

## ชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

นายวิวุฒิ บุตรแสน

นายณัฐพงศ์ สีหบุตร

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

### บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง ชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิแสดงข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง ชุดเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่สามารถกำหนดค่าอุณหภูมิได้และจะส่งข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อค่าอุณหภูมิเกินกว่าค่าอุณหภูมิที่กำหนด มีการออกแบบชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิ 4 จุด โดยใช้บอร์ดควบคุมแบบฝังตัว เป็นหน่วยประมวลผลกลาง และเชื่อมต่อกับ โมดูล GSM เพื่อส่งข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้ทำการทดลองโดยการนำค่าอุณหภูมิจากชุดวัดอุณหภูมิมาตรฐาน มากำหนดค่าอุณหภูมิให้กับตัววัดค่าอุณหภูมิที่ 1-4 คือ 57 °C, 45 °C, 62 °C และ 53 °C ตามลำดับ เมื่อค่าอุณหภูมิที่วัดได้มีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่กำหนด ให้ส่งข้อความสั้นมายังผู้ใช้ จากผลการทดลองพบว่า ชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีประสิทธิภาพในการวัดค่าอุณหภูมิ โดยวัดค่าอุณหภูมิได้ตรงกับค่าอุณหภูมิที่นำมาเปรียบเทียบและสามารถส่งข้อความได้ครบเป็นจำนวน 10 ครั้ง โดยไม่พบค่าความผิดพลาด

### 1. บทนำ

ในการตรวจวัดอุณหภูมิในสถานที่หรือห้องต่างๆ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องควบคุมอุณหภูมิ ที่ต้องการทราบค่าสถานะของอุณหภูมิ โดยได้กำหนดค่าของอุณหภูมิไว้ ด้วยการแจ้งเตือนเป็นข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันเหตุอันอาจเกิด ความเสียหายและสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ณ ขณะนั้น

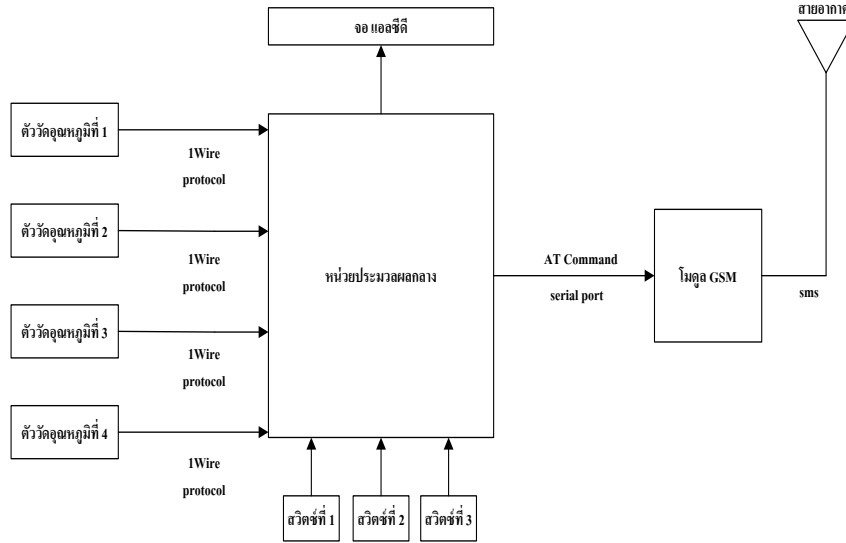
ปัจจุบันบอร์ดชุดควบคุมแบบฝังตัว ถือเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจอย่างมาก สำหรับนักวิจัยและพัฒนา นอกเหนือจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เพราะมีเสถียรภาพในการใช้งานค่อนข้างสูงและได้เข้ามามีบทบาทในงานอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ดังนั้นทางผู้จัดทำโครงการจึงได้นำบอร์ดชุดควบคุมแบบฝังตัว มาใช้พัฒนางานวิจัยในครั้งนี้

### 2. โครงสร้างของระบบ

จากการออกแบบโครงงาน ชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้มีประสิทธิภาพของโครงงาน ทางผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบขั้นตอนการดำเนินงานหลักออกเป็น 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

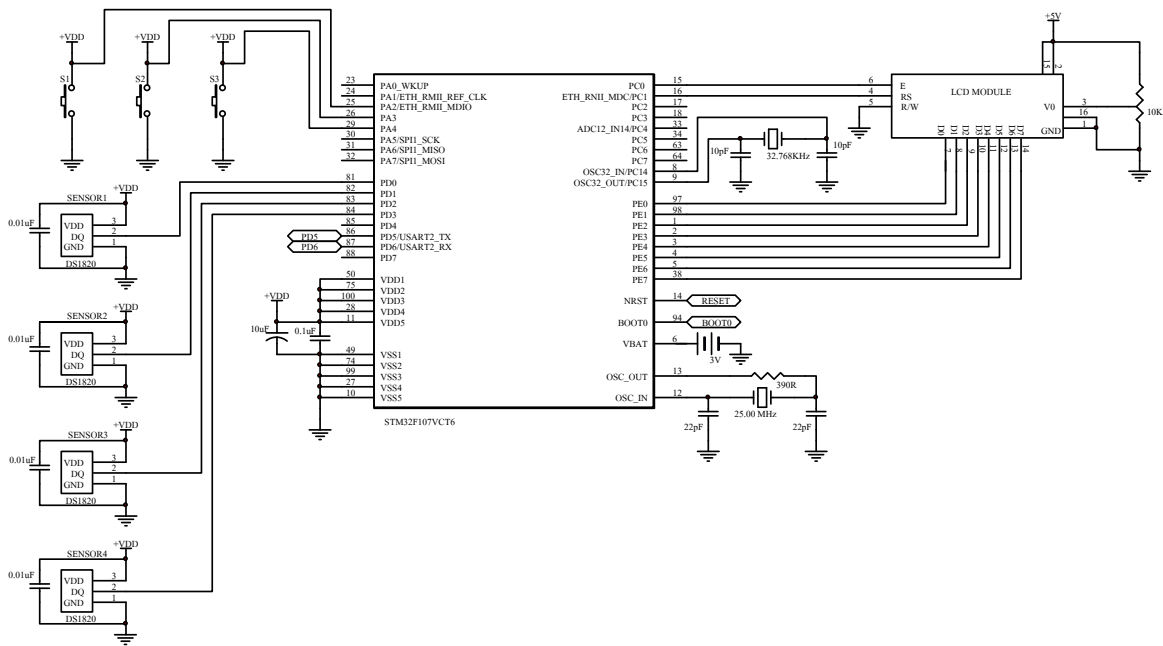
#### 2.1 ความต้องการของระบบ

เริ่มต้นด้วยการวัดค่าอุณหภูมิของแต่ละตัวส่งมาประมวลผลที่บอร์ดชุดควบคุมแบบฝังตัว แสดงผลอุณหภูมิด้วย จอแอลซีดี กำหนดค่าอุณหภูมิที่ต้องการจะส่งหรือไม่ ถ้าไม่กำหนดก็จะเป็นค่ามาตรฐานคือ 60 °C ของการส่งข้อมูลด้วยคำสั่ง AT Command ไปยังโมดูล GSM เพื่อให้ส่งค่าอุณหภูมิ เป็นข้อความสั้น ไปยังผู้ใช้



รูปที่ 2.1 การทำงานชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.2 การออกแบบวงจร



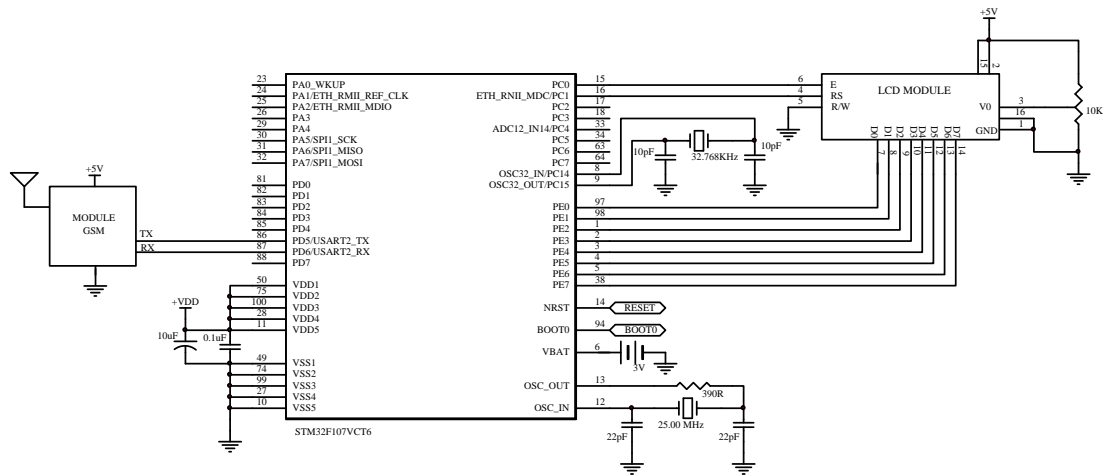
รูปที่ 2.2 วงจรชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่

จากรูปที่ 2.2 การออกแบบการทำงานโดยใช้บอร์ดชุดควบคุมแบบฝังตัวเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล ARM Cortex M3 Core ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 32 Bit ขนาด 100 Pin (100-LQFP) เบอร์ STM32F107VCT6

2.2.1 การทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ การอ่านค่าอุณหภูมิจาก DS18B20 คือ Converting Temperature ซึ่งเป็นการแปลงอุณหภูมิให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัลเก็บไว้ที่ Scratchpad แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถอ่านข้อมูลภายใน Scratchpad นั้นโดยทำการ Initialization บัส 1-wire อีกครั้ง จากนั้นจึงส่งคำสั่ง

SKIP ROM ซึ่งเป็น ROM Command และส่งคำสั่ง READ SCRATCHPAD ซึ่งเป็น Function Command เพื่อขออ่านข้อมูล Scratchpad ภายใน DS18S20 จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงทำการอ่านข้อมูลภายใน Scratchpad ของ DS18S20 มาทีละไบต์จนครบ 9 ไบต์ และแสดงผลข้อมูลอุณหภูมิที่อยู่ซึ่งเป็นข้อมูลในไบต์แรก และไบต์ 2 ที่อ่านมาจาก Scratchpad นั้นออกมาทางขาที่ 2 ของ DS18S20 เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา PD0, PD1, PD2 และ PD3 คือตัวค่าอุณหภูมิตัวที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

2.2.2 การทำงานของสวิตช์ มีการทำงานดังนี้คือ สวิตช์ตัวที่ 1 กดเพื่อตั้งค่า โดยเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา PA2 สวิตช์ตัวที่ 2 กดเพื่อลดค่าโดยเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา PA3 และสวิตช์ตัวที่ 3 กด เพื่อเพิ่มค่า โดยเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ขา PA4 โดยสวิตช์ทั้ง 3 ตัวจะต่อกับไฟที่ 3.3 โวลต์ และอีกด้านจะต่อกับกราวด์ ขณะกดสวิตช์จะมีสถานะแรงดันไฟเป็น 0 โวลต์ และเกิดการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.3 วงจรการเชื่อมต่อโมดูล GSM กับบอร์ดชุดควบคุมแบบฝังตัว

2.2.3 การทำงานภาคส่งสัญญาณ การเชื่อมต่อโมดูลเป็นขั้วต่อ RS 232 แบบ DB9 ตัวเมีย ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลจากขา PD5 เป็นสัญญาณแบบโลจิกค่า ด้วยชุดคำสั่งแบบ AT Command ไปยังขาที่ 2 ของโมดูล ทำให้โมดูลทำงานส่งสัญญาณไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์รับข้อมูลจากขา PD6 เป็นคำสั่งรีเซ็ตจากขาที่ 3 ของโมดูล จะทำงานเมื่อกดปุ่มรีเซ็ตที่โมดูลแล้วแสดงผลที่จอแอลซีดีมิไว้ เพื่อตรวจสอบสถานะความพร้อมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์กับโมดูล GSM

2.3.3 เลือกกดสวิตช์ 1 เพื่อกำหนดค่าใหม่หรือไม่

2.3.4 ถ้าไม่เลือกกดสวิตช์ 1 เพื่อกำหนดค่าใหม่ โปรแกรมก็จะตรวจสอบค่าอุณหภูมิตัวที่ 1 มีค่าอุณหภูมิมากกว่า 60 °C หรือไม่ ถ้ามีอุณหภูมิมากกว่าให้โปรแกรมส่งข้อความ

2.3.5 ถ้าอุณหภูมิตัววัดค่าอุณหภูมิตัวที่ 1 มีค่าไม่มากกว่า 60 °C โปรแกรมก็จะตรวจสอบค่าอุณหภูมิตัวที่ 2 มีค่าอุณหภูมิมากกว่า 60 °C หรือไม่ ถ้ามีอุณหภูมิมากกว่าให้โปรแกรมส่งข้อความ

2.3.6 ถ้าอุณหภูมิตัววัดค่าอุณหภูมิตัวที่ 2 มีค่าไม่มากกว่า 60 °C โปรแกรมก็จะตรวจสอบค่าอุณหภูมิตัวที่ 3 มีค่าอุณหภูมิมากกว่า 60 °C หรือไม่ ถ้ามีอุณหภูมิมากกว่าให้โปรแกรมส่งข้อความ

2.3 การทำงานของโปรแกรม

2.3.1 โปรแกรมเริ่มทำงาน

2.3.2 กำหนดค่าอุณหภูมิที่ 60 °C

2.3.7 ถ้าอุณหภูมิตัววัดค่าอุณหภูมิตัวที่ 3 มีค่าไม่มากกว่า  $60^{\circ}\text{C}$  โปรแกรมก็จะตรวจสอบค่าอุณหภูมิตัวที่ 4 มีค่าอุณหภูมิมากกว่า  $60^{\circ}\text{C}$  หรือไม่ ถ้ามีอุณหภูมิมากกว่าให้โปรแกรมส่งข้อความ

2.3.8 ถ้าอุณหภูมิตัววัดค่าอุณหภูมิตัวที่ 4 มีค่าไม่มากกว่า  $60^{\circ}\text{C}$  โปรแกรมก็จะตรวจสอบไปทำงานที่กำหนดค่าอุณหภูมิที่  $60^{\circ}\text{C}$  โปรแกรมก็จะวนการทำงานไปเรื่อย ๆ

2.3.9 ถ้ากดสวิทช์ 1 เพื่อกำหนดค่าอุณหภูมิ โปรแกรมจะมี 2 สวิทช์ให้เลือกโดยลดค่าอุณหภูมิกดสวิทช์ 2 หรือเพิ่มค่าอุณหภูมิกดสวิทช์ 3 และกดสวิทช์ 1 เพื่อยืนยันค่าอุณหภูมิที่กำหนดอีกครั้ง

2.3.10 โปรแกรมจะตรวจสอบค่าอุณหภูมิตัวที่ 1 มีค่าไม่มากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดหรือไม่ถ้ามีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดให้โปรแกรมส่งข้อความ

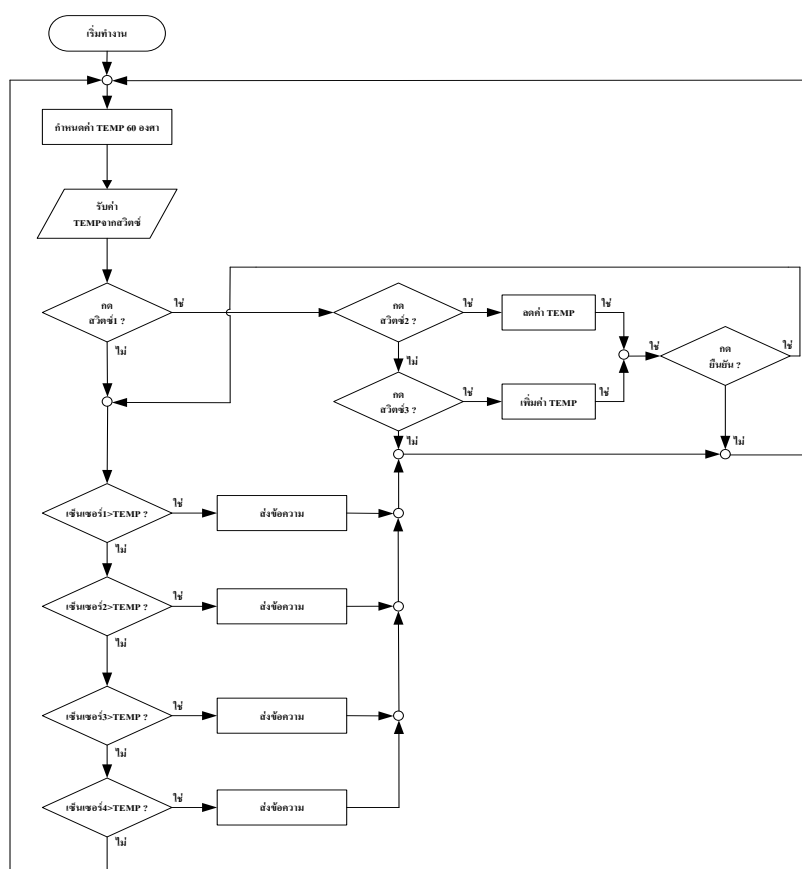
2.3.11 ถ้าตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 1 มีค่าไม่มากกว่าอุณหภูมิที่กำหนด โปรแกรมก็จะตรวจสอบค่าอุณหภูมิ

ตัวที่ 2 มีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดหรือไม่ ถ้ามีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดให้โปรแกรมส่งข้อความ

2.3.12 ถ้าตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 2 มีค่าไม่มากกว่าอุณหภูมิที่กำหนด โปรแกรมก็จะตรวจสอบค่าอุณหภูมิตัวที่ 3 มีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดหรือไม่ ถ้ามีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดให้โปรแกรมส่งข้อความ

2.3.13 ถ้าตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 3 มีค่าไม่มากกว่าอุณหภูมิที่กำหนด โปรแกรมก็จะตรวจสอบค่าอุณหภูมิตัวที่ 4 มีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดหรือไม่ ถ้ามีค่ามากกว่าอุณหภูมิที่กำหนดให้โปรแกรมส่งข้อความ

2.3.14 ถ้าตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 4 มีค่าไม่มากกว่าอุณหภูมิที่กำหนด โปรแกรมก็จะทำงานที่กำหนดค่าอุณหภูมิที่  $60^{\circ}\text{C}$  โปรแกรมก็จะวนการทำงานไปเรื่อย ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรม

### 3. ผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการดำเนินโครงการเพื่อให้ได้มาซึ่งผลการทดลองของชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ควบคุมการทำงานด้วยบอร์ด ET-STM32F ARM KIT เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล ARM Cortex M3 Core ทำหน้าที่ประมวลผล และใช้โมดูล รุ่น ET-GSM SIM 900B เป็นตัวส่งข้อความสั้น

#### 3.1 ขั้นตอนการทดลอง

3.1.1 ติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์

3.1.2 นำเครื่องมือวัดอุณหภูมิยี่ห้อ KYORISU รุ่น KEW 1011 โดยนำสายวัดอุณหภูมิจุ่มในแก้วใส่น้ำร้อน เพื่อวัดค่าอุณหภูมิ รองนกว่าอุณหภูมิคงที่ วัดค่าอุณหภูมิได้ 57 °C

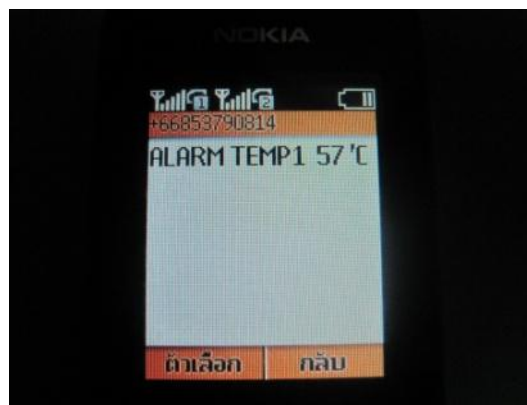
3.1.3 ตั้งค่าอุณหภูมิของชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่เท่ากับ 57 °C

3.1.3 นำสายวัดอุณหภูมิของชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 1 วัดค่าอุณหภูมิน้ำร้อนในแก้วใส่น้ำร้อนในข้อ 4.2.2 รองนกว่าอุณหภูมิคงที่วัดค่าอุณหภูมิได้ 57 °C



รูปที่ 3.1 แสดงค่าอุณหภูมิตัวที่ 1 วัดได้

3.1.4 สังเกตผลการส่งข้อความแสดงเป็น ALARM TEMP1 57 °C



รูปที่ 3.2 ผลการส่งข้อความของตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 1

3.1.5 นำเครื่องมือวัดอุณหภูมิยี่ห้อ KYORISU รุ่น KEW 1011 โดยนำสายวัดอุณหภูมิจุ่มในแก้วใส่น้ำร้อน เพื่อวัดค่าอุณหภูมิ รองนกว่าอุณหภูมิคงที่ วัดค่าอุณหภูมิได้ 45 °C

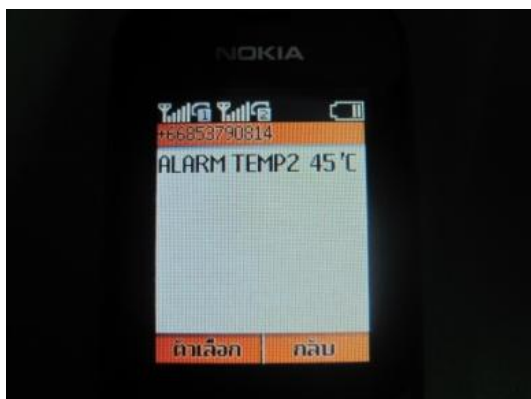
3.1.6 ตั้งค่าอุณหภูมิของชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่เท่ากับ 45 °C

3.1.7 นำสายวัดอุณหภูมิของชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 2 วัดค่าอุณหภูมิน้ำร้อนในแก้วใส่น้ำร้อนในข้อ 4.2.2 รองนกว่าอุณหภูมิคงที่ วัดค่าอุณหภูมิได้ 45 °C



รูปที่ 3.3 แสดงค่าอุณหภูมิตัวที่ 2 วัดได้

3.1.8 สังเกตผลการส่งข้อความแสดงเป็น ALARM TEMP2 45 °C



รูปที่ 3.4 ผลการส่งข้อความของตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 2

3.1.9 นำเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ KYORISU รุ่น KEW 1011 โดยนำสายวัดอุณหภูมิจุ่มในแก้วใส่น้ำร้อน เพื่อวัดค่าอุณหภูมิ รองนกว่าอุณหภูมิคงที่ วัดค่าอุณหภูมิได้ 62 °C

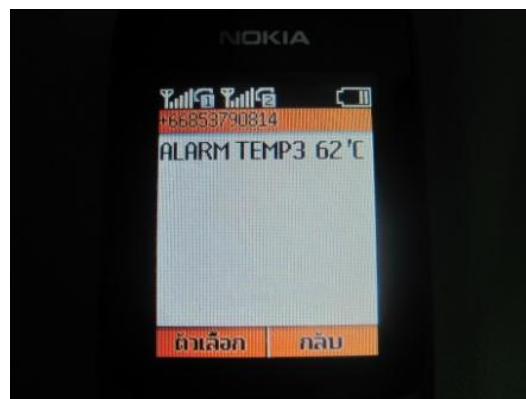
3.1.10 ตั้งค่าอุณหภูมิของชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่เท่ากับ 62 °C

3.1.11 นำสายวัดอุณหภูมิของชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 3 วัดค่าอุณหภูมิน้ำร้อนในแก้วใส่น้ำร้อน ในข้อ 4.2.2 รองนกว่าอุณหภูมิคงที่วัดค่าอุณหภูมิได้ 62 °C



รูปที่ 3.5 แสดงค่าอุณหภูมิตัวที่ 3 วัดได้

3.1.12 สังเกตผลการส่งข้อความแสดงเป็น ALARM TEMP3 62 °C



รูปที่ 3.6 ผลการส่งข้อความของตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 3

3.1.13 นำเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ KYORISU รุ่น KEW 1011 โดยนำสายวัดอุณหภูมิจุ่มในแก้วใส่น้ำร้อนเพื่อวัดค่าอุณหภูมิ รองนกว่าอุณหภูมิคงที่วัดค่าอุณหภูมิได้ 53 °C

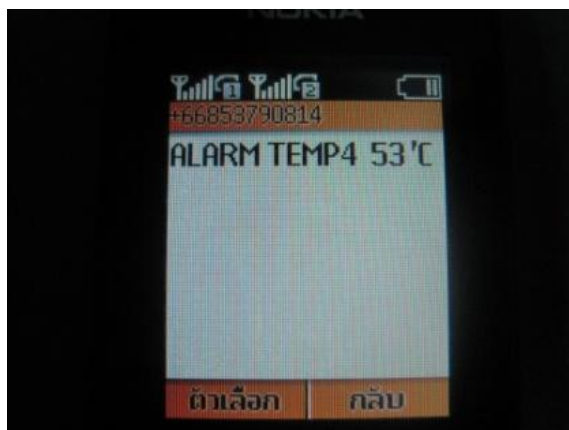
3.1.14 ตั้งค่าอุณหภูมิของชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่เท่ากับ 53 °C

3.1.15 นำสายวัดอุณหภูมิของชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 4 วัดค่าอุณหภูมิน้ำร้อนในแก้วใส่น้ำร้อน ในข้อ 4.2.2 รองนกว่าอุณหภูมิคงที่ วัดค่าอุณหภูมิได้ 53 °C



รูปที่ 3.7 แสดงค่าอุณหภูมิตัวที่ 4 วัดได้

3.1.16 สังเกตผลการส่งข้อความแสดงเป็น ALARM TEMP4 53 °C



รูปที่ 3.8 ผลการส่งข้อความของตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 4

ตารางที่ 3.1 ผลการวัดค่าอุณหภูมิจากชุดวัดอุณหภูมิเทียบค่ามาตรฐานและผลการส่งข้อความ

จำนวนครั้งที่ทดลอง	ค่าที่อ่านได้จากจอ แอลซีดี เมื่อกำหนดค่าอุณหภูมิมีค่าดังนี้				ผลการส่งข้อความมายังผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่			
	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C				
	ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4	ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 3	ตัวที่ 4
1	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C	✓	✓	✓	✓
2	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C	✓	✓	✓	✓
3	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C	✓	✓	✓	✓
4	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C	✓	✓	✓	✓
5	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C	✓	✓	✓	✓
6	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C	✓	✓	✓	✓
7	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C	✓	✓	✓	✓
8	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C	✓	✓	✓	✓
9	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C	✓	✓	✓	✓
10	57 °C	45 °C	62 °C	53 °C	✓	✓	✓	✓

#### หมายเหตุ

- ✓ คือ ชุดควบคุมสามารถส่งข้อความมายังผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้
- ✗ คือ ชุดควบคุมไม่สามารถส่งข้อความมายังผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้

#### 4. สรุปผลการทดลอง

โครงการวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง จัดทำขึ้นเพื่อสร้างชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยได้ทำการทดลอง โดยการเปรียบเทียบผลการวัดค่าอุณหภูมิจากเครื่องมือวัด

อุณหภูมิ ยี่ห้อ KYORISU รุ่น KEW 1011 โดยได้นำมาวัดค่าอุณหภูมิในแก้วใส่น้ำร้อน วัดค่าอุณหภูมิแล้วปรากฏผลดังนี้คือ อุณหภูมิ 57 °C อุณหภูมิ 45 °C อุณหภูมิ 62 °C และอุณหภูมิ 53 °C นำผลการวัดค่าอุณหภูมิดังกล่าวมากำหนดค่าอุณหภูมิให้กับ ชุดตรวจวัด

ค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยทำการทดลองที่ละตัวของตัววัดอุณหภูมิ กำหนดค่าอุณหภูมิครั้งนี้คือ ตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 1 มีค่าเท่ากับ 57 °C ตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 2 มีค่าเท่ากับ 45 °C ตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 3 มีค่าเท่ากับ 62 °C และตัววัดอุณหภูมิตัวที่ 4 มีค่าเท่ากับ 53 °C เมื่อตัววัดอุณหภูมิวัดค่าอุณหภูมิได้ค่าอุณหภูมิ มากกว่าอุณหภูมิที่กำหนด ให้โปรแกรมส่งข้อความมายังผู้ใช้ โดยทดลองเป็นจำนวน 10 ครั้ง

จากผลการทดลองพบว่า ชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่มีประสิทธิภาพในการวัดค่าอุณหภูมิโดยวัดค่าอุณหภูมิได้ตรงกับค่าอุณหภูมิที่นำมาเปรียบเทียบและสามารถส่งข้อความได้ครบจำนวน 10 ครั้ง โดยไม่พบค่าความผิดพลาดจากการทดลองเป็นเพราะการใช้ตัววัดค่าอุณหภูมิแบบดิจิตอล ซึ่งมีความแม่นยำในการวัดค่าอุณหภูมิมาใช้ในโครงการวิจัยนี้ อีกทั้งสถานที่ที่ใช้ในการทดลองเป็นห้องที่ควบคุมอุณหภูมิได้ดังนั้นค่าอุณหภูมิที่วัดได้จึงตรงกับค่าอุณหภูมิที่นำมาเปรียบเทียบ

## 5. ข้อเสนอแนะ

5.1 สถานที่ที่ใช้ในการทดลองต้องอยู่ในพื้นที่ที่มีสัญญาณโทรศัพท์ จึงจะสามารถส่งข้อความสั้นมายังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้ได้

5.2 ตรวจสอบสายสัญญาณ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดอย่างรอบคอบก่อนดำเนินการทดลองทุกครั้ง

5.3 เปลี่ยนการส่งข้อความไปยังผู้ใช้งานเป็นสัญญาณอินเตอร์เน็ต

5.4 เปลี่ยนตัววัดค่าชนิดอื่น มาใช้ในโครงการวิจัย เช่น ตัววัดค่าความเคลื่อนไหว

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องชุดตรวจวัดค่าอุณหภูมิด้วยข้อความสั้นผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่านและอาจารย์อภิชชาติ หาจตุรัส อาจารย์ที่ปรึกษา

งานวิจัย ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆมาโดยตลอด จนทำให้งานวิจัยเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งขอกราบขอบพระคุณบิดา คุณมารดา ที่เป็นแรงบันดาลใจให้ทำงานวิจัยเล่มนี้จนสำเร็จ