ชุดวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย
Wireless Thermometer

สายรักษ์ พรไกรเนตร[1] ชิษณุพงษ์ นาถึง[2] โสภาพรรณ สุวรรณสว่าง[3*]
หฤทัย ดิ้นสกุล[4] และ ธวัชชัย ทองเหลี่ยม[5]

[1,2]โปรแกรมวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[3.,4,5]โปรแกรมวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[*]sopapun@npru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอชุดต้นแบบสำหรับการวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย ซึ่งมีการวัดอุณหภูมิผ่านตัวตรวจวัด DS18B20 จำนวน 3 ตัว โดยมีการควบคุมการทำงานและหาค่าเฉลี่ยจากเซนเซอร์ทั้ง 3 ตัว ด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ PIC18F8722 จากนั้นส่งค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้ผ่านมอดูลสื่อสารไร้สาย Xbee Pro เพื่อไปแสดงผลและบันทึกผลบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยในการทดสอบเครื่องต้นแบบทดสอบในห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 8x8 เมตร โดยการติดตั้งเซนเซอร์ DS18B20 บนผนังห้องด้วยระยะห่างแต่ละจุดมากกว่า 2 เมตร ภายใต้เงื่อนไขการรับ – ส่งข้อมูล 3 ลักษณะ กล่าวคือ ลักษณะแรกตัวรับและตัวส่งอยู่ภายในห้องเดียวกัน ลักษณะที่สองตัวรับและตัวส่งอยู่ห่างกันเป็นระยะทาง 20 เมตร ภายในชั้นเดียวกัน และลักษณะสุดท้าย ตัวรับและตัวส่งอยู่ห่างกันหนึ่งชั้นตึก จากการทดสอบเครื่องต้นแบบเทียบกับปรอทและเครื่องวัดอุณหภูมิยี่ห้อ DALTA รุ่น DTB4848 พบว่าค่าอุณหภูมิที่ได้จากเครื่องต้นแบบในสภาพการรับส่งทั้ง 3 ลักษณะมีความถูกต้องแม่นยำในระดับที่น่าพอใจ

คำสำคัญ: ชุดวัดอุณหภูมิไร้สาย, ไมโครคอนโทรลเลอร์, Xbee Pro, DS18B20

Abstract

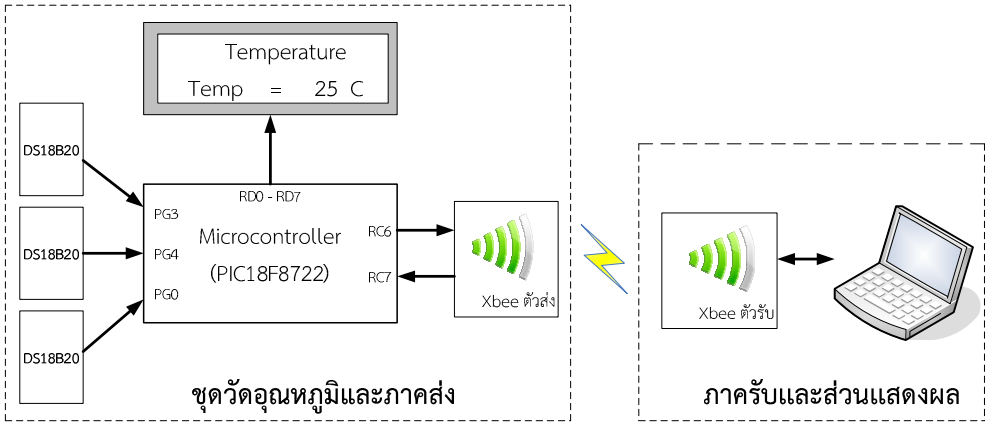
This article presents a prototype of wireless thermometer that a temperature is measured via 3 DS18B20 digital thermometers as well as the temperature measurements are averaged by a PIC18F8722. Xbee Pro and computer are used as a wireless communication and data storage and display, respectively. The prototype was applied to measure the 8x8 meter room temperature that each sensor was placed on the wall in a minimum range of 2 meters. Besides, the prototype is expected to transmit in a distance between a transmitter and a receiver with 3 conditions that they are as follow: in the same room, up to 20 meter distance in the same floor, and one floor different in the same building. In this experiment, the measured temperature from the prototype was compared with the mercury thermometer *and the DALTA DTB4848 digital thermometer. Results from the experiment demonstrate that the prototype can be correctly worked well.*

Keywords: wireless thermometer, DS18B20, Microcontroller, Xbee Pro

1. บทนำ

อุณหภูมิเป็นค่าการวัดหรือพารามิเตอร์พื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในระบบควบคุมต่าง ๆ ให้มีค่าเป็นไปตามความต้องการ เช่น กระบวนการผลิตที่มีการใช้ความร้อน ตู้ฟักไข่อัตโนมัติ การพยากรณ์ทางด้านสิ่งแวดล้อม ฯลฯ ดังนั้นการวัดค่าอุณหภูมิจึงถือเป็นหนึ่งในขั้นตอนการควบคุมคุณภาพที่สำคัญตัวหนึ่ง และการเลือกใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ จะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับงาน พื้นที่ว่าง สภาพแวดล้อมของจุดวัด ช่วงอุณหภูมิที่ต้องการวัด ความจำเป็นของการวัดจากที่ไกล ความละเอียดแม่นยำและความวางใจได้ (reliability) ความทนทาน และความสะดวกในการใช้และบำรุงรักษาตลอดจนราคาเชิงเศรษฐกิจ เป็นต้น

ปัจจุบันนี้เครื่องวัดอุณหภูมิมีหลากหลายรุ่นและยี่ห้อ ราคาถูกหรือแพง ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันการใช้งาน ซึ่งเป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าเครื่องมือที่เข้าถึงและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้มาก ราคายิ่งสูง ทั้งนี้เครื่องมือเหล่านั้นส่วนใหญ่ล้วนนำเข้ามาจากต่างประเทศ ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างฐานความรู้และการผลิตเครื่องมือที่ราคาถูก งานวิจัยชิ้นนี้จึงออกแบบและสร้างชุดวัดอุณหภูมิแบบรับส่งข้อมูลระยะไกล แสดงผลทั้งในรูปแบบตัวเลขที่เครื่องวัด และมีการแสดงผลในรูปแบบกราฟบนคอมพิวเตอร์ รวมถึงการจัดเก็บหรือบันทึกข้อมูลอุณหภูมิที่เกิดขึ้นลงไปไว้ในฐานข้อมูลทำให้สามารถเรียกข้อมูลอุณหภูมิย้อนหลัง โดยเลือกดูข้อมูลอุณหภูมิตามวันเวลาต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานต้องการ พร้อมทั้งเลือกตั้งเวลาในการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิลงในฐานข้อมูลได้ โดยโครงสร้างการทำงานของชุดต้นแบบในงานวิจัยนี้แสดงดังรูปภาพที่ 1

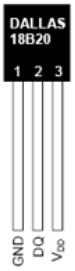


รูปภาพที่ 1 โครงสร้างการทำงานของชุดวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ DS18B20

ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ DS18B20 ของบริษัท Dallas Semiconductor เป็นหนึ่งในตัวตรวจวัดอุณหภูมิที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งถูกออกแบบเป็นไอซีสำหรับวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัล (digital thermometer) สามารถวัดอุณหภูมิในหน่วยการวัดเป็นองศาเซลเซียส (°C) ในช่วง -55 °C ถึง 125 °C ที่ความละเอียด 9 ถึง 12 บิต และมีความแม่นยำอยู่ที่ 0.5 °C ในช่วง -10 °C ถึง 85 °C สำหรับการสื่อสารและควบคุมตัวตรวจวัดอุณหภูมิ DS18B20 นั้นสามารถทำได้โดยใช้บัสข้อมูลแบบสายหนึ่งเส้น (1-wire) ซึ่งโครงสร้างภายในตัวตรวจวัดอุณหภูมิ DS18B20 แต่ละตัวมีรหัสประจำตัว (code) ขนาด 64 บิต ทำให้สามารถใช้งานอุปกรณ์ได้หลายตัวบนบัสแบบ 1 wire พร้อมกันได้ นอกจากนี้ตัววัดอุณหภูมิ DS18B20 ยังสามารถทำงานในโหมด Parasite Power ซึ่งเป็นการทำงานโดยไม่ใช้ไฟเลี้ยง แต่ใช้พลังงานจากสายสัญญาณ 1-wire ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการวัดอุณหภูมิระยะไกล หรือในการใช้งานในที่ ๆ มีเนื้อที่จำกัด ทั้งนี้ในงานวิจัยชิ้นนี้เลือกใช้ตัวตรวจวัดอุณหภูมิเบอร์ DS18B20 ที่เป็นตัวถังแบบ TO-92 โดยจะมีตำแหน่งขาและหน้าที่การทำงาน ดังแสดงในรูปภาพที่ 2



PIN	NAME	FUNCTION
1	GND	Ground
2	DQ	Data Input/Output. Open-drain 1-Wire interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode
3	V_{DD}	Optional V_{DD}. V_{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.

รูปภาพที่ 2 ตำแหน่งขาและหน้าที่การทำงานของ DS18B20

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

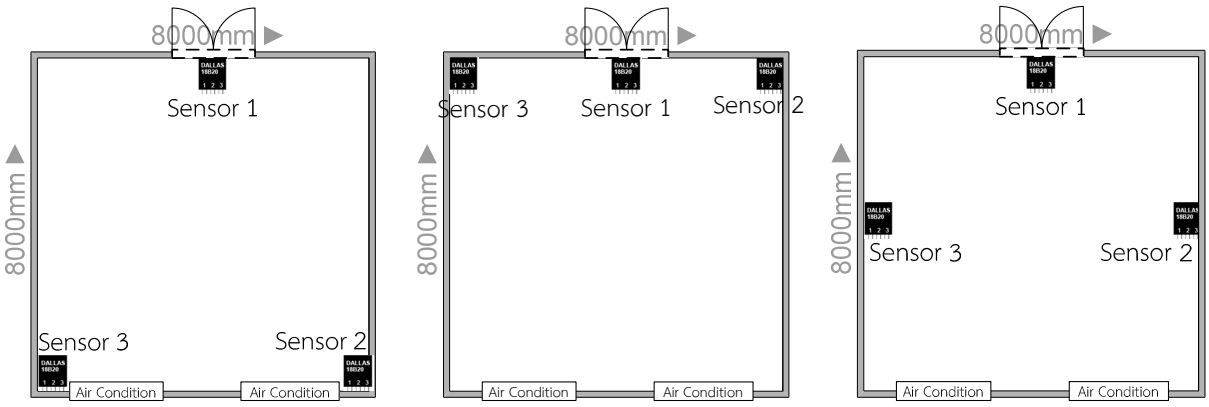
ไมโครคอนโทรลเลอร์ คืออุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่มีความสามารถคล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยความจำชั่วคราว)RAM) หน่วยความจำถาวร)ROM) และพอร์ตอินพุต/เอาท์พุต)I/O PORT) ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของบริษัท Microchip เบอร์ PIC18F8722 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 80 ขาแบบ TQFP ที่มีการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลด้วยความละเอียดขนาด 10 บิต จำนวน 16 ช่องสัญญาณ ความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงถึง 40 MHz หน่วยความจำ RAM ขนาด 128 KB

2.3 Zigbee

Zigbee เป็นเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายที่มีการใช้พลังงานต่ำ ราคาถูก อาศัยพลังจากเซลล์แสงอาทิตย์หรือแบตเตอรีขนาดเล็ก สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก โดยให้รองรับกับมาตรฐาน IEEE การทำงานของเทคโนโลยีชนิดนี้ 802.15.4 ส่งคลื่นสัญญาณข้อมูลผ่านชิปขนาดเล็กจุดต่อจ-จะเป็นการรับุดไปจนถึงปลายทาง สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้มอดูล Xbee Pro ซึ่งอยู่ในมาตรฐานโพรโตคอล Zigbee ในการรับส่งข้อมูล

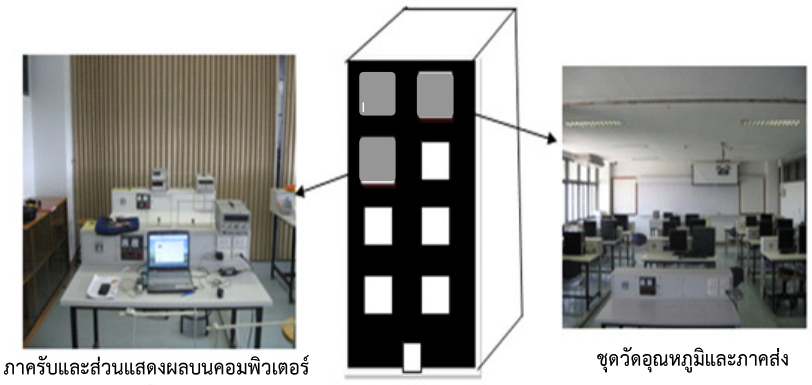
3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

การทดสอบการทำงานของชุดวัดอุณหภูมิในงานวิจัยนี้ ทำการทดลองวัดอุณหภูมิภายในห้องสี่เหลี่ยมขนาด 8x8 เมตร โดยการติดตั้งตัวตรวจวัดอุณหภูมิ DS18B20 จำนวน 3 ตัว ในทิศทางที่ต่างกัน 3 แบบ บนผนังห้องด้วยระยะห่างแต่ละจุดไม่น้อยกว่า 2 เมตรและไม่เกิน 8 เมตร ดังแสดงในรูปภาพที่ 3 ภายใต้เงื่อนไขการรับ-ส่งข้อมูล 3 ลักษณะ กล่าวคือ ลักษณะแรกตัวรับและตัวส่งอยู่ภายในห้องเดียวกัน ลักษณะที่สองตัวรับอยู่ห่างจากตัวส่งเป็นระยะทางไม่ต่ำกว่า 10 เมตร ภายในชั้นเดียวกัน และลักษณะสุดท้าย ตัวรับและตัวส่งอยู่ห่างกันหนึ่งชั้น ภายในอาคารเดียวกัน ดังรูปภาพที่ 4



(ก)ทิศทางการวางตัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบที่ 1 (ข)ทิศทางการวางตัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบที่ 2 (ค) ทิศทางการวางตัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบที่ 3

รูปภาพที่ 3 ทิศทางการวางตัวตรวจวัดอุณหภูมิในการทดสอบ



รูปภาพที่ 4 ลักษณะจำลองสภาพแวดล้อมในการทดสอบ

การดำเนินการทดลองทำได้โดยกำหนดค่าอุณหภูมิด้วยเครื่องปรับอากาศ และทำการวัดค่าอุณหภูมิห้อง 2 ครั้ง ครั้งแรกทำการวัดอุณหภูมิห้องที่ 30 องศาเซลเซียส ครั้งที่ 2 ทำการวัดที่อุณหภูมิห้องที่ 25 องศาเซลเซียส โดยเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากชุดวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นที่สามารถแสดงผลทั้งในรูปแบบตัวเลขที่เครื่องวัด และมีการแสดงผลในรูปแบบกราฟบนคอมพิวเตอร์ กับปรอทและเครื่องวัดอุณหภูมิยี่ห้อ DALTA รุ่น DTB4848

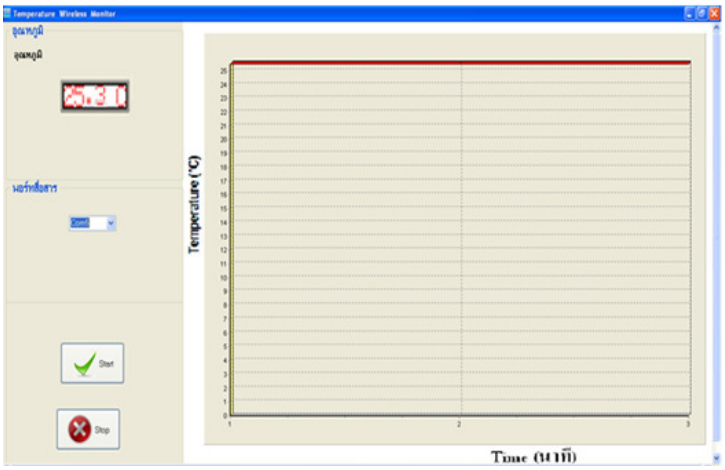
4. ผลการทดสอบ

ผลการทดลองวัดอุณหภูมิภายในห้องสี่เหลี่ยมขนาด 8x8 เมตร ตามลักษณะที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 3 ดังมีผลการทดลองเป็นไปตามตารางที่ 1 และรูปภาพที่ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการทดลองชุดวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้น กับปรอทวัดอุณหภูมิและเครื่องวัดอุณหภูมิยี่ห้อ DALTA รุ่น DTB4848

รูปแบบการวางตัวตรวจวัดอุณหภูมิ	ครั้งที่	ค่าอุณหภูมิที่ได้จากปรอทวัดอุณหภูมิ(°C)			ค่าอุณหภูมิที่ได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิ DALTA รุ่น DTB4848 (°C)			ค่าอุณหภูมิที่ได้จากชุดวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้น (°C)
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	
แบบที่ 1	1	30	29	29	29.4	29.3	29.4	29.3
		$\bar{x}$ = 29.3			$\bar{x}$ = 29.3			
	2	25	26	26	25.6	25.1	25.8	25.6
		$\bar{x}$ = 25.6			$\bar{x}$ = 25.5			
แบบที่ 2	1	29	29	29	28.8	29.3	29.4	29
		$\bar{x}$ = 29			$\bar{x}$ = 29.1			
	2	25	26	26	25.5	25.4	26.2	25.6
		$\bar{x}$ = 25.6			$\bar{x}$ = 25.7			
แบบที่ 3	1	29	27	29	28.5	28.2	28.5	28.3
		$\bar{x}$ = 28.3			$\bar{x}$ = 28.4			
	2	26	25	26	25.5	25.1	25.5	25.3
		$\bar{x}$ = 25.6			$\bar{x}$ = 25.3			

หมายเหตุ $\bar{x}$ คือค่าเฉลี่ย



รูปภาพที่ 5 ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จอแสดงผลแอลซีดีของชุดวัดอุณหภูมิและค่าที่แสดงบนคอมพิวเตอร์

จากตารางที่ 1 และรูปภาพที่ 5 พบว่าค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จอแสดงผลแอลซีดีของชุดวัดอุณหภูมิและค่าที่แสดงบนคอมพิวเตอร์ มีค่าใกล้เคียงกันกับค่าที่อ่านได้จากปรอทและชุดวัดอุณหภูมิ DALTA รุ่น DTB4848 ถึงแม้ว่าค่าอุณหภูมิที่ได้จะผิดพลาดจากค่าที่กำหนดไว้จากเครื่องปรับอากาศ ทั้งนี้สาเหตุอาจเนื่องมาจากภายในห้องมีอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอและการวางตำแหน่งเซ็นเซอร์ของชุดวัดอุณหภูมิที่ต่างกัน เช่น จุดที่ติดเซ็นเซอร์ตรงกับทิศทางการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ทำให้อุณหภูมิ ณ ตำแหน่งนั้นมีค่าต่ำกว่าตำแหน่งที่ไม่ตรงกับทิศทางการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น นอกจากนี้รูปแบบการรับส่งทั้ง 3 ลักษณะที่ทำการทดลองไม่ส่งผลกระทบต่อการรับส่งข้อมูล ซึ่งชุดวัดอุณหภูมิแบบไร้สายที่สร้างขึ้นยังสามารถทำงานได้ตามเป้าหมายทุกประการ

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอการสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับการวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย ซึ่งมีการวัดอุณหภูมิผ่านตัวตรวจวัดอุณหภูมิ DS18B20 จำนวน 3 ตัว โดยมีการควบคุมการทำงานและหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิจากตัวตรวจวัดอุณหภูมิทั้ง 3 ตัว ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F8722 พร้อมแสดงผลบนจอแอลซีดี จากนั้นส่งค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้ผ่านมอดูลการสื่อสารแบบไร้สาย XBee Pro เพื่อไปแสดงผลและบันทึกผลบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในการทดสอบเครื่องต้นแบบกระทำภายในห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 8x8 เมตร โดยการติดตั้งตัวตรวจวัดอุณหภูมิ DS18B20 บนผนังห้องด้วยระยะห่างแต่ละจุดไม่น้อยกว่า 4 เมตรและไม่เกิน 8 เมตร ภายใต้เงื่อนไขการรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย 3 ลักษณะ กล่าวคือ ลักษณะแรก ตัวรับและตัวส่งอยู่ภายในห้องเดียวกัน ลักษณะที่สอง ตัวรับอยู่ห่างจากตัวส่งเป็นระยะทางไม่ต่ำกว่า 10 เมตร ภายในชั้นเดียวกัน และลักษณะสุดท้าย ตัวรับและตัวส่งอยู่ห่างกันหนึ่งชั้น ภายในอาคารเดียวกัน ทั้งนี้จากการทดลองเครื่องต้นแบบพบว่าค่าอุณหภูมิที่ได้จากเครื่องต้นแบบในสภาพการรับส่งข้อมูลทั้ง 3 ลักษณะมีความถูกต้องแม่นยำในระดับที่น่าพอใจ โดยผลการทำงานเฉลี่ยที่ได้มีความแตกต่างจากเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิที่มีขายในท้องตลาดยี่ห้อ DALTA รุ่น DTB4848 ไม่เกินร้อยละ 1 หากมีการทดลองนำไปพัฒนาปรับปรุงก็จะมีความสมบูรณ์มากขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานด้านอื่น ๆ ได้

6. เอกสารอ้างอิง

คู่มือการใช้งาน DS18B20 (datasheet). ค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2556 จาก http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/58557/DALLAS/DS18B20.html

ตรวจวัดอุณหภูมิด้วยดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ DS18B20. ค้นเมื่อ 9 กรกฎาคม 2556 จาก http://www.mind-tek.net/ds18b20.php

โปรแกรมใช้งานและตัวอย่าง ET-BASE PIC18F8722. ค้นเมื่อ 11 สิงหาคม 2556 จาก http://www.skpang.co.uk/catalog/images/microchip/docs/ET-BASE%208722%20ICD2%20ENG.pdf

Zigbee and Xbee BASIC ตอน Xbee คืออะไร. ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2556 จาก http://www.thaieasyelec.com/Embedded-Electronics-Application/what-is-xbee.html.