

การพัฒนาเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นทุนต่ำ สำหรับงานสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์*

Low Cost Temperature and Humidity Monitoring Development for Industrial Hygiene and Safety Affair Teerayut Sa-ngiamsak*

ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
Department of Industrial Hygiene and safety, Faculty of Public Health, Burapha University, Amphur Meaung, Chonburi 20131

*Corresponding Author. E-mail address: teerayut@buu.ac.th

Received 27 June 2011; accepted 2 February 2012

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานและประดิษฐ์เครื่องมือตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สำหรับงานสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัยและสามารถแสดงผลบนคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังสุขภาพของแรงงานอันเนื่องมาจากความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่เหมาะสม ในราคาที่ไม่แพง เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันจากต่างประเทศ โดยประกอบด้วยโครงสร้างการทำงานที่สำคัญ ดังนี้ ระบบเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (SHT11) ระบบฐานเวลาจริง (DS1307) ระบบแสดงผลบนหน้าจอ LCD (Liquid Crystal Display 16x2) ระบบแสดงผลและบันทึกบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมแบบ RS232 (Visual Basic 2008) และระบบประมวลผลกลาง (P89V51RD2) ผลการทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงในการใช้งานเปรียบเทียบกับเครื่องรุ่น Testo 608-H1 พบว่าในส่วนของคุณภูมิ หน่วยเป็น °C มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 2.9 และในส่วนของคุณชื้นสัมพัทธ์ หน่วย %RH (Relative Humidity) มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ไม่สูงมากนัก

สำหรับต้นทุนโดยประมาณในการพัฒนาเครื่องต้นแบบ เท่ากับ 1,800 บาท ซึ่งราคาต่ำกว่าถูกกว่าเครื่องมือที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ประมาณ 80% ดังนั้น จะเห็นได้ว่าหากมีการนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์จะสามารถช่วยลดการขาดดุลทางการค้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของคุณผลิตภัณฑ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เป็นอย่างมาก

คำสำคัญ: เครื่องตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (SHT11) เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (SHT11)

Abstract

This research aims to study function and develop the equipment for measure and record temperature and humidity for industrial hygiene and safety Affair that can be displayed on the computer for monitoring health of workers due to an inappropriate heat and humidity in workplace with lower cost compared to similar performance equipment imported from foreign country. The major components consist following. Temperature and relative humidity measuring sensor system (SHT11), Real time clock system (DS1307), Display screen system LCD (16x2), Display and save in computer screen via serial port RS232 (Visual Basic 2008) and Central processing unit system (P89V51RD2). Accuracy and precision testing result compare to equipment model Testo 608-H1 appear the average error percentage of temperature in °C is 2.9 and the average error percentage of Humidity in % RH is 2.0 which are not pretty high.

For an estimated cost of this prototype is 1800 baht that cheaper than the similar performance equipment imported from foreign country about 80%, So obviously if this prototype will be more developed in the future in term of commercial product, It would so much help to reduce commercial deficit particularly in the science and technology affair.

Keywords: Temperature and Humidity Monitoring (SHT11), Temperature and Humidity Data Acquisition (SHT11)

บทนำ

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจของประเทศไทยได้มีความเจริญรุดหน้าไปเป็นอันมาก จะเห็นได้จากการลงทุนของนักลงทุนทั้งไทยและต่างประเทศ ทำให้มีการจ้างงานในหลายๆ ภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรมที่สร้างงานและสร้างรายได้อันมหาศาลให้กับประชาชนและประเทศชาติ และสืบเนื่องมาจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นจึงทำให้มีสภาพ

อากาศที่ร้อนและความชื้นสูงเกือบตลอดทั้งปี ซึ่งการทำงานในสถานที่ที่มีความร้อนสูงและความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่เหมาะสมนั้น จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถรักษาสมาดุลของความร้อนภายในร่างกายได้ ซึ่งสามารถเป็นสาเหตุใหญ่ของผู้ปฏิบัติงานรู้สึกไม่สบายตัว ไม่มีสมาธิในการทำงาน เกิดความอ่อนเพลีย (Heat Exhaustion) ผื่นตามผิวหนัง (Skin Rash) เป็นตะคริว (Heat cramp) (Jakreng et al., 2011) เป็นลมเนื่องจากความร้อนในร่างกายสูง (Heat stroke) (Roccatto et al., 2010) ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุให้เกิด

ความผิดพลาดในการปฏิบัติงานอันอาจนำมาสู่ความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินได้ (อนามัย, 2553)

การที่จะหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดเหตุการณ์เช่นนี้ขึ้นมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสมหรือใช้วิธีการบริหารจัดการ มีการหมุนเวียนคนงานในการทำงานเพื่อลดระยะเวลาในการสัมผัสความร้อนหรือการใช้วิธีการควบคุมทางวิศวกรรม เช่น ติดตั้งแผ่นกั้นความร้อนหรือติดตั้งระบบระบายอากาศที่เหมาะสมเพื่อลดระดับความร้อนของอุณหภูมิและปรับระดับความชื้นสัมพัทธ์ให้เหมาะสมในสถานที่ทำงาน (อนามัย, 2553) แต่การที่จะควบคุมระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้นั้นจะต้องมีเครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งสามารถบันทึกระดับของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อที่จะสามารถนำมาตรวจสอบและวิเคราะห์ระดับของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการควบคุมและดำเนินการกับสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่เหมาะสมนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นการเฝ้าระวังปัญหาเหล่านี้ไม่ให้เกิดขึ้นอีกในอนาคตวิธีหนึ่งที่จะสามารถตรวจวัดและเฝ้าระวังอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไม่ให้เกินขีดจำกัดความสบายของมนุษย์ก็คือการใช้เครื่องมือตรวจวัดระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยสามารถบันทึกและแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นเครื่องมือที่ต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง ดังนั้น ถ้าหากสามารถผลิตเครื่องมือลักษณะนี้ได้เองด้วยงบประมาณที่ไม่แพง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้หน่วยประมวลผลกลาง คือ P89V51RD2 และใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ คือ SHT11 ซึ่งจะสามารถ

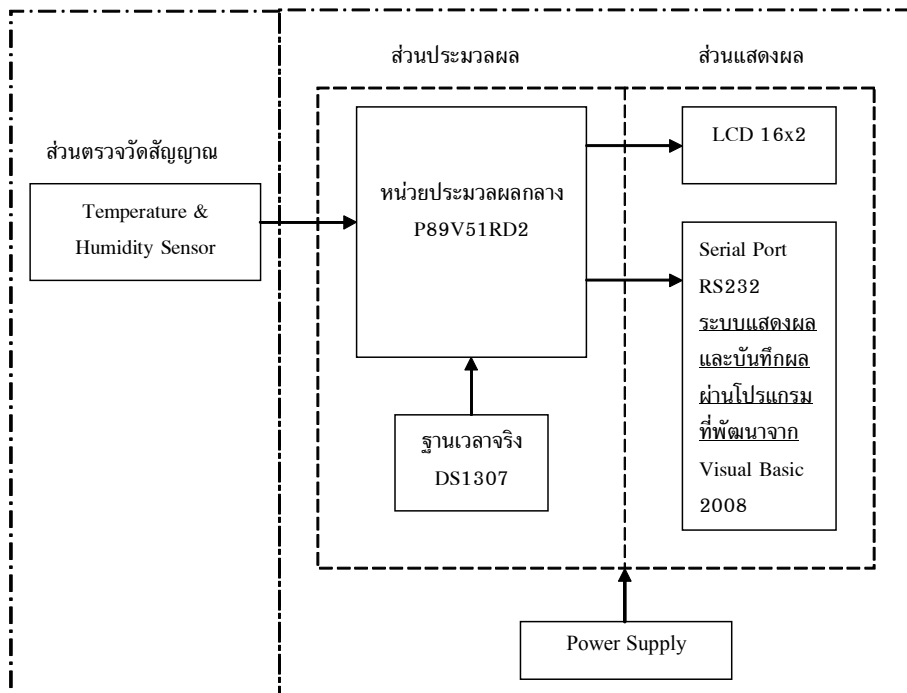
นำไปใช้ในการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมในการทำงานเนื่องจากความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ไม่เหมาะสม และจะเป็นการประหยัดงบประมาณได้เป็นจำนวนมากช่วยให้ประเทศไทยไม่เสียดุลการค้าระหว่างประเทศ

วิธีดำเนินงาน

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาและศึกษาการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 ของบริษัท Philip โดยเขียนโปรแกรมควบคุมโดยใช้ภาษา C และการเชื่อมต่อผ่านคอมพิวเตอร์ด้วยสายสัญญาณ RS232 โดยประมวลผลและแสดงผลข้อมูลด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ Visual basic 2008 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานที่สำคัญอยู่ 3 ส่วน คือ ส่วนตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ส่วนของระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และส่วนแสดงผลและบันทึกผลผ่านโปรแกรมที่พัฒนาจาก Visual Basic 2008

1. การพัฒนาส่วนตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ส่วนตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นปริมาณทางกายภาพแล้วทำการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิทัลซึ่งเป็นปริมาณทางไฟฟ้าเพื่อที่จะส่งไปประมวลผลด้วยหน่วยประมวลผลกลางให้ออกมาเป็นค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการวัด โดยสามารถแสดงขั้นตอนและส่วนประกอบของการพัฒนาของงานวิจัยนี้ได้ดังรูปที่ 1



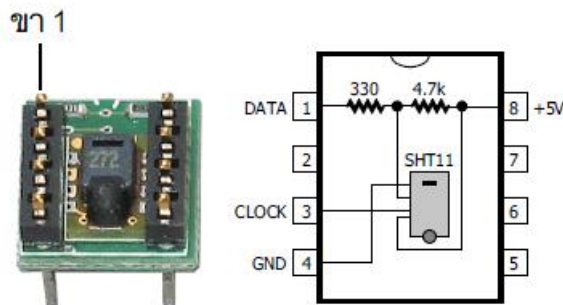
ระบบตรวจจับอุณหภูมิและ

ความชื้นสัมพัทธ์

ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ 1 ไดอะแกรมส่วนประกอบของเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นทุนต่ำสำหรับงานอุตสาหกรรมและความปลอดภัย

สำหรับ SHT11 เป็นโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากบริษัท Sensirion มีขนาดเล็ก ติดตั้งลงบนแผ่นวงจรพิมพ์และต่อคอนเน็กเตอร์ 8 ขา เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อวงจร โดยมีคุณสมบัติเด่น ดังนี้ มีเสถียรภาพสูง มีขนาดเล็กและกินพลังงานต่ำ สามารถทำงานในย่านที่มีแรงดันไฟเลี้ยง +2.4 ถึง +5.5V สามารถกำหนดความละเอียดของย่านการวัดได้ ลักษณะของ โมดูล SHT11 แสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะของโมดูล SHT11 และการจัดขานบนแผ่นวงจรพิมพ์

2. การพัฒนาส่วนของระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การพัฒนาระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 การพัฒนาส่วนจ่ายไฟ

ส่วนนี้จะทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทั้งระบบ ซึ่งใช้แรงดันไฟฟ้าขนาด +5V โดยมีอุปกรณ์หลักคือ ไอซี LM7805 ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก Battery ขนาด +9V ให้เหลือ +5 V

2.2 การพัฒนาส่วนสร้างฐานเวลาจริง

ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างฐานเวลาจริงให้กับระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลตั้งแต่ วินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือน และปี โดยมีอุปกรณ์หลัก คือ ไอซี DS1307 ซึ่งเป็นไอซีสร้างฐานเวลาจริงหรือที่เรียกว่ารีลไทม์คล็อก เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านระบบบัส I²C ไอซีสร้างฐานเวลาจริงตัวนี้ต้องการการต่อเข้ากับ Backup Battery ขนาด 3V เสมอเพื่อให้วงจรสร้างฐานเวลาจริงยังคงทำงานต่อไปได้ แม้จะไม่มีไฟเลี้ยงในวงจรแล้วก็ตาม

2.3 การพัฒนาส่วนประมวลผลกลาง

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากส่วนต่างๆ ทั้งส่วนตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และส่วนสร้างฐานเวลาจริง เพื่อทำการประมวลผลข้อมูลที่ต้องการผ่านทางโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นด้วยภาษา C โดยมีอุปกรณ์ที่สำคัญในส่วนนี้ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ P89V51RD2 ของบริษัท Philip ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ที่ได้รับความนิยมในการใช้งานตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน อีกทั้งยังมีราคาไม่สูงนักซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้

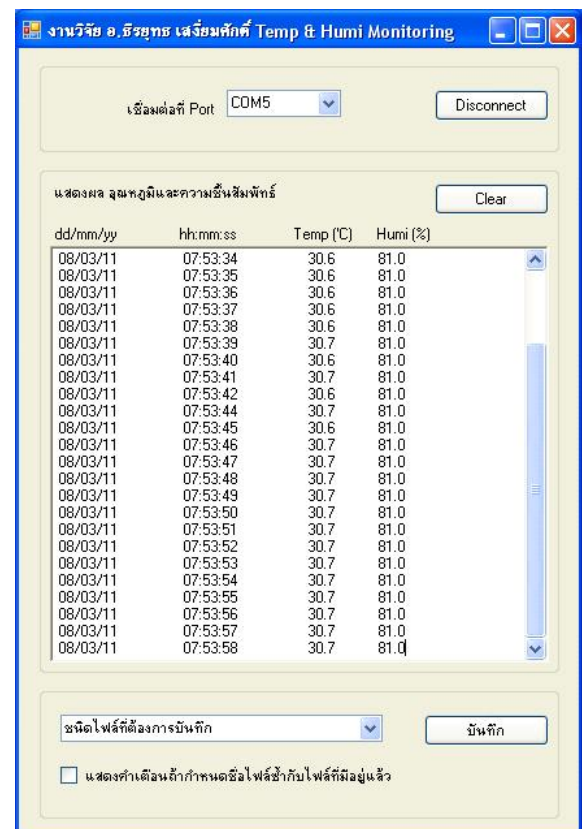
2.4 การพัฒนาส่วนแสดงผล

ส่วนนี้จะทำหน้าที่แสดงผลค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์พร้อมทั้งหน่วยของการวัดที่ได้จากการประมวลผลด้วยส่วนประมวลผลกลางโดยการแสดงผลผ่านทางหน้า

จอ LCD (Liquid Crystal Display) ขนาด 16x2 ตัวอักษร ซึ่งสามารถปรับความสว่างของหน้าจอได้โดยการปรับค่าความต้านทานชนิดปรับค่าได้ (Variable resistor) ขนาด 10kΩ

3. การพัฒนาส่วนแสดงผลและบันทึกผลผ่านโปรแกรมที่พัฒนาจาก Visual Basic 2008

ส่วนนี้จะทำหน้าที่แสดงผลและบันทึกผลค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รวมทั้งข้อมูล วินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือน และปี ที่ได้จากส่วนสร้างฐานเวลาจริง ตัวโปรแกรมมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3 โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3 โปรแกรมแสดงผลและบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

3.1 ส่วนเลือกพอร์ตเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS232 (Serial Port)

ในส่วนนี้ให้ผู้ใช้ในการเลือกพอร์ตของคอมพิวเตอร์ที่ใช้เชื่อมต่อกับตัวอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งอาจจะไม่ตรงกันเมื่อใช้เชื่อมต่อพอร์ตที่ต่างกัน หรือในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ที่ต่างกัน

3.2 ส่วนแสดงผลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ในส่วนนี้จะทำการแสดงผล วัน/เดือน/ปี ที่จะทำการบันทึกในช่องคอลัมน์ dd/mm/yy แสดงผล ชั่วโมง/นาที/วินาที ที่จะทำการบันทึกในช่องคอลัมน์ hh:mm:ss แสดงผล อุณหภูมิที่จะทำการบันทึกในช่องคอลัมน์ Temp (°C) หน่วยเป็นองศาเซลเซียส แสดงผลความชื้นสัมพัทธ์ที่จะทำการบันทึกในช่องคอลัมน์ Humi (%) หน่วยเป็น %

นอกจากนี้ยังมีส่วนที่เป็นปุ่ม Clear ซึ่งจะทำหน้าที่ลบหน้าจอในส่วนแสดงผลทั้งหมด โดยจะมีข้อความถามก่อนว่า “คุณต้องการลบข้อมูลหรือไม่?” ให้ตอบ Yes หรือ No ตามความต้องการ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการกดปุ่ม Clear เพื่อลบข้อมูลทั้งหมดโดยไม่ตั้งใจ

3.3 ส่วนบันทึกค่า

ในส่วนนี้เป็นส่วนบันทึกผลข้อมูลต่างๆ ที่แสดงผลในส่วนที่ 3.2 โดยสามารถเลือกชนิดของ File ที่ต้องการบันทึกได้สองแบบ คือ Text File (*.txt) และ Rich Text File (*.rtf) (แสดงผลใน Microsoft Word) นอกจากนี้แล้วยังมีช่องเลือกสำหรับแสดงค่าเตือนในกรณีที่กำหนดชื่อซ้ำกับ File ที่มีอยู่แล้วอีกด้วย จากนั้นก็กดปุ่มบันทึกเพื่อบันทึกค่าที่ต้องการ

ผลการวิจัย

เครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นทุ่นดำที่พัฒนาขึ้นนี้มีลักษณะและคุณสมบัติเด่นในหลายประการ ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพ

เครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่พัฒนาแล้วเสร็จ ตัวเครื่องมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้างประมาณ 90 mm. ยาวประมาณ 133 mm. หนาประมาณ 50 mm. และมีส่วนหัวยื่นออกมาเพื่อบรรจุตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเช่นกัน โดยมีความกว้างประมาณ 40 mm. ยาวประมาณ 54 mm. หนาประมาณ 25 mm. และมีน้ำหนักรวมประมาณ 350 กรัม ดังแสดงในรูปที่ 4

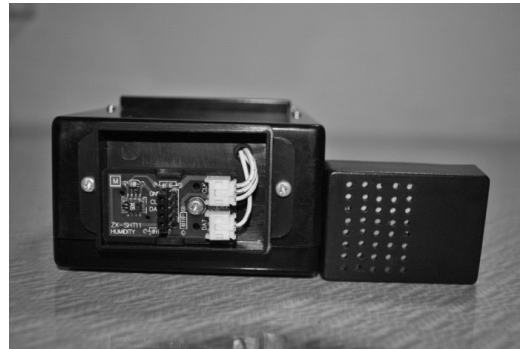
จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นทุ่นดำที่พัฒนาขึ้นมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

1. เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ SHT11
2. จอ LCD ขนาด 16x2 ตัวอักษร
3. ช่องเชื่อมต่อสายสัญญาณ RS232
4. แกนหมุนของความต้านทานปรับค่าได้ เพื่อปรับความสว่างของจอแสดงผล LCD

2. คุณสมบัติทางเทคนิค

เครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นทุ่นดำที่พัฒนาขึ้นนี้มีคุณสมบัติทางเทคนิคในหลายประการ ดังนี้

1. สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง 123.8°C และความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ $0\% \text{RH}$ ถึง $100\% \text{RH}$
2. แหล่งพลังงานได้จากถ่าน 9V
3. สามารถแสดงผลค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ความละเอียดทศนิยม 1 ตำแหน่ง ผ่านทางหน้าจอ LCD ขนาด 16x2 ตัวอักษร และสามารถปรับค่าความสว่างของหน้าจอให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในขณะนั้น โดยใช้การปรับค่าความต้านทานปรับค่าได้ (Variable Resistance; rheostat)



รูปที่ 4 ลักษณะของเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นทุ่นดำที่พัฒนาขึ้น

การทดสอบงานวิจัย

ในส่วนนี้จะเป็นการกล่าวถึงการทดสอบเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นทุ่นดำสำหรับงานสมุทรศาสตร์อุทกศาสตร์และความปลอดภัย โดยผู้วิจัยได้แบ่งการทดสอบการทำงานของเครื่องมือออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงในการใช้งานและการทดสอบการใช้งานจริงในสถานประกอบการด้วยการบันทึกผลลงในคอมพิวเตอร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงในการใช้งาน

การทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงในการใช้งานนี้ เพื่อให้ทราบถึงความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่อ่านค่าได้จากเครื่องที่ได้ออกมาพัฒนาขึ้นในสภาพแวดล้อมต่างๆ ไป โดยทำการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้รับการสอบเทียบมาแล้ว รุ่น Testo 608-H1 ดังแสดงวิธีการทดสอบได้ในรูปที่ 5 โดยมีวิธีการทดสอบ ดังนี้



รูปที่ 5 การทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงในการใช้งานเทียบกับเครื่องรุ่น Testo 608-H1

1.1 วิธีการทดสอบ

- 1) เปิดเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้ออกมาพัฒนาขึ้นและเครื่องรุ่น Testo 608-H1 โดยที่เครื่องทั้งสองวางไว้ในบริเวณเดียวกัน
- 2) วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้นทั้งเครื่องที่ได้ออกมาพัฒนาขึ้นและเครื่องรุ่น Testo 608-H1 ทุกๆ 30 นาที โดยเริ่มวัดตั้งแต่เวลา 8:00 - 18:00 น. พร้อมทั้งบันทึกค่า
- 3) เปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากเครื่องที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องรุ่น Testo 608-H1 พร้อมทั้งคำนวณค่าความผิดพลาดเบื้องต้น

1.2 ผลการทดสอบ

จากการทดสอบตามข้อ 1.1 ซึ่งกระทำขึ้นในวันที่ 6 มี.ค. 54 มีผลการทดสอบ ดังนี้ ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของอุณหภูมิเป็น $^{\circ}\text{C}$ ที่วัดได้จากเครื่องที่พัฒนาขึ้นเทียบกับเครื่องรุ่น Testo 608-H1 มีค่าเท่ากับ 2.9% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์เป็น %RH ที่วัดได้จากเครื่องที่พัฒนาขึ้นเทียบกับเครื่องรุ่น Testo 608-H1 มีค่าเท่ากับ 2.0% ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงที่ไม่สูงมากนักและยอมรับได้

2. การทดสอบการใช้งานจริงในสถานประกอบการด้วยการบันทึกผลลงในคอมพิวเตอร์

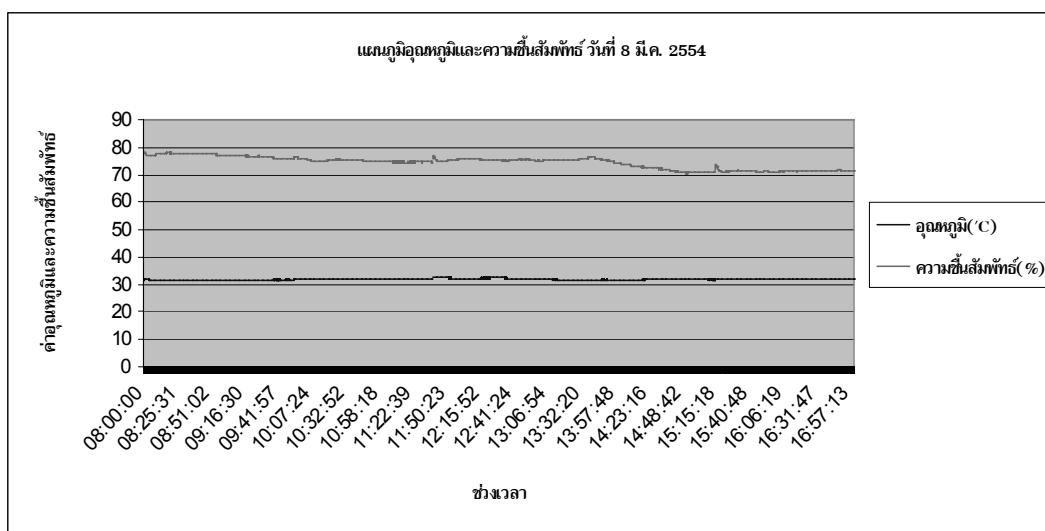
การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องในการใช้งานจริง ในสถานประกอบการจริง ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่ไม่ค่อยเป็นมิตรกับพนักงาน รวมทั้งเครื่องที่ได้พัฒนาขึ้นมากนัก โดยสถานประกอบการที่เข้าทดสอบเป็นสถานประกอบการประเภทหล่อโลหะในอุตสาหกรรมยานยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ซึ่งมีวิธีการทดสอบ ดังนี้

2.1 วิธีการทดสอบ

- 1) เปิดเครื่องบันทึกเพื่อตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้ออกมาพัฒนาขึ้นพร้อมทั้งเชื่อมต่อสายสัญญาณ RS232 เข้ากับคอมพิวเตอร์ Note Book
- 2) เปิดโปรแกรมแสดงผลและบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่พัฒนาโดย Visual Basic 2008 เลือก Port เชื่อมต่อให้ตรงกับ Port ที่เชื่อมต่อสาย RS232 ที่ต่ออยู่
- 3) เริ่มบันทึกผลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่เวลา 8:00 - 17:00 น.
- 4) นำผลที่ได้มาพล็อตกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ณ เวลาต่างๆ

2.2 ผลการทดสอบ

จากการทดสอบตามข้อ 2.1 ซึ่งกระทำขึ้นในวันที่ 8 มี.ค. 54 มีผลการทดสอบซึ่งเขียนให้อยู่ในรูปของกราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ณ เวลาต่างๆ ได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 กราฟค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ณ เวลาต่างๆ ของการทดสอบใช้งานจริง

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาด้านแบบเครื่องมือตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และแสดงผลบนคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังสุขภาพของคอนกรีตอันเนื่องมาจากความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่เหมาะสมในราคาที่ไม่สูงจนเกินไป โดยในการพัฒนาได้ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายภายในประเทศเป็นหลัก ทั้งนี้เพื่อช่วยเพิ่มขีดความสามารถของการวิจัยและพัฒนาในการที่จะพึ่งพาตนเองให้ได้มากที่สุดและลดการนำเข้าเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ จากต่างประเทศซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง รวมทั้งยังอาจเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งของผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะนำไปปรับปรุงและพัฒนาให้มีความเหมาะสมในการพัฒนาในเชิงพาณิชย์ เพื่อจำหน่ายให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

จากการทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงในการใช้งานต้นแบบเครื่องมือตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่พัฒนาขึ้นนี้ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รุ่น Testo 608-H1 พบว่าในส่วนของอุณหภูมิ หน่วยเป็น °C มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 2.9 และในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ หน่วย %RH มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ไม่สูงมากนัก

สำหรับต้นทุนโดยประมาณในการพัฒนาเครื่องต้นแบบ เท่ากับ 1,800 บาท ซึ่งราคาดังกล่าวถูกกว่าเครื่องมือที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศประมาณ 80% ดังนั้น จะเห็นได้ว่าหากมีการนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์ จะสามารถช่วยลดการขาดดุลทางการค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการผลิตทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมาก อีกทั้งยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถของการวิจัยและพัฒนาในการที่จะพึ่งพาตนเองให้ได้มากที่สุดและลดการนำเข้าเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ จากต่างประเทศซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงได้

ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทำโครงการวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องทุ่มเทเวลาให้กับการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้วิจัยมีประสบการณ์ในการออกแบบเครื่องมือวัดและการเขียนโปรแกรมไม่มากนัก แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นงานวิจัยนี้ก็สำเร็จไปด้วยดีด้วยการบูรณาการความรู้ด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน ทั้งทางด้าน hardware และ Software จนสามารถสร้างเครื่องต้นแบบได้สำเร็จ

ในส่วนของปัญหาทางเทคนิคที่พบนั้น คือ ในกรณีของการเปิดเครื่องและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการบันทึกผลอย่างต่อเนื่องนั้น เนื่องจากว่าแหล่งพลังงานที่ใช้คือ ถ่าน 9V นั้น ให้พลังงานได้ไม่ยาวนานนักจึงมีข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาในการทำงานของเครื่อง ดังนั้น ควรใช้ถ่าน

ชนิดคุณภาพสูง (ถ่านอัลคาไลน์) และปรับความสว่างหน้าจอ LCD ลงให้มากที่สุด เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานหรือสำหรับการพัฒนาขั้นต่อไป สำหรับงานวิจัยนี้ควรที่จะเพิ่มแหล่งพลังงานสำหรับเครื่องขึ้นมา อีกอย่างหนึ่ง คือ พลังงานไฟฟ้า 220V ที่เรากำลังใช้ทั่วไป โดยต่อผ่าน Adapter หรือตัวแปลงไฟจาก AC220V เป็น DC 12V แล้วค่อยจ่ายให้กับตัวเครื่อง ในกรณีที่ต้องการตรวจติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นระยะเวลานานๆ หรือถาวร แต่วิธีนี้ต้องใช้สายไฟจ่ายให้กับตัวเครื่องตลอดเวลา

นอกจากนี้แล้วปัญหาที่พบอีกอย่างหนึ่งก็คือ การบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จำเป็นที่จะต้องเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา ซึ่งอาจจะสะดวกในการเฝ้าติดตามสถานะของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อย่างถาวร (มีการติดตั้งเครื่องและเดินสายสัญญาณอย่างดี) แต่ในทางกลับกันอาจจะไม่สะดวกในกรณีของการบันทึกเพื่อเฝ้าติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในบางสถานที่ทำงานที่มีการย้ายอยู่บ่อยๆ ดังนั้น เพื่อความยืดหยุ่นในการทำงานสำหรับการพัฒนาขั้นต่อไป ควรที่จะเพิ่มฟังก์ชันการทำงานที่สามารถบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตัวของเครื่องเอง (Data logger) โดยที่ไม่ต้องต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์อีก ซึ่งข้อเสนอแนะต่างๆ เหล่านี้จะช่วยเสริมประสิทธิภาพการทำงานของตัวเครื่องให้สูงขึ้นไม่แพ้เครื่องมือที่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูงเลยทีเดียว

เอกสารอ้างอิง

ขจร อนุจิตย์. การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC-51. Core Function.

ชำนาญใจประดิษฐ์ธรรม และวัลลภ เรืองด้วยธรรม. (2551). เครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบพกพาเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

นคร ภักดีชาติ และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. ทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C ฉบับ P89V51RD2. อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.

นคร ภักดีชาติ และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. ทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C สำหรับ AT89C51. อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.

บัญชา ปะสีละเตสัง. พัฒนาแอปพลิเคชันด้วย Visual Basic 2008. ซีเอ็ดดูเคชั่น.

อนามัย (ธีรวิโรจน์) เทศกะทิก. (2553). อาชีวอนามัยและความปลอดภัย (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อภิชาติ ภูพลับ และสัจจะ จรัสรุ่งรวีร. เขียนโปรแกรมควบคุม Micro Controller ด้วยภาษา C Assembly และ VB (พิมพ์ครั้งที่ 1). ไอทีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์.

อรพิน ประวัตติบริสุทธิ. (2547). คู่มือเรียนภาษาซี (พิมพ์ครั้งที่ 1). โปรวีชั่น.

Chiranan Jakreng et al. (2011). Occupational natural heat exposure and its health effects on salt production workers in Samutsongkhram province Thailand. *Occupational & Environment Medicine Journal*, 68.

M. Moghavvemi, M.O.Faruque, Ng Koon Eng & Soo Choon Yip. (2001). A Simple Low Cost Data Acquisition System for Remote Sensing of Relative Humidity and Temperature. *IEEE Journal 2001*, 1, 202–206.

Roccatto L. et al. (2010). Heat stroke in the workplace: description of a case with fatal outcome, *Med Lav Journal*, 101(6), 446–52.

Xianyi Qian & Xianjun Wang. (2009). Design of temperature humidity and toxic gas monitoring system of underground garage. *IEEE Journal 2009*, 1–3.

Yingjun guo, Dongfang Cao & Guang Zheng. (2009). Application of Intelligent Control Techniques for Temperature–Humidity Control in Industrial Workshops. *IEEE Journal 2009*, 192–194.