only one external resistor is required to set the segment current for all LEDs. The MAX7221 is compatible with SPI™, QSPI™, and Microwire™, and has slew-rate-limited segment drivers to reduce EMI.

A convenient 3-wire serial interface connects to all common µPs. Individual digits may be addressed and updated without rewriting the entire display. The MAX7219/MAX7221 also allow the user to select code-B decoding or no-decode for each digit.

The devices include a 150µA low-power shutdown mode, analog and digital brightness control, a scan-limit register that allows the user to display from 1 to 8 digits, and a test mode that forces all LEDs on.

Applications

Bar-Graph Displays
7-Segment Displays
Industrial Controllers
Panel Meters
LED Matrix Displays

Features

- ♦ 10MHz Serial Interface
- ♦ Individual LED Segment Control
- ♦ Decode/No-Decode Digit Selection
- ♦ 150µA Low-Power Shutdown (Data Retained)
- ♦ Digital and Analog Brightness Control
- ♦ Display Blanked on Power-Up
- ♦ Drive Common-Cathode LED Display
- ♦ Slew-Rate Limited Segment Drivers for Lower EMI (MAX7221)
- ♦ SPI, QSPI, Microwire Serial Interface (MAX7221)
- ♦ 24-Pin DIP and SO Packages

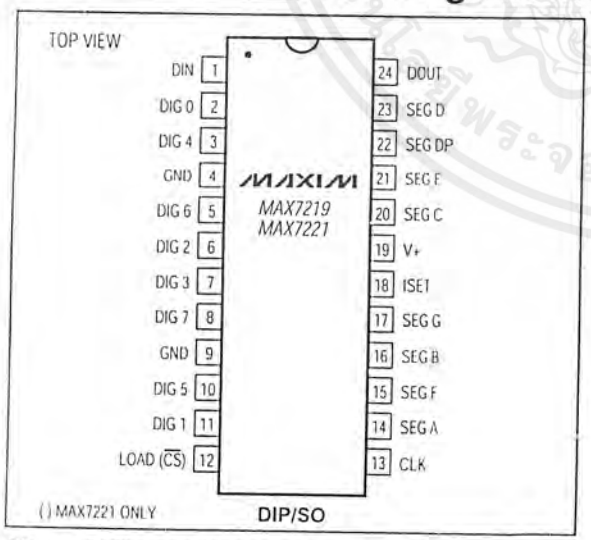
Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX7219CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX7219C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX7219ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX7219ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP

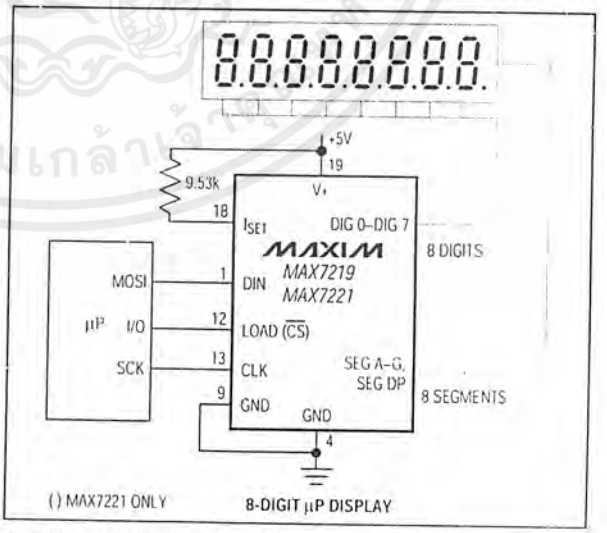
Ordering Information continued at end of data sheet.

**Dice are specified at T_A = +25°C.*

Pin Configuration



Typical Application Circuit



SPI and QSPI are trademarks of Motorola Inc. Microwire is a trademark of National Semiconductor Corp.

For free samples & the latest literature: http://www.maxim-ic.com, or phone 1-800-998-8800.
For small orders, phone 408-737-7600 ext. 3468.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers

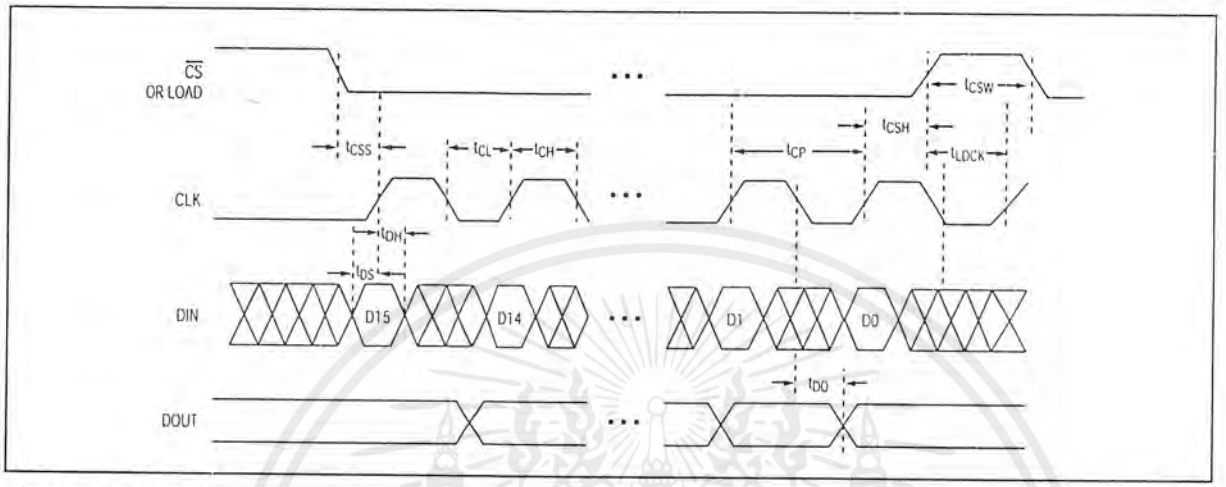


Figure 1. Timing Diagram

Table 1. Serial-Data Format (16 Bits)

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
X	X	X	X	ADDRESS				MSB	DATA						LSB

Detailed Description

MAX7219/MAX7221 Differences

The MAX7219 and MAX7221 are identical except for two parameters: the MAX7221 segment drivers are slew-rate limited to reduce electromagnetic interference (EMI), and its serial interface is fully SPI compatible.

Serial-Addressing Modes

For the MAX7219, serial data at DIN, sent in 16-bit packets, is shifted into the internal 16-bit shift register with each rising edge of CLK regardless of the state of LOAD. For the MAX7221, $\overline{CS}$ must be low to clock data in or out. The data is then latched into either the digit or control registers on the rising edge of LOAD/$\overline{CS}$. LOAD/$\overline{CS}$ must go high concurrently with or after the 16th rising clock edge, but before the next rising clock edge or data will be lost. Data at DIN is propagated through the shift register and appears at DOUT 16.5 clock cycles later. Data is clocked out on the falling edge of CLK. Data bits are labeled D0–D15 (Table 1). D8–D11 contain the register address. D0–D7 contain the data, and D12–D15 are "don't care" bits. The first received is D15, the most significant bit (MSB).

Digit and Control Registers

Table 2 lists the 14 addressable digit and control registers. The digit registers are realized with an on-chip, 8x8 dual-port SRAM. They are addressed directly so that individual digits can be updated and retain data as long as V+ typically exceeds 2V. The control registers consist of decode mode, display intensity, scan limit (number of scanned digits), shutdown, and display test (all LEDs on).

Shutdown Mode

When the MAX7219 is in shutdown mode, the scan oscillator is halted, all segment current sources are pulled to ground, and all digit drivers are pulled to V+, thereby blanking the display. The MAX7221 is identical, except the drivers are high-impedance. Data in the digit and control registers remains unaltered. Shutdown can be used to save power or as an alarm to flash the display by successively entering and leaving shutdown mode. For minimum supply current in shutdown mode, logic inputs should be at ground or V+ (CMOS-logic levels).

Typically, it takes less than 250µs for the MAX7219/MAX7221 to leave shutdown mode. The display driver can be programmed while in shutdown mode, and shutdown mode can be overridden by the display-test function.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2. Register Address Map

REGISTER	ADDRESS					HEX CODE
	D15–D12	D11	D10	D9	D8	
No-Op	X	0	0	0	0	X0
Digit 0	X	0	0	0	1	X1
Digit 1	X	0	0	1	0	X2
Digit 2	X	0	0	1	1	X3
Digit 3	X	0	1	0	0	X4
Digit 4	X	0	1	0	1	X5
Digit 5	X	0	1	1	0	X6
Digit 6	X	0	1	1	1	X7
Digit 7	X	1	0	0	0	X8
Decode Mode	X	1	0	0	1	X9
Intensity	X	1	0	1	0	XA
Scan Limit	X	1	0	1	1	XB
Shutdown	X	1	1	0	0	XC
Display Test	X	1	1	1	1	XF

Initial Power-Up

On initial power-up, all control registers are reset, the display is blanked, and the MAX7219/MAX7221 enter shutdown mode. Program the display driver prior to display use. Otherwise, it will initially be set to scan one digit, it will not decode data in the data registers, and the intensity register will be set to its minimum value.

Decode-Mode Register

The decode-mode register sets BCD code B (0-9, E, H, L, P, and -) or no-decode operation for each digit. Each bit in the register corresponds to one digit. A logic high selects code B decoding while logic low bypasses the decoder. Examples of the decode mode control-register format are shown in Table 4.

When the code B decode mode is used, the decoder looks only at the lower nibble of the data in the digit registers (D3–D0), disregarding bits D4–D6. D7, which sets the decimal point (SEG DP), is independent of the decoder and is positive logic (D7 = 1 turns the decimal point on). Table 5 lists the code B font.

When no-decode is selected, data bits D7–D0 correspond to the segment lines of the MAX7219/MAX7221. Table 6 shows the one-to-one pairing of each data bit to the appropriate segment line.

Table 3. Shutdown Register Format (Address (Hex) = XC)

MODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Shutdown Mode	XC	X	X	X	X	X	X	X	0
Normal Operation	XC	X	X	X	X	X	X	X	1

Table 4. Decode-Mode Register Examples (Address (Hex) = X9)

DECODE MODE	REGISTER DATA								HEX CODE
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
No decode for digits 7–0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
Code B decode for digit 0 No decode for digits 7–1	0	0	0	0	0	0	0	1	01
Code B decode for digits 3–0 No decode for digits 7–4	0	0	0	0	1	1	1	1	0F
Code B decode for digits 7–0	1	1	1	1	1	1	1	1	FF

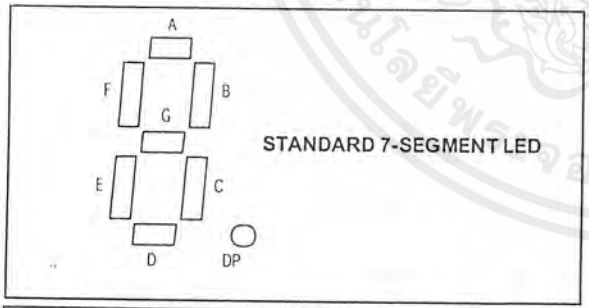
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5. Code B Font

7-SEGMENT CHARACTER	REGISTER DATA						ON SEGMENTS = 1							
	D7*	D6–D4	D3	D2	D1	D0	DP*	A	B	C	D	E	F	G
0		X	0	0	0	0		1	1	1	1	1	1	0
1		X	0	0	0	1		0	1	1	0	0	0	0
2		X	0	0	1	0		1	1	0	1	1	0	1
3		X	0	0	1	1		1	1	1	1	0	0	1
4		X	0	1	0	0		0	1	1	0	0	1	1
5		X	0	1	0	1		1	0	1	1	0	1	1
6		X	0	1	1	0		1	0	1	1	1	1	1
7		X	0	1	1	1		1	1	1	0	0	0	0
8		X	1	0	0	0		1	1	1	1	1	1	1
9		X	1	0	0	1		1	1	1	1	0	1	1
—		X	1	0	1	0		0	0	0	0	0	0	1
E		X	1	0	1	1		1	0	0	1	1	1	1
H		X	1	1	0	0		0	1	1	0	1	1	1
L		X	1	1	0	1		0	0	0	1	1	1	0
P		X	1	1	1	0		1	1	0	0	1	1	1
blank		X	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0	0

*The decimal point is set by bit D7 = 1

Table 6. No-Decode Mode Data Bits and Corresponding Segment Lines



	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Corresponding Segment Line	DP	A	B	C	D	E	F	G

Intensity Control and Interdigit Blanking

The MAX7219/MAX7221 allow display brightness to be controlled with an external resistor (R_{SET}) connected between V+ and ISET. The peak current sourced from the segment drivers is nominally 100 times the current entering ISET. This resistor can either be fixed or variable to allow brightness adjustment from the front panel. Its minimum value should be 9.53Ω, which typically sets the segment current at 40mA. Display brightness can also be controlled digitally by using the intensity register.

Digital control of display brightness is provided by an internal pulse-width modulator, which is controlled by the lower nibble of the intensity register. The modulator scales the average segment current in 16 steps from a maximum of 31/32 down to 1/32 of the peak current set by R_{SET} (15/16 to 1/16 on MAX7221). Table 7 lists the intensity register format. The minimum interdigit blanking time is set to 1/32 of a cycle.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 7. Intensity Register Format (Address (Hex) = XA)

DUTY CYCLE		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX CODE
MAX7219	MAX7221									
1/32 (min on)	1/16 (min on)	X	X	X	X	0	0	0	0	X0
3/32	2/16	X	X	X	X	0	0	0	1	X1
5/32	3/16	X	X	X	X	0	0	1	0	X2
7/32	4/16	X	X	X	X	0	0	1	1	X3
9/32	5/16	X	X	X	X	0	1	0	0	X4
11/32	6/16	X	X	X	X	0	1	0	1	X5
13/32	7/16	X	X	X	X	0	1	1	0	X6
15/32	8/16	X	X	X	X	0	1	1	1	X7
17/32	9/16	X	X	X	X	1	0	0	0	X8
19/32	10/16	X	X	X	X	1	0	0	1	X9
21/32	11/16	X	X	X	X	1	0	1	0	XA
23/32	12/16	X	X	X	X	1	0	1	1	XB
25/32	13/16	X	X	X	X	1	1	0	0	XC
27/32	14/16	X	X	X	X	1	1	0	1	XD
29/32	15/16	X	X	X	X	1	1	1	0	XE
31/32	15/16 (max on)	X	X	X	X	1	1	1	1	XF

Table 8. Scan-Limit Register Format (Address (Hex) = XB)

SCAN LIMIT	REGISTER DATA								HEX CODE
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Display digit 0 only*	X	X	X	X	X	0	0	0	X0
Display digits 0 & 1*	X	X	X	X	X	0	0	1	X1
Display digits 0 1 2*	X	X	X	X	X	0	1	0	X2
Display digits 0 1 2 3	X	X	X	X	X	0	1	1	X3
Display digits 0 1 2 3 4	X	X	X	X	X	1	0	0	X4
Display digits 0 1 2 3 4 5	X	X	X	X	X	1	0	1	X5
Display digits 0 1 2 3 4 5 6	X	X	X	X	X	1	1	0	X6
Display digits 0 1 2 3 4 5 6 7	X	X	X	X	X	1	1	1	X7

*See *Scan-Limit Register* section for application.

Scan-Limit Register

The scan-limit register sets how many digits are displayed, from 1 to 8. They are displayed in a multiplexed manner with a typical display scan rate of 800Hz with 8 digits displayed. If fewer digits are displayed, the scan rate is $8f_{OSC}/N$, where N is the number of digits scanned. Since the number of scanned digits affects the display brightness, the scan-limit register should not be used to blank portions of the display (such as leading zero suppression). Table 8 lists the scan-limit register format.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

If the scan-limit register is set for three digits or less, individual digit drivers will dissipate excessive amounts of power. Consequently, the value of the R_{SET} resistor must be adjusted according to the number of digits displayed, to limit individual digit driver power dissipation. Table 9 lists the number of digits displayed and the corresponding maximum recommended segment current when the digit drivers are used.

Display-Test Register

The display-test register operates in two modes: normal and display test. Display-test mode turns all LEDs on by overriding, but not altering, all controls and digit registers (including the shutdown register). In display-test mode, 8 digits are scanned and the duty cycle is 31/32 (15/16 for MAX7221). Table 10 lists the display-test register format.

Table 9. Maximum Segment Current for 1-, 2-, or 3-Digit Displays

NUMBER OF DIGITS DISPLAYED	MAXIMUM SEGMENT CURRENT (mA)
1	10
2	20
3	30

Table 10. Display-Test Register Format (Address (Hex) = XF)

MODE	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Normal Operation	X	X	X	X	X	X	X	0
Display Test Mode	X	X	X	X	X	X	X	1

Note: The MAX7219/MAX7221 remain in display-test mode (all LEDs on) until the display-test register is reconfigured for normal operation.

No-Op Register

The no-op register is used when cascading MAX7219s or MAX7221s. Connect all devices' LOAD/$\overline{CS}$ inputs together and connect DOUT to DIN on adjacent devices. DOUT is a CMOS logic-level output that easily drives DIN of successively cascaded parts. (Refer to the *Serial Addressing Modes* section for detailed information on serial input/output timing.) For example, if four MAX7219s are cascaded, then to write to the fourth chip, sent the desired 16-bit word, followed by three no-op codes (hex XX0X, see Table 2). When LOAD/$\overline{CS}$ goes high, data is latched in all devices. The first three chips receive no-op commands, and the fourth receives the intended data.

Applications Information

Supply Bypassing and Wiring

To minimize power-supply ripple due to the peak digit driver currents, connect a 10µF electrolytic and a 0.1µF ceramic capacitor between V+ and GND as close to the device as possible. The MAX7219/MAX7221 should be placed in close proximity to the LED display, and connections should be kept as short as possible to minimize the effects of wiring inductance and electromagnetic interference. Also, both GND pins must be connected to ground.

Selecting R_{SET} Resistor and Using External Drivers

The current per segment is approximately 100 times the current in ISET. To select R_{SET}, see Table 11. The MAX7219/MAX7221's maximum recommended segment current is 40mA. For segment current levels above these levels, external digit drivers will be needed. In this application, the MAX7219/MAX7221 serve only as controllers for other high-current drivers or transistors. Therefore, to conserve power, use R_{SET} = 47kΩ when using external current sources as segment drivers.

The example in Figure 2 uses the MAX7219/MAX7221's segment drivers, a MAX394 single-pole double-throw analog switch, and external transistors to drive 2.3" AND2307SLC common-cathode displays. The 5.6V zener diode has been added in series with the decimal point LED because the decimal point LED forward voltage is typically 4.2V. For all other segments the LED forward voltage is typically 8V. Since external transistors are used to sink current (DIG 0 and DIG 1 are used as logic switches), peak segment currents of 45mA are allowed even though only two digits are displayed. In applications where the MAX7219/MAX7221's digit drivers are used to sink current and fewer than four digits are displayed, Table 9 specifies the maximum allowable segment current. R_{SET} must be selected accordingly (Table 11).

Refer to the Power Dissipation section of the Absolute Maximum Ratings to calculate acceptable limits for ambient temperature, segment current, and the LED forward-voltage drop.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

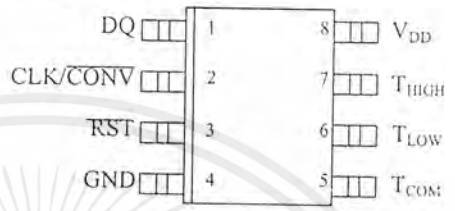
www.dalsemi.com

DS1620
Digital Thermometer and Thermostat

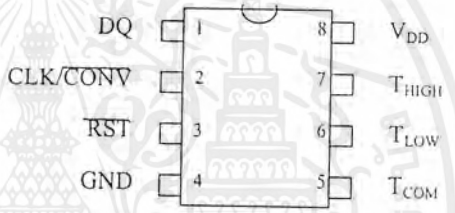
FEATURES

- Requires no external components
- Supply voltage range covers from 2.7V to 5.5V
- Measures temperatures from -55°C to +125°C in 0.5°C increments; Fahrenheit equivalent is -67°F to +257°F in 0.9°F increments
- Temperature is read as a 9-bit value
- Converts temperature to digital word in 1 second (max)
- Thermostatic settings are user-definable and nonvolatile
- Data is read from/written via a 3-wire serial interface (CLK, DQ, $\overline{RST}$)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system
- 8-pin DIP or SOIC (208-mil) packages

PIN ASSIGNMENT



DS1620S 8-Pin SOIC (208-miil)
See Mech Drawings Section



DS1620 8-Pin DIP (300-mil)
See Mech Drawings Section

PIN DESCRIPTION

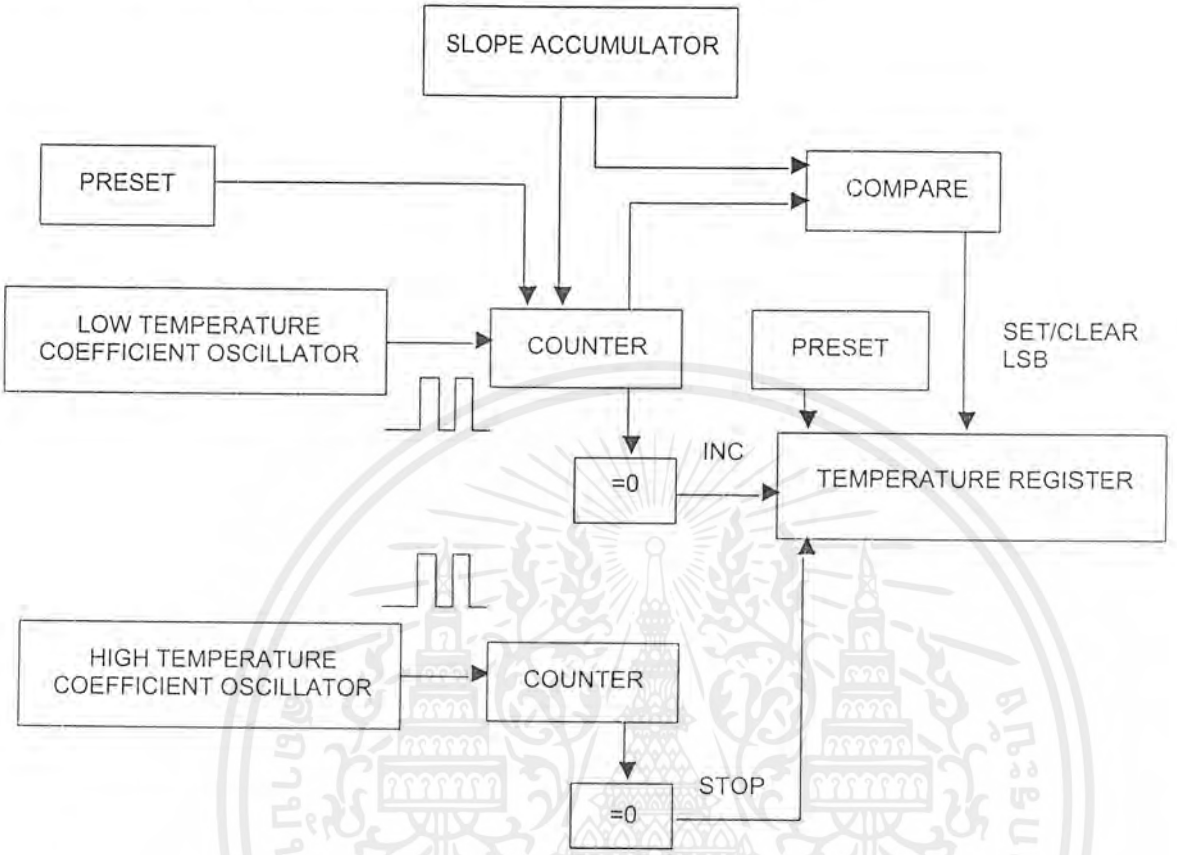
DQ	- 3-Wire Input/Output
CLK/$\overline{CONV}$	- 3-Wire Clock Input and Stand-alone Convert Input
$\overline{RST}$	- 3-Wire Reset Input
GND	- Ground
T_{HIGH}	- High Temperature Trigger
T_{LOW}	- Low Temperature Trigger
T_{COM}	- High/Low Combination Trigger
V_{DD}	- Power Supply Voltage (3V - 5V)

DESCRIPTION

The DS1620 Digital Thermometer and Thermostat provides 9–bit temperature readings which indicate the temperature of the device. With three thermal alarm outputs, the DS1620 can also act as a thermostat. T_{HIGH} is driven high if the DS1620's temperature is greater than or equal to a user–defined temperature TH. T_{LOW} is driven high if the DS1620's temperature is less than or equal to a user–defined temperature TL. T_{COM} is driven high when the temperature exceeds TH and stays high until the temperature falls below that of TL.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEMPERATURE MEASURING CIRCUITRY Figure 2



This calculation is done inside the DS1620 to provide 0.5°C resolution. The temperature reading is provided in a 9–bit, two's complement reading by issuing a READ TEMPERATURE command. Table 1 describes the exact relationship of output data to measured temperature. The data is transmitted serially through the 3–wire serial interface, LSB first. The DS1620 can measure temperature over the range of -55°C to +125°C in 0.5°C increments. For Fahrenheit usage, a lookup table or conversion factor must be used.

TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIPS Table 1

TEMP	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0 11111010	00FA
+25°C	0 00110010	0032h
+½°C	0 00000001	0001h
+0°C	0 00000000	0000h
-½°C	1 11111111	01FFh
-25°C	1 11001110	01CEh
-55°C	1 10010010	0192h

Since data is transmitted over the 3–wire bus LSB first, temperature data can be written to/read from the DS1620 as either a 9–bit word (taking $\overline{RST}$ low after the 9th (MSB) bit), or as two transfers of 8–bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

words, with the most significant 7 bits being ignored or set to 0, as illustrated in Table 1. After the MSB, the DS1620 will output 0s.

Note that temperature is represented in the DS1620 in terms of a ½°C LSB, yielding the following 9–bit format:

MSB								LSB							
X	X	X	X	X	X	X	1	1	1	0	0	1	1	1	0

T = -25°C

Higher resolutions may be obtained by reading the temperature, and truncating the 0.5°C bit (the LSB) from the read value. This value is TEMP_READ. The value left in the counter may then be read by issuing a READ COUNTER command. This value is the count remaining (COUNT_REMAIN) after the gate period has ceased. By loading the value of the slope accumulator into the count register (using the READ SLOPE command), this value may then be read, yielding the number of counts per degree C (COUNT_PER_C) at that temperature. The actual temperature may be then be calculated by the user using the following:

$$\text{TEMPERATURE}=\text{TEMP_READ}-0.25+\frac{(\text{COUNT_PER_C}-\text{COUNT_REMAIN})}{\text{COUNT_PER_C}}$$

DETAILED PIN DESCRIPTION Table 2

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
1	DQ	**Data Input/Output pin** for 3-wire communication port.
2	CLK/$\overline{\text{CONV}}$	**Clock input pin** for 3-wire communication port. When the DS1620 is used in a stand-alone application with no 3–wire port, this pin can be used as a convert pin. Temperature conversion will begin on the falling edge of $\overline{\text{CONV}}$.
3	$\overline{\text{RST}}$	**Reset input pin** for 3-wire communication port.
4	GND	**Ground pin.**
5	T_{COM}	**High/Low Combination Trigger**. Goes high when temperature exceeds TH; will reset to low when temperature falls below TL.
6	T_{LOW}	**Low Temperature Trigger.** Goes high when temperature falls below TL.
7	T_{HIGH}	**High Temperature Trigger.** Goes high when temperature exceeds TH.
8	V_{DD}	**Supply Voltage.** 2.7V – 5.5V input power pin.

OPERATION–THERMOSTAT CONTROLS

Three thermally triggered outputs, T_{HIGH}, T_{LOW}, and T_{COM}, are provided to allow the DS1620 to be used as a thermostat, as shown in Figure 3. When the DS1620's temperature meets or exceeds the value stored in the high temperature trip register, the output T_{HIGH} becomes active (high) and remains active until the DS1620's measured temperature becomes less than the stored value in the high temperature register, TH. The T_{HIGH} output can be used to indicate that a high temperature tolerance boundary has been met or exceeded, or it can be used as part of a closed loop system to activate a cooling system and deactivate it when the system temperature returns to tolerance.

The T_{LOW} output functions similarly to the T_{HIGH} output. When the DS1620's measured temperature equals or falls below the value stored in the low temperature register, the T_{LOW} output becomes active. T_{LOW} remains active until the DS1620's temperature becomes greater than the value stored in the low temperature register, TL. The T_{LOW} output can be used to indicate that a low temperature tolerance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

operation of the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin is as a normal clock in concert with DQ and $\overline{\text{RST}}$. This bit is stored in nonvolatile E^2 memory, capable of at least 50,000 writes. The DS1620 is shipped with CPU=0.

1SHOT = One–Shot Mode. If 1SHOT is 1, the DS1620 will perform one temperature conversion upon reception of the Start Convert T protocol. If 1SHOT is 0, the DS1620 will continuously perform temperature conversion. This bit is stored in nonvolatile E^2 memory, capable of at least 50,000 writes. The DS1620 is shipped with 1SHOT=0.

For typical thermostat operation, the DS1620 will operate in continuous mode. However, for applications where only one reading is needed at certain times or to conserve power, the one–shot mode may be used. Note that the thermostat outputs (T_{HIGH}, T_{LOW}, T_{COM}) will remain in the state they were in after the last valid temperature conversion cycle when operating in one–shot mode.

OPERATION IN STAND–ALONE MODE

In applications where the DS1620 is used as a simple thermostat, no CPU is required. Since the temperature limits are nonvolatile, the DS1620 can be programmed prior to insertion in the system. In order to facilitate operation without a CPU, the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin (pin 2) can be used to initiate conversions. Note that the CPU bit must be set to 0 in the configuration register to use this mode of operation. Whether CPU=0 or 1, the 3–wire port is active. Setting CPU=1 disables the stand–alone mode.

To use the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin to initiate conversions, $\overline{\text{RST}}$ must be low and CLK/$\overline{\text{CONV}}$ must be high. If CLK/$\overline{\text{CONV}}$ is driven low and then brought high in less than 10 ms, one temperature conversion will be performed and then the DS1620 will return to an idle state. If CLK/$\overline{\text{CONV}}$ is driven low and remains low, continuous conversions will take place until CLK/$\overline{\text{CONV}}$ is brought high again. With the CPU bit set to 0, the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ will override the 1SHOT bit if it is equal to 1. This means that even if the part is set for one–shot mode, driving CLK/$\overline{\text{CONV}}$ low will initiate conversions.

3–WIRE COMMUNICATIONS

The 3–wire bus is comprised of three signals. These are the $\overline{\text{RST}}$ (reset) signal, the CLK (clock) signal, and the DQ (data) signal. All data transfers are initiated by driving the $\overline{\text{RST}}$ input high. Driving the $\overline{\text{RST}}$ input low terminates communication. (See Figures 4 and 5.) A clock cycle is a sequence of a falling edge followed by a rising edge. For data inputs, the data must be valid during the rising edge of a clock cycle. Data bits are output on the falling edge of the clock and remain valid through the rising edge.

When reading data from the DS1620, the DQ pin goes to a high-impedance state while the clock is high. Taking $\overline{\text{RST}}$ low will terminate any communication and cause the DQ pin to go to a high-impedance state.

Data over the 3–wire interface is communicated LSB first. The command set for the 3–wire interface as shown in Table 3 is as follows.

Read Temperature [AAh]

This command reads the contents of the register which contains the last temperature conversion result. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Write TH [01h]

This command writes to the TH (HIGH TEMPERATURE) register. After issuing this command the next nine clock cycles clock in the 9–bit temperature limit which will set the threshold for operation of the T_{HIGH} output.

Write TL [02h]

This command writes to the TL (LOW TEMPERATURE) register. After issuing this command the next nine clock cycles clock in the 9–bit temperature limit which will set the threshold for operation of the T_{LOW} output.

Read TH [A1h]

This command reads the value of the TH (HIGH TEMPERATURE) register. After issuing this command the next nine clock cycles clock out the 9–bit temperature limit which sets the threshold for operation of the T_{HIGH} output.

Read TL [A2h]

This command reads the value of the TL (LOW TEMPERATURE) register. After issuing this command the next nine clock cycles clock out the 9–bit temperature limit which sets the threshold for operation of the T_{LOW} output.

Read Counter [A0h]

This command reads the value of the counter byte. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

Read Slope [A9h]

This command reads the value of the slope counter byte from the DS1620. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

Start Convert T [EEh]

This command begins a temperature conversion. No further data is required. In one–shot mode the temperature conversion will be performed and then the DS1620 will remain idle. In continuous mode this command will initiate continuous conversions.

Stop Convert T [22h]

This command stops temperature conversion. No further data is required. This command may be used to halt a DS1620 in continuous conversion mode. After issuing this command the current temperature measurement will be completed and then the DS1620 will remain idle until a Start Convert T is issued to resume continuous operation.

Write Config [0Ch]

This command writes to the configuration register. After issuing this command the next eight clock cycles clock in the value of the configuration register.

Read Config [ACh]

This command reads the value in the configuration register. After issuing this command the next eight clock cycles output the value of the configuration register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจากทุกฝ่าย ขอขอบคุณ อาจารย์ พลศาสตร์ (อาจารย์ที่ปรึกษา) อาจารย์วัฒนา และอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ช่วยแก้ไขปัญหา ตลอดจนเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ ขอขอบคุณเพื่อนๆและพี่ๆที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ จนทำให้โครงงานชิ้นนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้เอื้อเฟื้อ สถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆในการทำงาน

.....
(นาย กฤษณ์ คะชา)

.....
(นาย เก่งพงศ์ ลิ่มสุวรรณโรจน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์", บทที่13
2. ลำยอง รัศมีมาลา, "คู่มือพยาบาลเวชปฏิบัติทารกแรกเกิด", คณะแพทย์ศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล, 287 หน้า.
3. พญ.วิไล ราตรีสวัสดิ์และนพ.สุนทร ฮ้อพันธ์, "ปัญหาทารกแรกเกิด", 302 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้