เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย

Temperature Measurement Using Wireless Sensing

เทพพิทัย กำเพ็ชร และ วิริยะ กองรัตน์

Theppithai Kampetch and Viriya Kongratana

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย มาพัฒนาเป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบไร้สาย โดยมีการรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นความถี่วิทยุ การทำงานตามมาตรฐานโปรโตคอล IEEE 802.15.4 ในย่านความถี่ 2.4 GHz ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F887 เป็นตัวควบคุมฟังชันก์การทำงานของอุปกรณ์ มีโมดูล MRF24J40MA ทำหน้าที่กำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลและกระจายสัญญาณแบบไร้สาย จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิในตำแหน่งต่าง ๆ แสดงค่าบนจอ LCD แบบเรียลไทม์ (Real Time) ทำงานระยะ 100 เมตร

คำสำคัญ : ระบบไร้สาย , ความถี่วิทยุ ,ไมโครคอนโทรลเลอร์ , โปรโตคอล 802.15.4 ,เซนเซอร์

Abstract

A temperatures measurement devices using wireless sensing has been developed. The wireless communication uses the standard, IEEE 802.15.4 protocol with radio frequency of 2.4GHz. The control board is controlled by the PIC microcontroller PIC16F887. The RF module MRF 2J440MA has been used as transmitting /receiving rate module setting. The wireless sensors are installed in many places display on LCD in the range of 100m. The measurement is actually, in real-time displayed

Keywords: Wireless Lan , Radio wave, Microcontroller, IEEE 802.15.4, Sensor

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมมีการเจริญเติบโต และพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว เพื่อให้ทันต่อการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค จากความก้าวหน้าและการเติบโตทางอุตสาหกรรม

E-mail : kampetch@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งผลต่อสภาวะที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะกระบวนการผลิต จากปัญหาดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิดการพัฒนาเครื่องมือวัดแบบไร้สาย [1] โดยการนำเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 หรือเรียกว่า Zigbee ย่านความถี่ 2.4 GHz [2] เป็นขอบเขตงานวิจัย การสื่อสารแบบไร้สายรูปแบบนี้มีอัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ ราคาถูก ทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดี แนวโน้มในอนาคตคาดว่าอุปกรณ์ควบคุมแบบไร้สาย จะมีการแข่งขันเชิงพาณิชย์เพิ่มมากขึ้น เครื่องมือประกอบด้วยอุปกรณ์การวัด (Temperature sensor) [3] อุณหภูมิที่มีจุดรับ ส่งข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless) ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานอุปกรณ์แบบเรียลไทม์ (Real Time) [4] แล้วส่งข้อมูลมาแสดงผลบนจอแอลซีดี (LCD) ทำให้ทราบอุณหภูมิในบริเวณดังกล่าว ผลที่ได้นำมาวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้อ้างอิงต่อข้อมูลงานวิจัยต่อไป

1.1 เซนเซอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณกายภาพให้กลายเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เช่น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ประเภทเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) เปลี่ยนอุณหภูมิให้เป็นความต่างศักย์ไฟฟ้า การตรวจวัดอุณหภูมิใช้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล [3,5-7]

1.2 Zigbee คือระบบสื่อสารไร้สาย (Wireless Telecommunication) ที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำราคาถูก เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่า (Wireless Sensor Network)ได้ [1] ระบบนี้สามารถทำงานในร่ม กลางแจ้ง ทนแดด ทนฝนและอยู่ได้ด้วยแบตเตอรี่ก้อนเล็ก (เช่นถ่าน AA 2 ก้อน) อาจนานหลายเดือนได้ ย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานกำหนดไว้ 3 ย่านความถี่คือ [2]

1.ย่านความถี่ 2.4 GHz มี 16 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 250 Kbps

2.ย่านความถี่ 915 GHz มี 10 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 40 Kbps

3.ย่านความถี่ 868 GHz มี 1 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 20 Kbps

Zigbee ถูกสร้างขึ้นในการทำระบบเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล (WPAN) ภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.15.4 [2]โดยมาตรฐานนี้ใช้สำหรับการสื่อสารความเร็วต่ำ ใช้กำลังไฟฟ้าน้อย อุปกรณ์ราคาถูก และมีคุณสมบัติการจัดการตัวเองได้[2] เป็นเทคโนโลยีไร้สายที่ร่วมกันสื่อสารข้อมูลผ่านเซ็นเซอร์ขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ฝังอยู่ตามส่วนต่างๆ ในอาคาร สำนักงาน โรงงานหรือแม้แต่ในบ้าน การทำงานเป็นการรับส่งสัญญาณข้อมูล ผ่านชิปขนาดเล็กแบบจุดต่อจุดไปเรื่อยๆจนถึงปลายทาง ข้อมูลที่ได้อาจจะเป็นการวัดอุณหภูมิการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตจับปริมาณมลพิษในอากาศ ปริมาณน้ำ ท่อแก๊ส โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์หรือแบตเตอรี่ขนาดเล็กที่กินไฟน้อย [1]

1.3 ชนิดอุปกรณ์ของมีอยู่ 2 ชนิดคือ

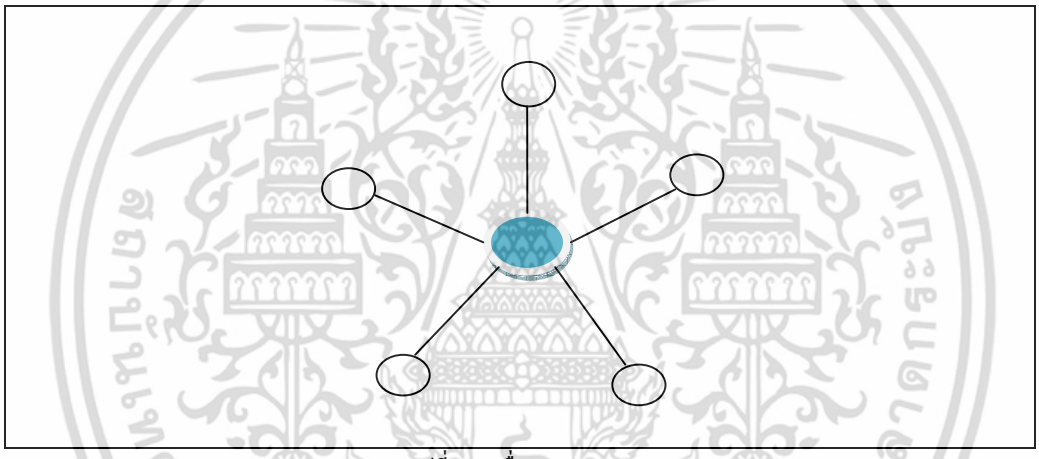
1. Physical Device
2. Logical Device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

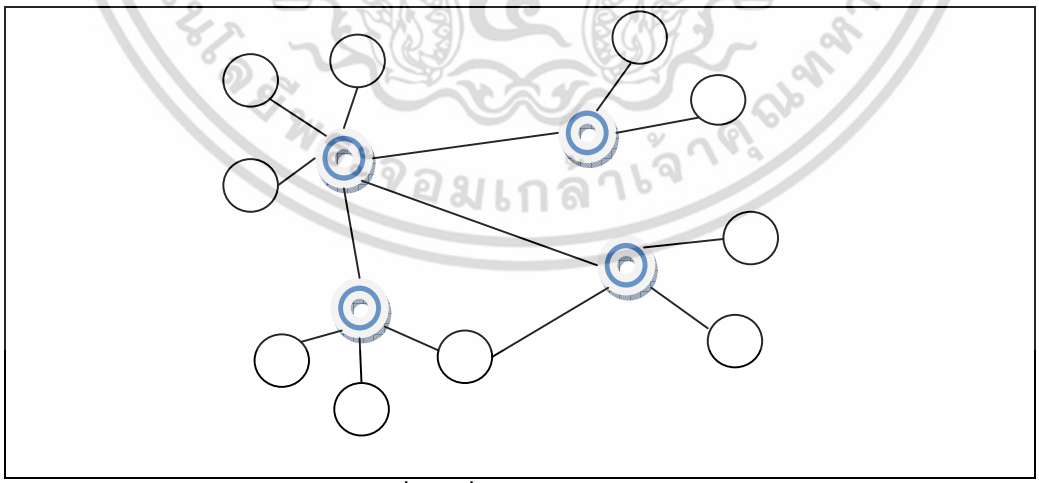
แบบ Physical Device มี 2 ประเภท คือ

1.Full Function Device : FFD เป็นเราเตอร์ (Router) ที่เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆ ใช้พลังงานจากสายส่งกำลังไฟฟ้า (Power line) ทำงานได้ในทุก ๆ โครงสร้างเครือข่าย (Topology) และสามารถทำเป็นจุดเชื่อมต่อกันได้

2.Reduced Function Device : RFD เหมาะแก่การเชื่อมต่อภายในเครือข่ายใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลจากอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ ทำได้ง่ายในเครือข่ายที่เป็นแบบดาว (star) รูแบบเครือข่ายตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบดาวและแบบตาข่าย (Peer-Peer) ร่างแห [8] ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2

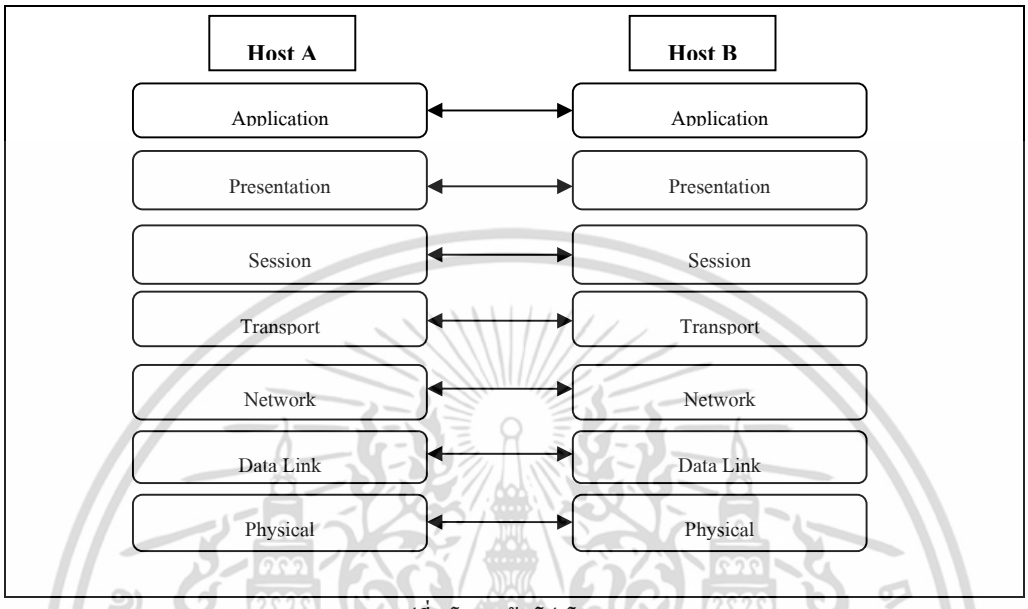


รูปที่ 1 การสื่อสารแบบดาว



รูปที่ 2 การสื่อสารแบบตาข่ายร่างแห

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 โครงสร้างโปรโตคอล

1.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรโตคอล (Protocol) [9]

โมเดลนี้ได้ถูกแบ่งย่อยออกเป็น 7 ชั้นอันได้แก่ Application, Presentation, Session, Transportation, Network, Data Link และ Physical ตามลำดับจากบนลงล่าง อธิบายได้ดังนี้

1.ชั้นประยุกต์ (Application Layer) ชั้นที่เจ็ดเป็นชั้นที่อยู่ใกล้ผู้ใช้มากที่สุดและเป็นชั้นที่ทำงานส่งและรับข้อมูลโดยตรงกับผู้ใช้ ตัวอย่างเช่น ซอร์ฟแวร์โปรแกรม ต่างๆที่อาศัยอยู่บนเลเยอร์นี้

2.ชั้นแสดงผล (Presentation Layer) ชั้นที่หกทำหน้าที่รับผิดชอบเรื่องรูปแบบของการแสดงผลเพื่อโปรแกรมต่างๆที่ใช้งานระบบเครือข่ายทำให้ทราบว่าข้อมูลที่ได้เป็นประเภทใด เช่น รูปภาพ เอกสารไฟล์ วีดีโอ

3.ชั้นจัดแบ่งข้อมูล (Session Layer) ชั้นที่ห้าทำหน้าที่ในการจัดการกับเซสชั่นของโปรแกรม ชั้นนี้เองที่ทำให้ในหนึ่งโปรแกรมยกตัวอย่างเช่น โปรแกรมค้นดูเว็บ (Web browser) สามารถทำงานติดต่ออินเทอร์เน็ตได้พร้อมๆกันหลายหน้าต่าง

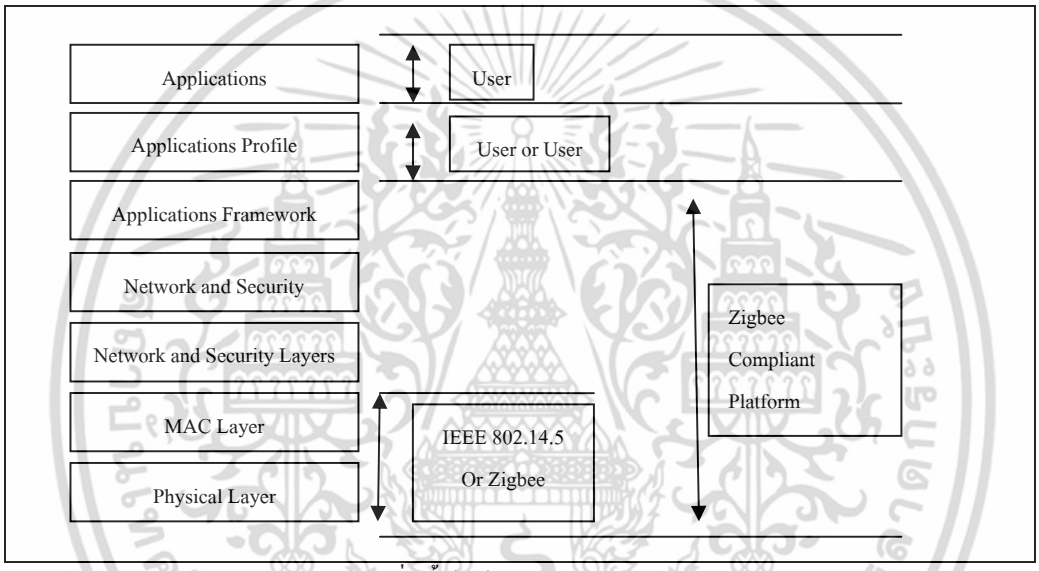
4.ชั้นแลกเปลี่ยนข้อมูล (Transport Layer) ชั้นที่สี่ทำหน้าที่ดูแลจัดการเรื่องของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการสื่อสาร ซึ่งการตรวจสอบความผิดพลาดนั้นจะพิจารณาจากข้อมูลส่วนที่เรียกว่า checksum และอาจมีการแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นๆ โดยพิจารณาจากฝั่งต้นทางกับฝั่งปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ชั้นเครือข่าย (Network Layer) ชั้นที่สามจะจัดการการติดต่อสื่อสารข้ามเน็ตเวิร์ค ซึ่งเป็นการทำงานติดต่อข้ามเน็ตเวิร์คแทนชั้นอื่นๆที่อยู่ข้างบน

6. ชั้นเชื่อมต่อข้อมูล (Data Link Layer) ชั้นที่สองนี้ทำหน้าที่จัดเตรียมข้อมูลที่จะส่งผ่านไปบนสื่อตัวกลาง

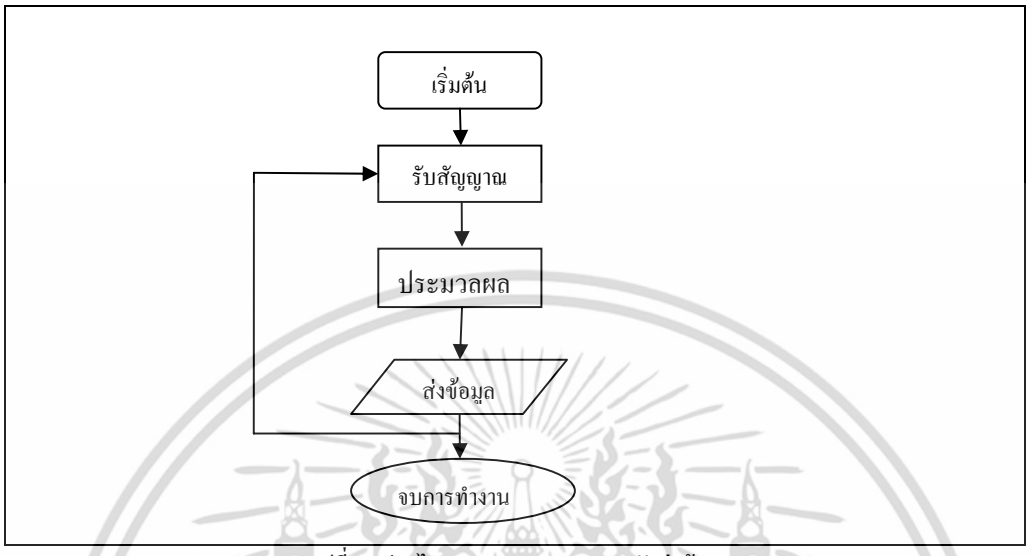
7.ชั้นกายภาพ (Physical Layer) เป็นชั้นแรกของสื่อที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งอาจจะเป็นทั้งแบบที่ใช้สายหรือไม่ใช้สาย



รูปที่ 4 ชั้นโปรโตคอลการรับส่งข้อมูล

รูปที่ 4 ชั้นโปรโตคอลการรับส่งข้อมูลความถี่การรับ-ส่งข้อมูลตามมาตรฐาน การเลือกใช้งานแต่ละย่านความถี่นั้นควรเป็นไปตามลักษณะและความเหมาะสมต่อการใช้งาน โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้มาตรฐาน IEEE 802.15.4 หรือเรียกว่า Zigbee ความถี่ 2.4 GHz มี 16 ช่องสัญญาณ อัตราการรับส่งข้อมูล 250 Kbps [2] ซึ่งเป็นย่านการสื่อสารระยะใกล้ที่เน้นการใช้พลังงานต่ำและทนต่อสภาพสัญญาณการรบกวนสูง ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับการติดต่อกับเซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ ส่งข้อมูลไปยังเครื่องเซนเซอร์ที่ต้องการและสามารถเพิ่มจำนวนอุปกรณ์เซนเซอร์ให้มากขึ้นได้ [3]

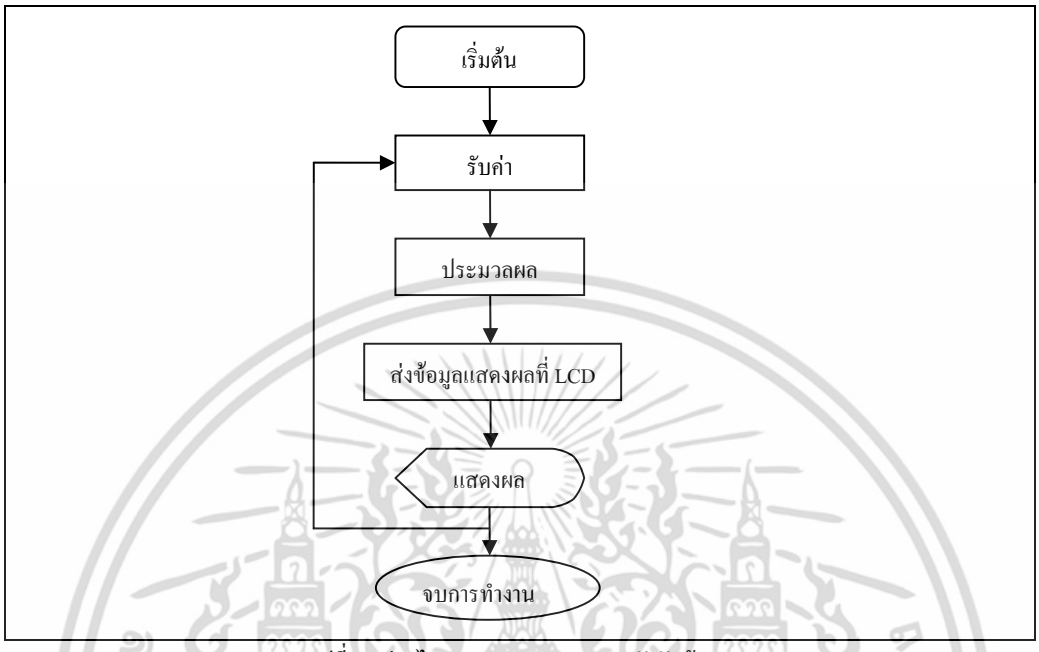
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของตัวส่งข้อมูล

จากรูปที่ 5 แสดงการทำงานของตัวส่งข้อมูลมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ [3] ทำหน้าที่รับค่าในบริเวณที่สนใจ เซนเซอร์รับค่ามาค่าที่ได้เป็นสัญญาณอนาล็อก ข้อมูลที่ได้รับนั้นต้องมีการปรับแต่งชนิดของสัญญาณให้เป็นแบบดิจิตอล [3, 5-6] เพื่อให้ง่ายในการติดต่อสื่อสารและความสะดวกต่อผู้ใช้เอง สัญญาณอนาล็อกนี้จะถูกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ [4] โดยมีหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์โดยการกำหนดฟังชันก์การทำงานด้วยการเขียนโปรแกรมและประมวลผลการสัญญาณ [6] ไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อได้รับข้อมูลจากโมดูลตัวส่งสัญญาณแบบไร้สาย ข้อมูลจะถูกแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นแบบดิจิตอล [3, 5-6] เมื่อข้อมูลที่ได้รับการปรับแต่งสัญญาณ ข้อมูลจะถูกส่งต่อไปยังโมดูลตัวรับต่อไป

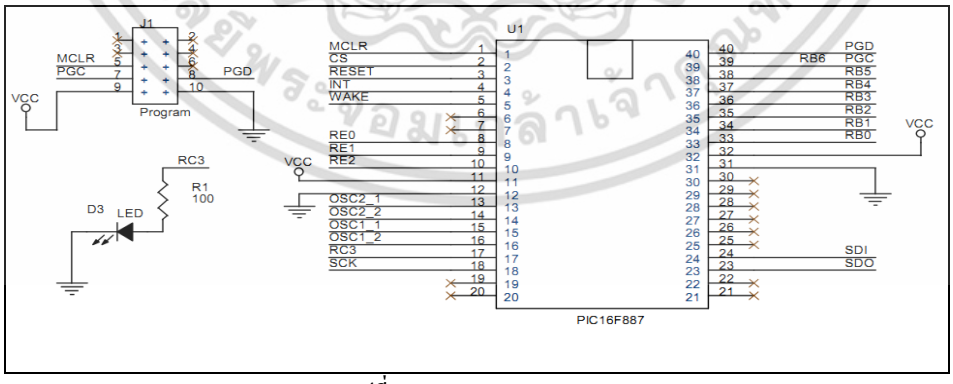
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของตัวรับข้อมูล

จากรูปที่ 6 บล็อคไดอะแกรมการทำงานของตัวรับข้อมูล การทำงานของตัวรับสัญญาณแบบไร้สายจะถูกกระตุ้นการรับสัญญาณด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ [3] เมื่อสัญญาณถูกส่งจะถูกประมวลผลสัญญาณด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงค่าจากสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล [4] ข้อมูลที่ถูกแปลงจะถูกส่งต่อไปยังจอแสดงผล เมื่อได้รับข้อมูลจากการแปลงจอแสดงผลจะแสดงค่าอุณหภูมินั้นแบบเรียลไทม์ (Real time)

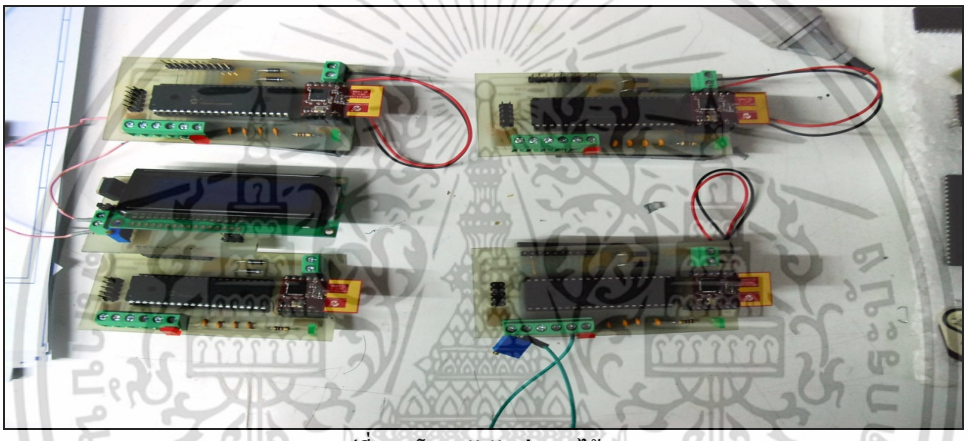
วงจรควบคุมการทำงาน



รูปที่ 7 วงจรควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 7 เป็นวงจรควบคุมการทำงานของโมดูลตัวรับและโมดูลตัวส่งสัญญาณแบบไร้สาย ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC16F887 [4] ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมและกำหนดฟังก์ชั่นการทำงาน ซึ่งมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับงาน มีทรัพยากรให้เลือกใช้ที่มาก และมีโมดูลฟังก์ชั่นพิเศษเพื่อให้โมดูลที่ออกแบบขึ้นมีความเหมาะสมกับงาน จากวงจรได้เลือกใช้พอร์ตการทำงานคือ RB 0-5 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิตอล ที่ได้จากโมดูลส่งสัญญาณแบบไร้สาย มีออสซิลเลเตอร์ (OSC) กำหนดความถี่การรับส่งข้อมูลอินพุต เอาท์พุตแบบอนุกรม ใช้พอร์ต MCLR ทำหน้าที่เซตค่าสัญญาณให้มีการเริ่มต้นการทำงานใหม่ได้ [4]



รูปที่ 8 ชุดโมดูลตัวรับ ส่งแบบไร้สาย

จากรูปที่ 8 เป็นชุดโมดูลตัวรับ ส่งแบบสัญญาณแบบไร้สายที่ใช้ในงานวิจัย รูปซ้ายมือล่างเป็นโมดูลตัวรับสัญญาณอุณหภูมิแบบไร้สายในตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทำการวัด แสดงค่าของอุณหภูมิบนผ่านจอแอลซีดี (LCD) และโมดูลอีก 3 ตัวที่ไม่ได้ทำการติดตั้งจอแอลซีดี (LCD) คือโมดูลตัวส่งสัญญาณแบบไร้สายค่าที่ได้จากโมดูลตัวส่งสัญญาณจะทำการแสดงค่าอุณหภูมิบนจอแอลซีดี (LCD) [4]

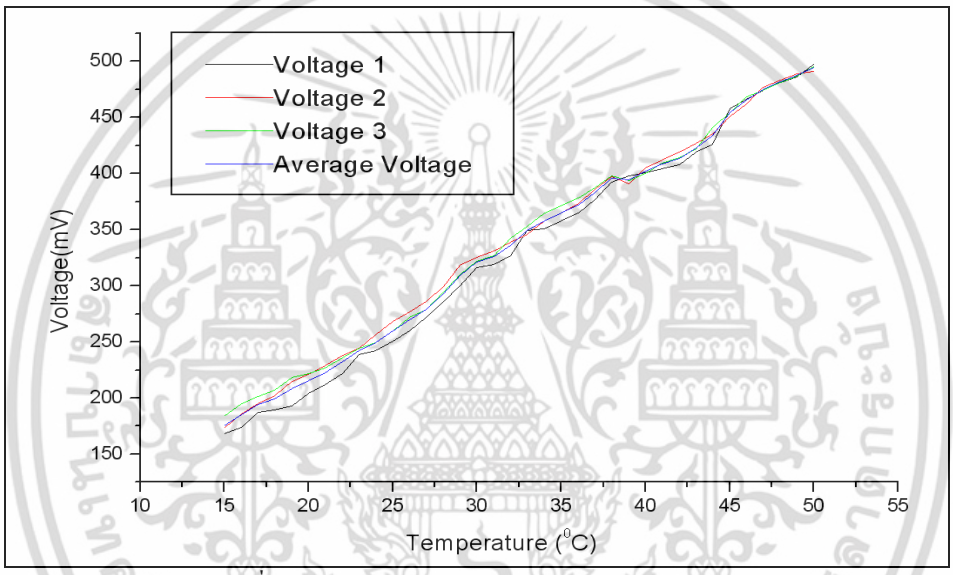
2.วิธีการทดลอง

2.1 สอบเทียบอุณหภูมิ

การทดลองวัดค่าอุณหภูมินั้น ต่างมีตัวแปรที่ต้องคำนึงถึงที่เข้ามาเกี่ยวข้องนี้จะรบกวนต่อกระบวนการการรับส่งข้อมูล ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลจากการวัดมีความน่าเชื่อถือจึงมีการสอบเทียบเครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน จึงได้นำมิเตอร์ของบริษัท Fluke มาเป็นเครื่องมือในการสอบเทียบกับมิเตอร์ทั่วไปข้อมูลจากการสอบเทียบมีน่าเชื่อถือและมีความเที่ยงตรง [3] การทดลองพบว่าผลของอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากมิเตอร์นั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน การสอบเทียบวัดค่าอุณหภูมิปฏิบัติโดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (LM 35) เป็นตัววัดค่าอุณหภูมิที่ออกมา [3,7] มิเตอร์ที่เลือกใช้เป็นมิเตอร์ของบริษัท Fluke เทียบกับมิเตอร์ทั่วไปเพื่อเทียบค่าอุณหภูมิจากมิเตอร์[6] ผลที่ได้คือค่าอุณหภูมิกับค่าเอาท์พุตของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ [3] โดยนำมาข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบไร้สายที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบและสร้างเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบไร้สายนี้ขึ้นมาเพื่อทำวิจัยการรับส่งสัญญาณแบบไร้สายข้อมูลที่เป็นได้เป็นแบบเรียลไทม์ (Real Time) [4]



รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ความต่างศักย์ไฟฟ้ากับค่าอุณหภูมิ

จากรูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ทางไฟฟ้ากับอุณหภูมิเพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือ [3] ของข้อมูลโดยวัดค่าอุณหภูมิเพื่อหาค่าเฉลี่ยและนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความเป็นเชิงเส้น (Linear regression) จากการวัดค่าของอุณหภูมิ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลพบว่าค่าจากการทดลองเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยนั้นมีความค่าที่ใกล้เคียงกัน [3] เนื่องจากข้อมูลการประมวลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการเขียนโปรแกรมลงไปในชิป [4] ทำการเซตค่าภายในให้ค่าจากการประมวลผลมีความรวดเร็วและความละเอียดที่ใกล้เคียงกับค่ามิเตอร์มาตรฐาน ผลจากการทดลองพบว่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้สูงขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 รับ-ส่งค่าข้อมูล

การรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สาย (ครั้ง)																			
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ	ส่ง	รับ
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 1 การรับ-ส่งตัวเลขแบบไร้สาย

3.ผลการทดลอง และวิจารณ์

ในการทดสอบการทำงานของระบบเป็นการรับ-ส่งข้อมูลแบบตัวเลขแบบไร้สาย [10] ที่เวลา 500 ms ในระยะ 15 เมตร พบว่าการทำงานส่วนต่างๆ คือการทำงานส่วนวัดอุณหภูมิรับ-ส่งข้อมูล เมื่อทำการทดลองวัดค่าของอุณหภูมิ ช่วงอุณหภูมิ 15°C ถึง 50°C เพื่อหาค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้า [6] นำค่าที่ได้พล็อตกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ทางไฟฟ้ากับอุณหภูมิ พบว่าความต่างศักย์แปรผันตรงกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ความสัมพันธ์ที่ได้เป็นแบบเชิงเส้น [3] การทดลองรับ-ส่งข้อมูลของอุณหภูมิ ค่าที่ได้เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานที่ทำการสอบเทียบไว้ค่าที่ได้นั้นใกล้เคียงกันดังรูปที่ 8 แต่การรับ-ส่งข้อมูลตัวเลข พบว่าเมื่อทำการส่งข้อมูลจากโมดูลตัวส่งไปยังตัวรับ ข้อมูลอาจเกิดการสูญหายระหว่างการเปลี่ยนชุดข้อมูลตามตารางที่ 1

ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สายนี้ ข้อดีคืออัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ [2] ราคาถูก สามารถทำงานในที่ร่ม กลางแจ้ง ทนแดด และทนฝนได้ มีอายุการใช้งานที่นานเนื่องจากใช้แบตเตอรี่ก้อนเล็ก ๆ ประหยัดต้นทุนในการเดินสายไฟที่ยาว และจุดที่ยากต่อการเข้าถึง แนวโน้มในอนาคตคาดการณ์ว่าอุปกรณ์ประเภทไร้สาย จะเข้ามามีบทบาทในทางอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวางการแข่งขันทางการตลาดแนวโน้มยิ่งสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.สรุปผลการทดลอง

การนำเครือข่ายไร้สายมาตาฐาน IEEE 802.15.4 [8] ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบไร้สายนี้มีการรับส่งสัญญาณแบบไร้สายนั้นก่อให้ให้เกิดประสิทธิภาพและเป็นประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้อย่างดี เพราะอุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญทางอุตสาหกรรม ที่มีเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาถ้าอุณหภูมิไม่เหมาะสมกับการบวนการผลิตผลที่ได้จะส่งผลเสียต่อสายการผลิต ดังนั้นจึงสามารถใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สายนี้ เพื่อดูค่าอุณหภูมิให้เหมาะสม [3,7]

การส่งสัญญาณแบบไร้สายที่พัฒนาขึ้นนี้การรับ-ส่งข้อมูลทำงานได้ภายในโมดูลตัวเดียวกัน ผู้ทำการทดลองกำหนดโมดูลตัวรับ-ตัวส่งได้เอง โดยการย้ายตัวแสดงผลหรือจอ LCD มาเชื่อมต่อเข้ากับโมดูลอีกตัว โมดูลนั้นก็จะเป็นตัวรับได้เลย การรับส่งข้อมูลอุณหภูมิทำได้ถูกต้องเมื่อนำข้อมูลจากการทดลองนำมาสอบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ [4]

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงละประสบความสำเร็จไปได้ดี คณะวิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์วิชิต ศิริโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา สำหรับข้อมูลงานวิจัย และอาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Yick, J., 2008. Wireless sensor network survey. *Computer Networks*, 52, 2292-2330.

[2] Eady,F., 2007. Hands-on Zigbee Implementing 802.15.4 with Microcontroller. 1st Elevier.Oxford UK.

[3] วิศรุต ศรีรัตนะ, 2550. เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 1, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ. [Wissarut Srirattana, 2007. Sensor and Transducer in Industrial, 1st ed.Se-Ed Education. Bangkok. (in Thai)]

[4] นคร ภักดีชาติ และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, 2537. การทดลองใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. PIC16F887 ด้วยโปรแกรมภาษาซี, พิมพ์ครั้งที่ 1, อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเม้นต์, กรุงเทพฯ. [Nakorn Pukdeechat and Chaiwat Limpornjitvilai, 1994. Microcontroller in Experiment. PIC16F887 with C Programming Language. 1st ed. Innovative Experiment,Bangkok. (In Thai)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[5] ชัยบูรณ์ กังสเจียรณ์, 2547. การวัดและเครื่องมือวัด, พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพฯ. [Chaiboon Kunksajain, 2004. Measurement and Instrumentation, 1st ed.Mahanakorn University, Bangkok (in Thai)]

[6] สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์, 2552. หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 24, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ. [Somsak Kiratiwutthised, 2009. Principle and Using Instrumentation Industry, 24th ed.TPA Publisher. Bangkok. (in Thai)]

[7] ทวิช ชูเมือง, 2549. การออกแบบระบบเครื่องมือวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม เล่มที่ 2, พิมพ์ครั้งที่ 1, ดวงกมลสมัย, กรุงเทพฯ. [Tawich Chumuang, 2006. Instrument Engineering and Selection (2), 1st ed. D.K.Today. Bangkok. (in Thai)]

[8] Huircán, J.I., 2010. ZigBee-based wireless sensor network localization for cattle monitoring in grazing fields. *Computers and Electronics in Agriculture,* 74, 258–264.

[9] Karl, H. and Willing, A., 2005. Protocol and Architechtures for Wireless Sensor Networks. 1st ed. Wiley. Chichester England.

[10] Mccune, E., 2010. Practical Digital Wireless Signal. 1st ed. Cambridge University Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้