แบบรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัย
ประกอบการของบเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2549

.....

ทิศทางของการวิจัย ทิศทางที่ 1 การวิจัยที่จะนำพาประเทศไปสู่การพึ่งตนเอง

แผนการวิจัย แผนที่ 5 แผนการสร้างเทคโนโลยีหรือวิธีการใช้เทคโนโลยีในประเทศ

หัวข้อวิจัย หัวข้อที่ 2 การวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์เพื่อนำไปสู่การผลิตใช้

ส่วนที่ 1 สาระสำคัญของโครงการวิจัย

1. ชื่อโครงการวิจัย และรหัสหรือทะเบียนโครงการวิจัยของหน่วยงาน (ถ้ามี)

   (ภาษาไทย) ตู้อบทารกแบบเคลื่อนย้ายได้

   (ภาษาอังกฤษ) Portable Infant incubator

2. หน่วยงานที่รับผิดชอบงานวิจัยและที่อยู่

   ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

   สถาบัน/มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

   ที่อยู่ ถ.ฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพ 10520

   โทรศัพท์ 02-7373000 ext. 3378, 02-3269968 โทรสาร 02-7392398

3. คณะผู้วิจัยและสัดส่วนที่ทำการวิจัย

ชื่อหัวหน้าโครงการ

   ชื่อ นาย ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์

   คุณวุฒิ Ph.D. (Biomedical Engineering), Drexel University, USA

   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

   สถาบัน/มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

   ที่อยู่ ถ.ฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพ 10520

   โทรศัพท์ 02-7373000 ext. 3378, 02-3269968 โทรสาร 02-7392398

4. เป็นโครงการเดี่ยว

5. ในกรณีที่โครงการวิจัยนี้ ทำการวิจัยร่วมกับหน่วยงานอื่น โปรดระบุชื่อหน่วยงานและลักษณะของการร่วมงานนั้นด้วย -

6. ประเภทของงานวิจัย การประยุกต์วิจัย (Applied Research)

7. สาขาวิชาการ ที่ทำการวิจัย วิทยาศาสตร์การแพทย์ RCH RJ 34.5.I52 ว648ช

8. คำสำคัญของเรื่องที่ทำการวิจัย (Keywords)

   Portable Infant Incubator

เลขหมู่
เลขทะเบียน 84535
วัน.เดือน,ปี 13 ต.ค. 2551
b 11994186

ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ยบทารกแบบเคลื่อนย้ายได้โดยหลักแล้ว จะเป็นตู้อบทารกแรกคลอดที่เคลื่อนย้ายได้ (Portable Infant Incubator) เพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายทารกที่มีปัญหาขณะคลอดระหว่างห้องพยาบาล โดยเน้นการออกแบบให้มีการไหลของอากาศอย่างต่อเนื่อง ไม่มีการไหลวนของอากาศ เป็นตู้อบทารกที่ใช้พัดลมแบบกรงกระรอกเพื่อลดความดังของเสียงให้อยู่ในระดับมาตรฐาน เป็นตู้อบทารกที่ควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อควบคุมอุณหภูมิแบบ Proportional ไม่ใช่แบบ On-Off มีส่วนตรวจจับความชื้น มีระบบจ่ายพลังงานเป็นแบบใช้แบตเตอรี โดยมีระบบการแปลงไฟกระแสตรงเป็นกระแสสลับ (DC-To-AC Converter) เพื่อจ่ายให้กับ Heater

10. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบตู้อบทารกแบบเคลื่อนย้ายได้

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- พัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ๆ ให้มีความรู้ความสามารถที่ดีมีความคิดสร้างสรรค์เป็นทรัพยากรทางปัญญาของชาติต่อไป
- ตู้อบทารกแบบเคลื่อนย้ายได้สามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตเครื่องมือแพทย์ไว้ใช้เองในประเทศ

12. หน่วยงานวิจัยที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

โรงพยาบาลของรัฐ

13. ความก้าวหน้าของการวิจัย ณ ช่วงรายงานเมื่อเปรียบเทียบกับแผนงานวิจัยทั้งโครงการ

กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผู้รับผิดชอบ	เดือนที่			
		1-3	4-6	7-9	10-12
ตู้อบทารกแบบเคลื่อนย้ายได้	รศ. ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์	←			→
					→

← → แผนงานทั้งโครงการที่วางไว้

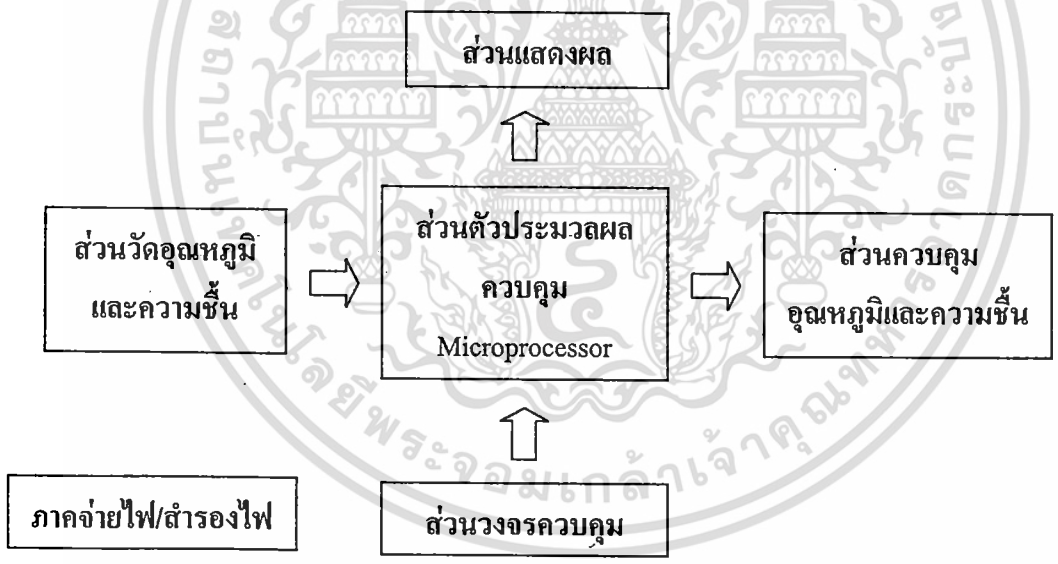
← → แผนงานที่ดำเนินงานถึงปัจจุบัน

ลที่ได้รับ

บทารกแบบเคลื่อนย้ายได้ที่มีข้อกำหนดเฉพาะดังนี้

- เป็นตู้อบทารกที่ใช้การควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ MCS-51
- ใช้เซนเซอร์ตรวจจับค่าอุณหภูมิและความชื้นเบอร์ SHT15 ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งอุณหภูมิและความชื้นในตัวเดียวกัน
- การควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบ PID (Proportional Integration Derivative) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ถูกต้องใน $\pm$ 0.5 องศา
- ภาคแสดงผลใช้ LCD Module
- ขดลวดความร้อน(Heater) ที่นำมาใช้ขนาด 300 วัตต์ การทำงานของขดลวด จะเป็นการควบคุมทางเฟส
- สามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยในระหว่างการเคลื่อนย้ายจะจ่ายไฟด้วย Inverter อินพุทของ Inverter เป็นแบตเตอรีขนาด xxxx สามารถจ่ายพลังงานได้นาน 40 นาที

บล็อคไดอะแกรมของตู้อบทารกแบบเคลื่อนย้ายได้แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

การออกแบบวงจรส่วนต่างๆ ภายในตู้อบเด็ก

14.1.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

วงจรจ่ายไฟกระแสตรง มีการรักษาระดับแรงดันคงที่ การออกแบบจะใช้ไอซีแบบ 3 ขา ประกอบด้วยขาอินพุท เอาท์พุท และขากราวนด์ ซึ่งตัวเลขที่บอกเบอร์ไอซีจะเป็นดังบอกขนาดของแรงดันเอาท์พุท เบอร์ที่ให้แรงดันไฟบวกคือเบอร์ 78xx และให้แรงดันไฟลบคือเบอร์ 79xx

เบอร์ 7815 แรงดันเอาท์พุท + 15V

เบอร์ 7812 แรงดันเอาท์พุท + 12V

เบอร์ 7915 แรงดันเอาท์พุท - 15V

เบอร์ 7912 แรงดันเอาท์พุท - 12V

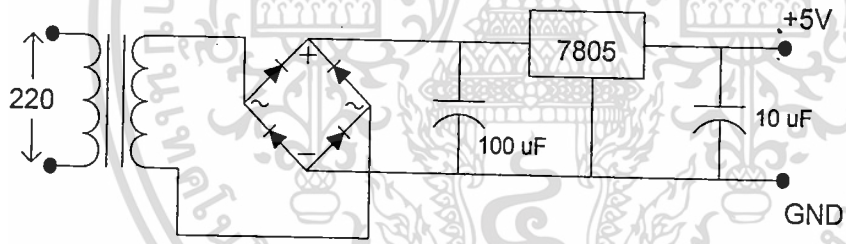
เบอร์ 7809 แรงดันเอาท์พุท + 9V

เบอร์ 7909 แรงดันเอาท์พุท - 9V

เบอร์ 7805 แรงดันเอาท์พุท + 5V

เบอร์ 7905 แรงดันเอาท์พุท - 5V

ขั้นแรกของการออกแบบเพื่อใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น ระบบปิดเปิด (ON , OFF) ในส่วนแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงจึงใช้เพียงไอซีเบอร์ 7805 เท่านั้น



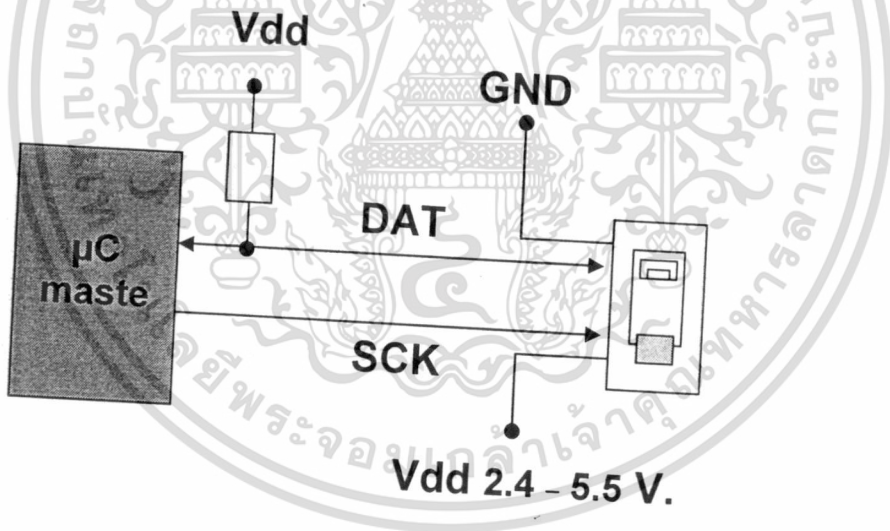
รูปที่ 2 วงจรแหล่งจ่ายไฟของระบบควบคุม

14.1.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟขณะเคลื่อนย้าย

ประกอบด้วย Invertor ขนาด 500 Watt ที่ให้กำเนิดสัญญาณรูปไซน์บริสุทธิ์ และวงจรควบคุมการทำงานเพื่อตัดต่อไฟกรณีไม่มีไฟ หรือ ช่วงเคลื่อนย้าย รูปที่ 3 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟขณะเคลื่อนย้าย

รูปที่ 3 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟขณะเคลื่อนย้าย

14.1.2 **ส่วนตรวจจับอุณหภูมิที่ใช้** SHT15



รูปที่ 4 ตัวอย่างการต่อใช้งาน SHT15

- การต่อขา Vcc กับ GND ต้องต่อไฟเลี้ยงให้อยู่ระหว่าง 2.4- 5.5 V แล้วหลังจากที่จ่ายไฟเข้าที่ตัว SHT15 แล้ว SHT15 จะใช้เวลาประมาณ 11ms เพื่อเข้าสู่โหมด Sleep ดังนั้นต้องส่งข้อมูลก่อนที่ IC จะเข้าสู่โหมด Sleep ในการต่อ Vcc กับ GND ควรที่จะต่อ C 100 nF คร่อมระหว่างขา Vcc กับ GND

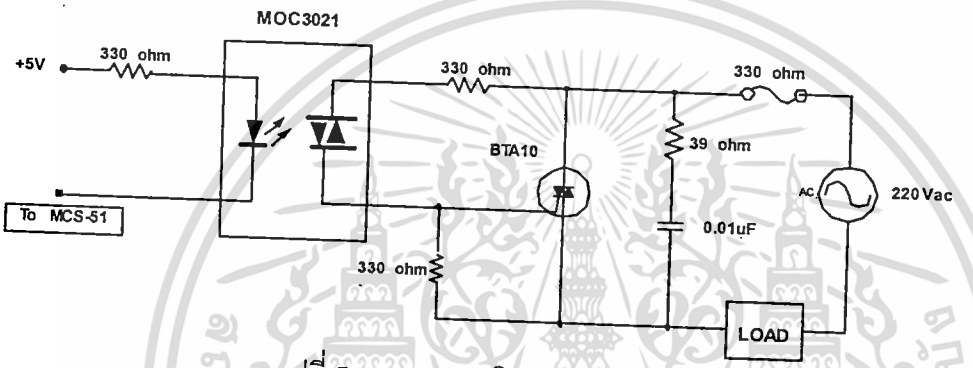
- การต่อขา DATA และขา SCK จะต่อแบบ Serial Interface(Bidirectional 2 –wire) ซึ่งเป็นการต่อในลักษณะที่คล้ายกับ I^2C แต่ไม่เหมือน I^2C โดยทั่วไป

- การต่อขา SCK จะเป็นการต่อแบบตรงระหว่างไมโครคอนโทลเลอร์ กับSHT15

- การต่อขา DATA จะมีการต่อ Pull-up เพื่อให้ได้สัญญาณที่มีค่าสูง ซึ่งการต่อ Pull-up จะต่อกันบ่อยๆในการใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ และในช่วงที่ทำการส่ง DATAจำเป็นที่จะต้องทำให้ DATA มีความเสถียรในขณะที่ SCK high ซึ่งแสดง Timing Diagram ได้

14.1.3 วงจรทริกและแยกโหลด

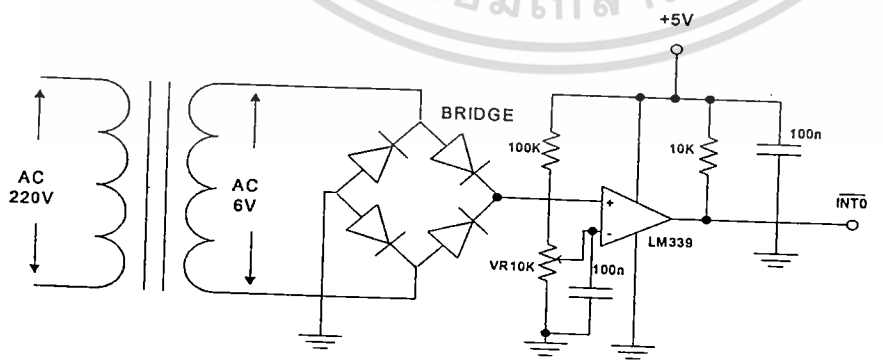
เป็นส่วนที่แยกวงจร High voltage ออกจากวงจรควบคุมต่างๆ เพื่อป้องกันแรงดัน 220 Vac ไหลเข้าสู่โหลดขดลวดความร้อน(Heater)



รูปที่ 5 แสดงวงจรทริกและแยกโหลด

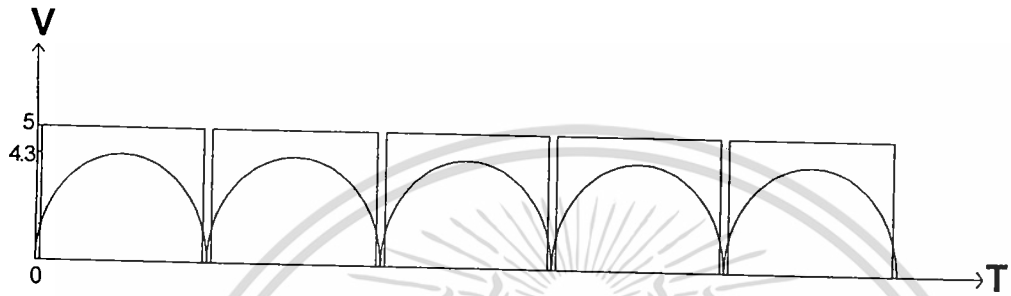
14.1.4 วงจรตรวจจับสัญญาณซายน์

วงจรตรวจจับสัญญาณซายน์ เพื่อนำไปเป็นสัญญาณอินเตอร์รัพท์ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการเป็นสัญญาณเริ่มต้นของดีเลย์ สัญญาณทริกในการเริ่มทำงานของโหลดขดลวดความร้อน(Heater) โดยเอาท์พุทของวงจรนี้จะไปเข้าที่ขา INT0



รูปที่ 6 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณซายน์

สัญญาณซายน์ 5 โวลล์เมื่อผ่านวงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์จะให้สัญญาณเอาท์พุท full ave นำไปเข้าวงจรคอมพาราเตอร์โดยใช้ LM339 และแรงดันเปรียบเทียบสามารถปรับได้โดยใช้ VR10K สามารถปรับช่วงที่เป็น 0 ของสัญญาณพัลส์เอาต์พุตได้ นำสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากวงจรคอมพาราเตอร์ไปเข้าขา INT0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อเป็นสัญญาณการอินเตอร์รัพท์ในการเริ่มดีเลย์

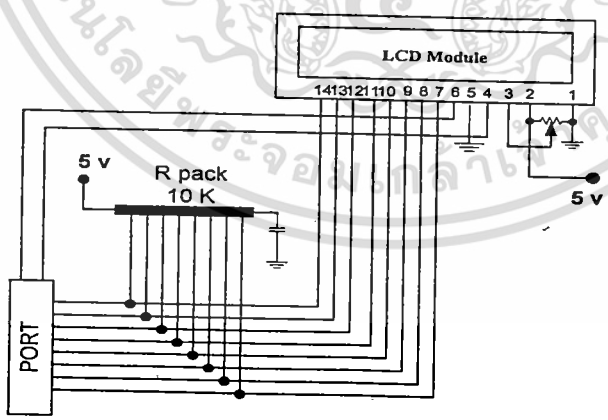


รูปที่ 7 สัญญาณซายน์เมื่อวงจรคอมพาราเตอร์ที่ใช้ LM339

14.1.5 **วงจรส่วนการแสดงผลออกทาง LCD Module**

ส่วนแสดงผลทำหน้าที่ในการแสดงผลในขณะที่รับค่าจากภายนอกในกำหนดช่วงอุณหภูมิของตู้ การกดปุ่มเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ หรือกดปุ่มเพื่อเปลี่ยนโหมดการทำงาน เมื่อทำการกดปุ่มที่ส่วนควบคุมส่วนแสดงผลจะส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อยู่บนส่วนควบคุมหลักเพื่อให้

ประมวลผล ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ตามค่าที่กำหนด แล้วส่งผลออกมาแสดงทางจอ LCD ซึ่งจะแสดงได้ดังรูปที่ 8

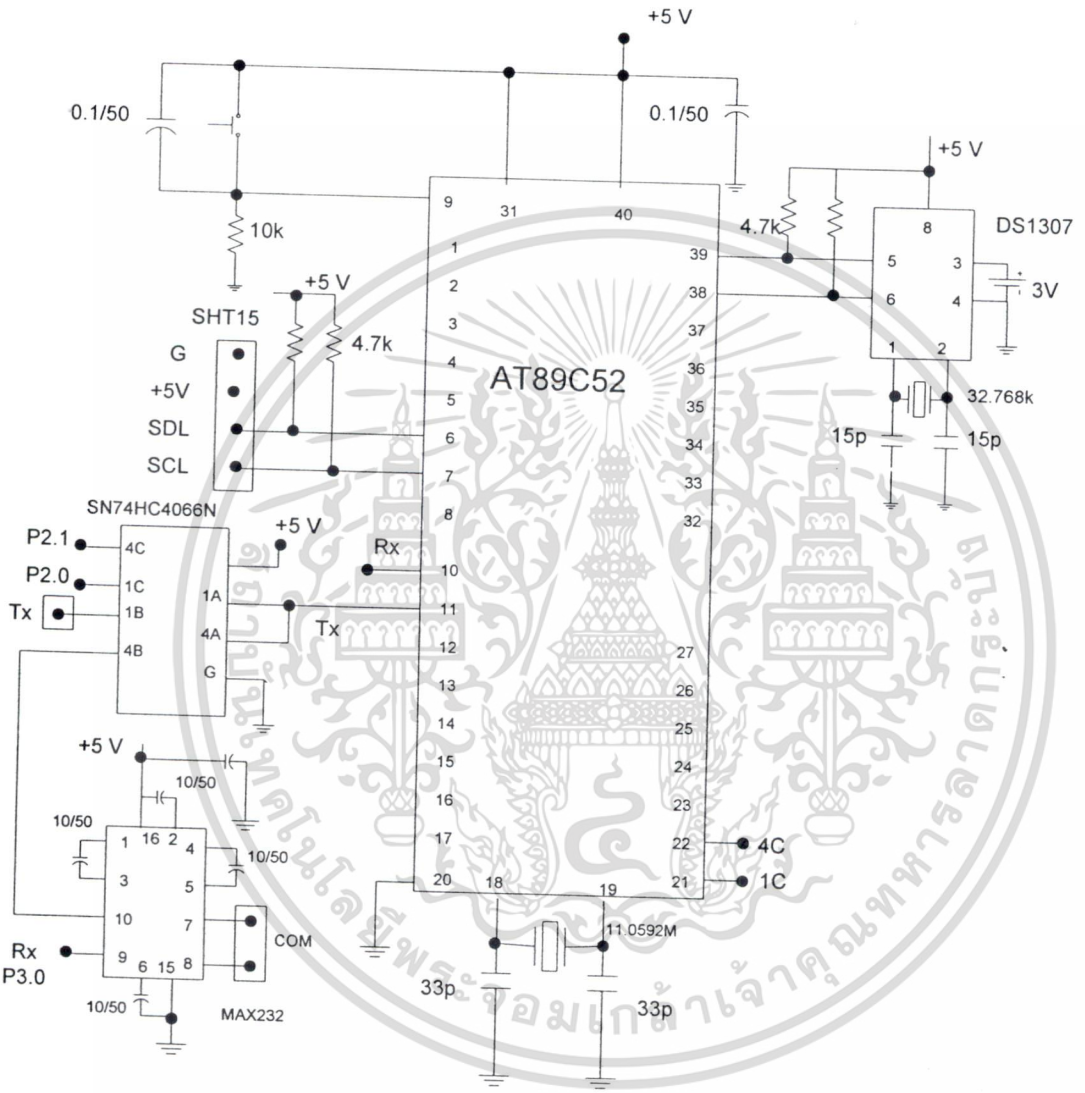


รูปที่ 8 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ส่วนแสดงผลข้อมูล

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

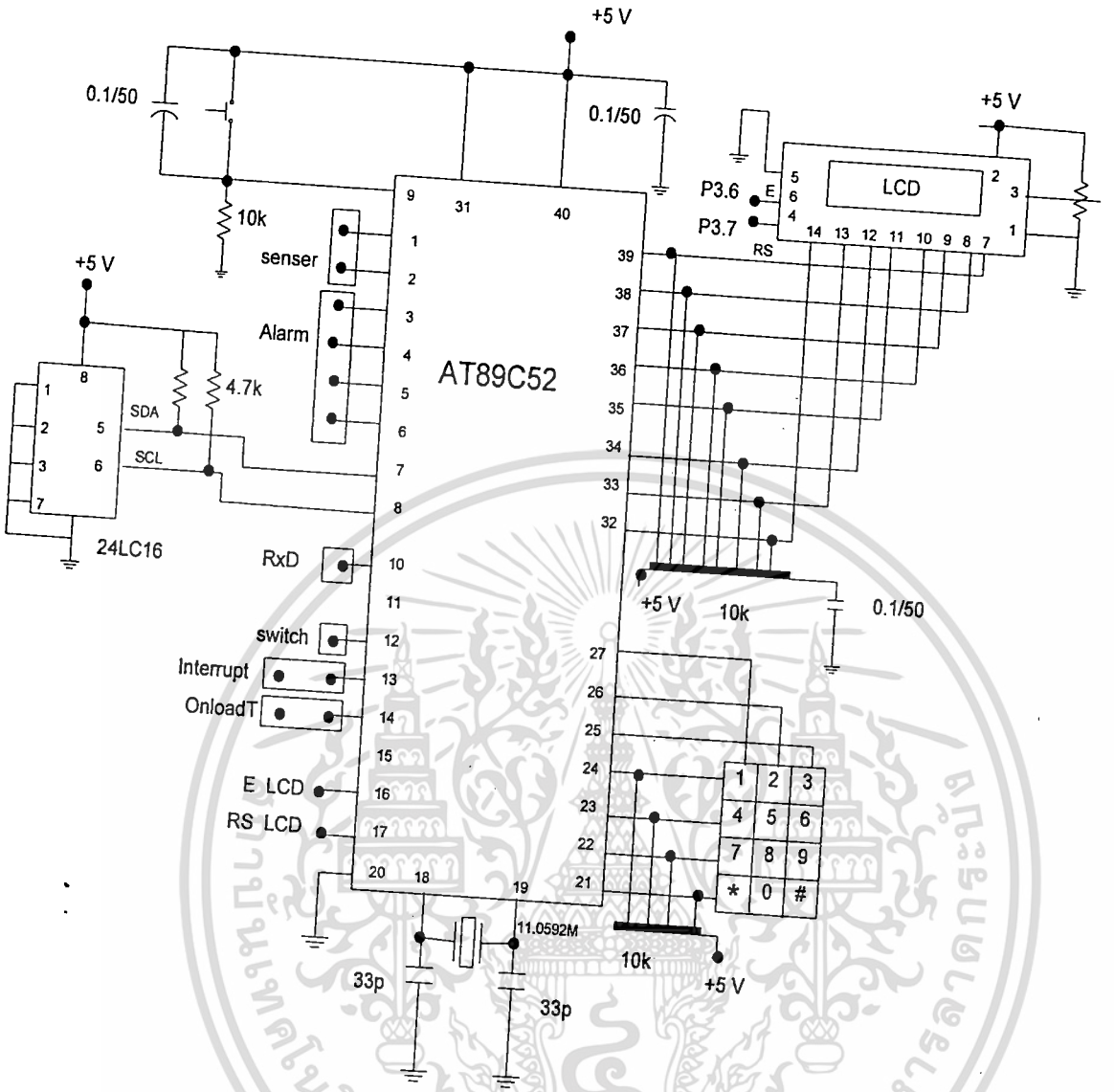
14.1.6 วงจรควบคุมการทำงาน

เป็นวงจรที่ควบคุมการทำงานของตู้อบเด็ก มีไมโครคอนโทลเลอร์เป็นตัวประมวลผลควบคุมการทำงานทั้งหมด ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนที่ใช้ในการวัดและประมวลผลอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ SHT15 ในการตรวจจับ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนควบคุมการแสดงผลผ่านทาง LCD และควบคุมการทำงานทางเฟสของขดลวดความร้อน



รูปที่ 9 วงจรส่วนที่ใช้ในการวัดและประมวลผลอุณหภูมิและความชื้น

84535



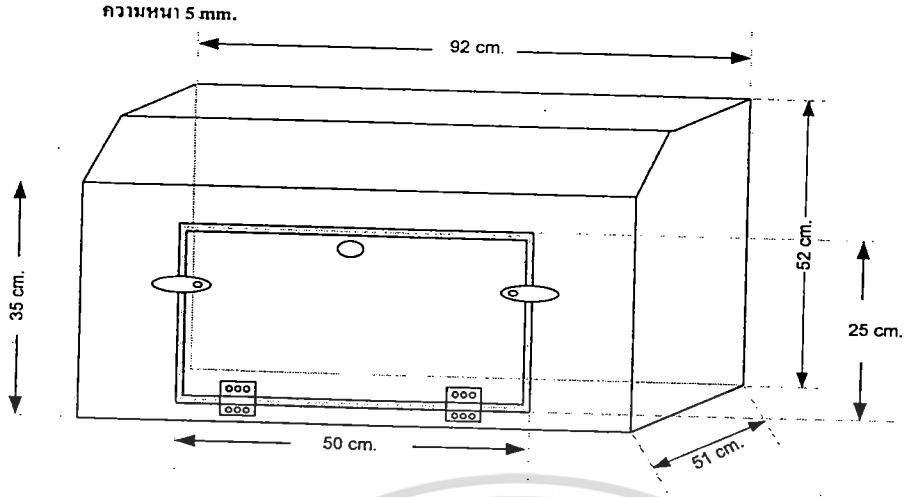
รูปที่ 10 วงจรส่วนที่ควบคุมการแสดงผลผ่านทาง LCD และควบคุมการทำงานทางเฟสของขดลวดความร้อน

14.2 การออกแบบส่วนประกอบภายนอก

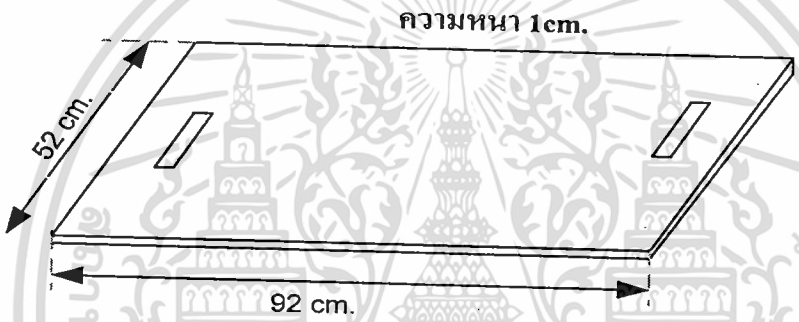
14.2.1 กระโจมครอบและแผ่นรองตัวเด็ก

ทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็นห้องที่ให้ทารกอาศัยอยู่ชั่วคราว เป็นส่วนที่ครอบตัวทารกไว้ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในตู้อบ ซึ่งมีอุณหภูมิตามที่ตั้งไว้เพื่อเหมาะสมกับสภาพร่างกายของทารก จนกว่าทารกจะแข็งแรงพอที่จะออกมาสู่สภาวะปกติภายนอกได้

กระโจมครอบนั้น ทำจากพลาสติกขาวใส สามารถมองเห็นภายในได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 11 ส่วนกระโจมครอบ



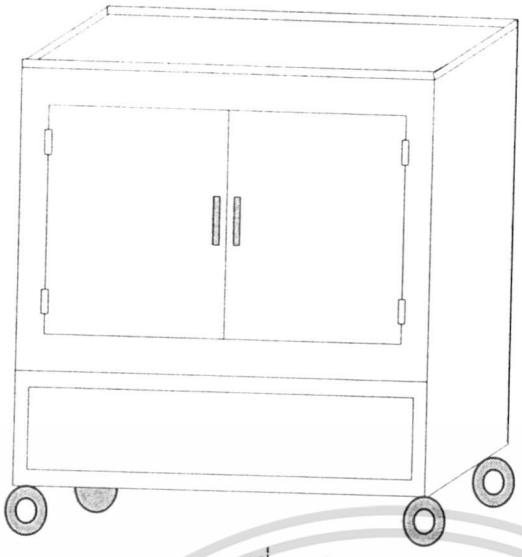
รูปที่ 12 แผ่นรองตัวเด็ก

14.2.2 Chamber

เป็นส่วนกำหนดทิศทางการไหลของอากาศภายในตู้อบ ซึ่งใช้ไฟเบอร์เป็นวัสดุเพื่อทนต่อความร้อน

14.2.3 **ตู้ฐานรอง**

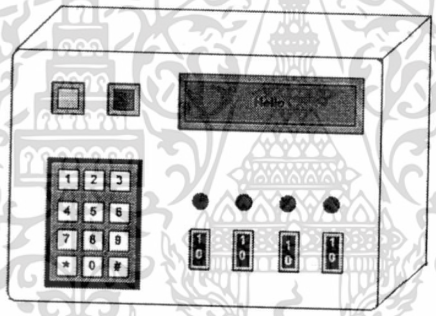
ใช้วางส่วนประกอบทุกอย่างของตู้อบเด็กทารกแรกเกิด เช่น กระโจมครอบ, แผ่นรองตัวเด็ก, Chamber, ชุดควบคุมระบบทั้งหมด และส่วนแสดงผล



รูปที่ 13 ตู้ฐานรอง

14.2.4 **ส่วนแสดงผลและคีย์แพ็ด**

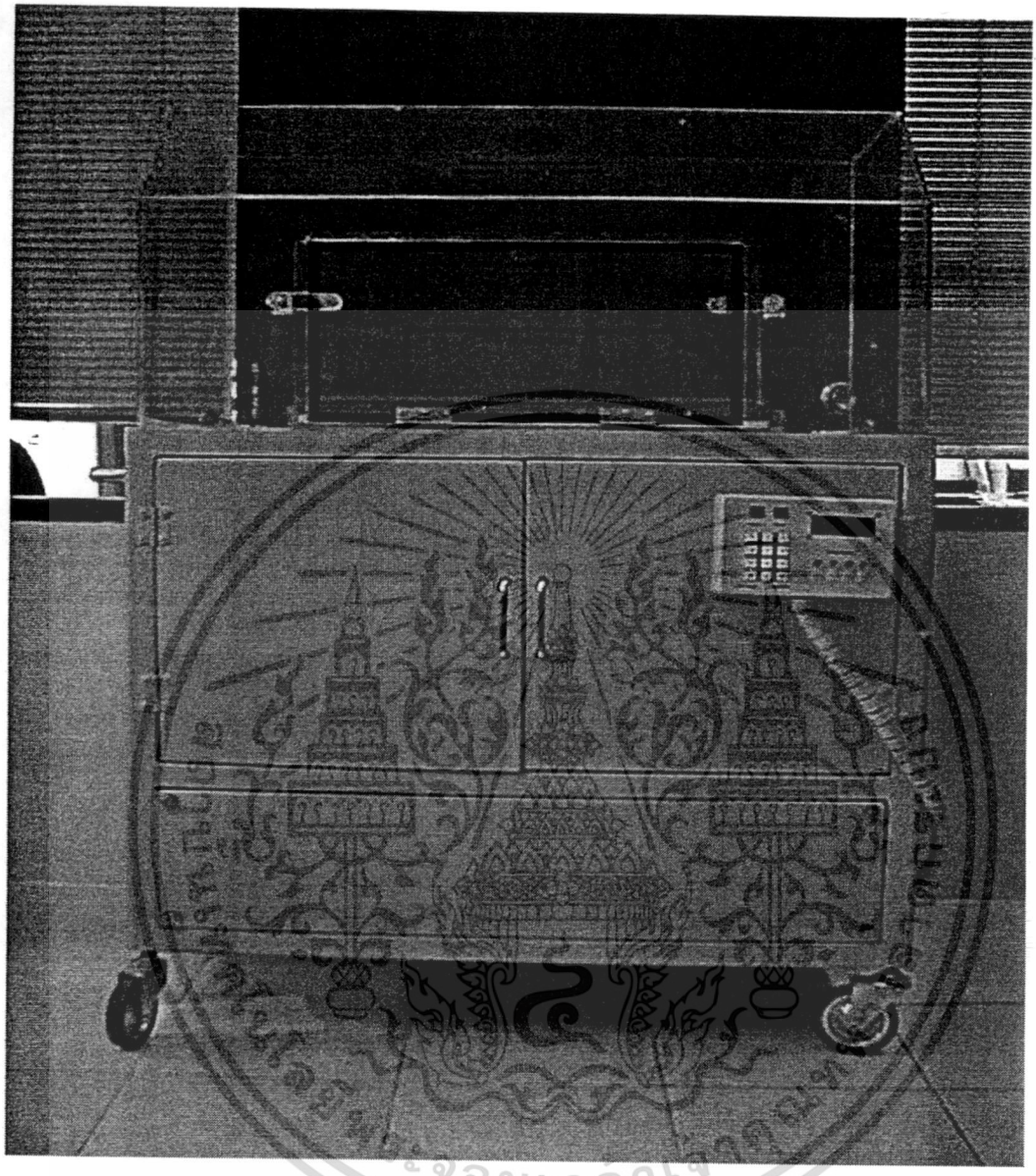
เป็นส่วนป้อนค่าอุณหภูมิที่ตั้ง และแสดงผลอุณหภูมิ



รูปที่ 14 ส่วนหน้าปัดแสดงผล และสัญญาณเตือน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภษณะภายนอกของตู้แสดงในรูปที่ 15

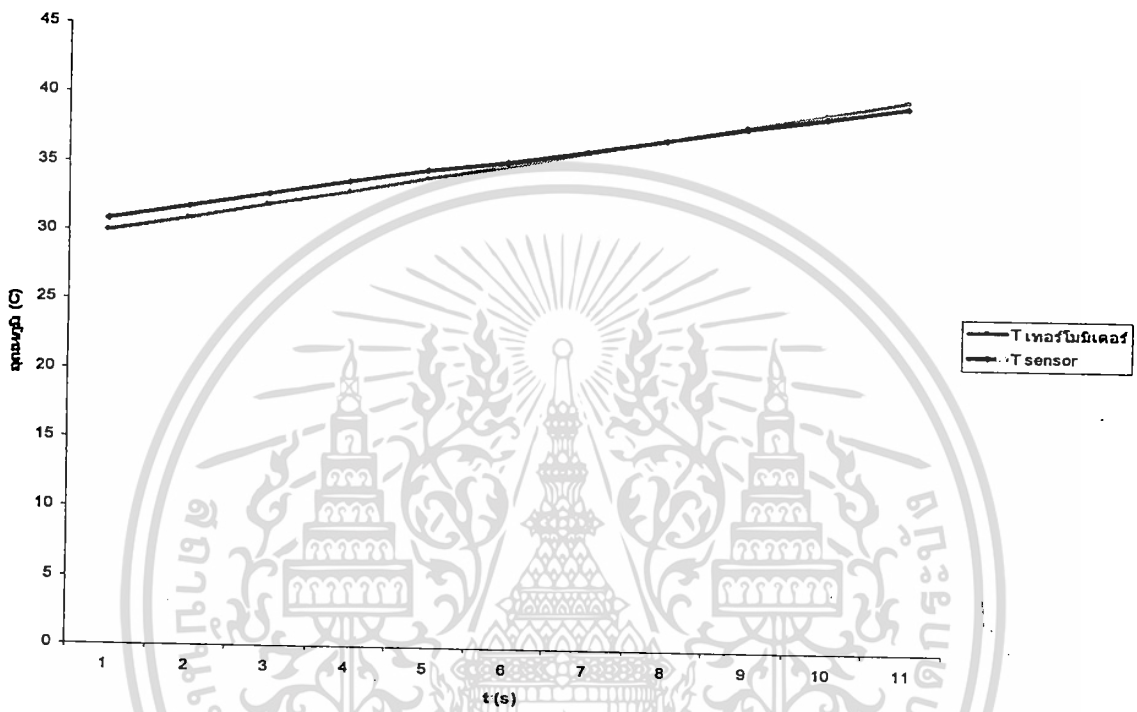


รูปที่ 15 แสดงลักษณะโดยรวมของตู้อบเด็ก

ง.3 การทดสอบการทำงาน

14.3.1 การทดสอบความเป็นเชิงเส้นของช่วงเวลาการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเทียบกับเวลา

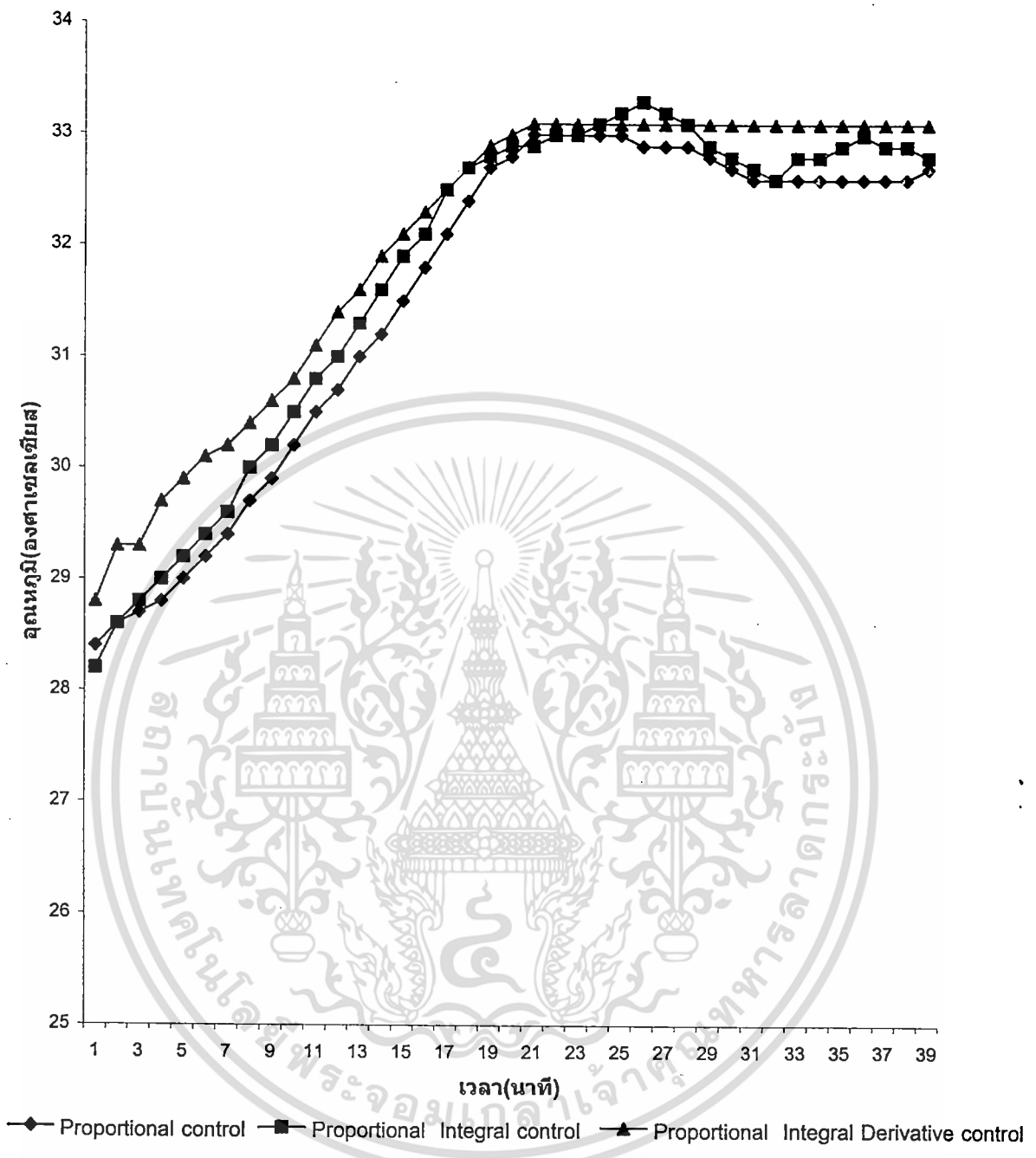
โดยการให้โหลดทำงานเต็ม 100 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำการบันทึกค่าอุณหภูมิทุกๆ 1 นาที ผลที่ได้ดังรูปที่ 16 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกือบเป็นเชิงเส้น และค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์กับจากเทอร์โมมิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกัน



รูปที่ 16 กราฟแสดงความแตกต่างระหว่างค่าอุณหภูมิที่วัดจากเซนเซอร์กับวัดจากเทอร์โมมิเตอร์

14.3.2 การควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ค่าคงที่(K)ต่าง ๆของระบบพีไอดี (PID) ที่เหมาะสมกับระบบมากที่สุด

จากการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิของระบบ PID พบว่าค่าคงที่ของพีไอดีที่ดีที่สุดคือ Kp = 110, Ki = 0.5 และ Kd = 0.1 เมื่อเราได้ค่าคงที่ที่เหมาะสมของสมการ การควบคุมแบบพีไอดีครบทั้งหมดทุกค่าแล้ว นำค่าที่ได้ไปใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของโหลด (ขดลวดความร้อน) ผลของการควบคุมทั้งระบบ P, PI และ PID แสดงในรูปที่ 17 สำหรับการควบคุมอุณหภูมิที่ 33 องศา พบว่าการควบคุมการทำงานแบบ PID ให้ผลดีที่สุด ด้วยค่าผิดพลาดของอุณหภูมิ $\pm$ 0.5 องศา



รูปที่ 17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการควบคุมแบบต่างๆ กัน

14.4 สรุป

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาตู้อบทารกแบบเคลื่อนย้ายได้ที่ควบคุมอุณหภูมิ ให้ถูกต้องด้วยไมโครโปรเซสเซอร์และมีวงจรจ่ายไฟสำรองเมื่อไฟฟ้าดับหรือเมื่อต้องการเคลื่อนย้าย