O-CP19

ระบบวัดความชื้นและอุณหภูมิภายในอาคารด้วยหัววัดแบบอาร์ซีไทม์

Indoor Humidity and Temperature Measurement System with RC-time Probe

เบญญ์ โยธารักษ์[1], สหรัฐ คะชาวุธ[1], เดี่ยว อภัยราช[1] ,วานิช โสภาสพ[1],บดินทร์ชาติ สุขบท[1],

จรัส บุณยธรรมา[1], สุชาติ สุภาพ[1], กิติพัฒน์ อนุรักษ์ฤนนท์[1]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี12120
โทร 0-2549-4187 E-mail: deawph@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงการวัดอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับหัววัดแบบอาร์ซีไทม์ในการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น โดยทำการวัดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศด้วยเซนเซอร์แบบ Thermal conductivity แสดงผลออกทางจอแสดงผลแอลซีดีในรูปของเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ และอุณหภูมิของอากาศ ณ ขณะนั้น วิธีนี้เป็นวิธีการที่สะดวกและง่ายในการหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศโดยไม่ต้องเปิดตาราง จากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิของอากาศที่หัววัดอ่านได้ถูกนำมามีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% หัววัดที่ใช้ในงานนี้เป็นแบบอาร์ซีไทม์ โดยใช้เทอร์มิสเตอร์ความต้านทาน 100 kΩที่อุณหภูมิ 25°Cกับตัวเก็บประจุขนาด 0.1 μF ซึ่งมีราคาถูกมากเมื่อเทียบกับหัววัดอุณหภูมิและความชื้นที่มีขายในท้องตลาด

คำสำคัญ: ความชื้น; Thermal conductivity; หัววัดแบบอาร์ซีไทม์

1. ที่มาและความสำคัญ

การเกษตรมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มาตั้งแต่ดำดำบรรพ์ โดยมนุษย์รู้จักที่จะนำประโยชน์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายทั้งจากพืชและสัตว์มาใช้ในชีวิตประจำวัน นำมาซึ่งปัจจัยในการดำรงชีวิต4ประการคือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัยและยารักษาโรค โดยมนุษย์รู้จักเก็บเกี่ยวผลผลิตทางเกษตร นำไปเป็นอาหาร นำส่วนต่าง ๆ ของพืชเส้นใยไปผลิตสิ่งทอหรือใช้หนังสัตว์ทำเครื่องนุ่งห่ม ปลูกป่าเพื่อนำไม้ไปเป็นอุปกรณ์ในการปลูกสร้างสิ่งการก่อสร้าง สร้างที่พักอาศัย อาคารสถานที่ ทำเฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ต่าง ๆ อีกทั้งยังรู้จักปลูกพืชสมุนไพร เพื่อนำไปใช้เป็นยารักษาโรค ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งสิ้น

ในยุคปัจจุบันภาคการเกษตรมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ เพราะนอกจากจะก่อให้เกิดรายได้แล้ว คนส่วนใหญ่ของประเทศยังมีอาชีพทำการเกษตร และผลการพัฒนาการเกษตรที่ผ่านมา พบว่ารายได้และความเป็นอยู่ของเกษตรกรโดยรวมดีขึ้น แม้แต่ในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจที่ผ่านมาภาคการเกษตรได้รับผลกระทบน้อยกว่าภาคอื่นๆ ของประเทศ เป็นผลมาจากการดำเนินนโยบายหลายด้าน รวมทั้งการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรทำการเกษตรในแนวทฤษฎีใหม่ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาบ้างแล้ว

นอกจากนี้ในส่วนอุตสาหกรรมทางการเกษตรหลายๆอย่างก็มีความต้องการในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นทั้งของอาหารการเพาะปลูกและการปศุสัตว์หรือแม้กระทั้งการเก็บผลผลิตทางการเกษตร[1-3] ซึ่งมีการดำเนินการในระบบปิดเพื่อควบคุมผลกระทบต่างๆ ที่เป็นผลมาจากความแปรปรวนของสภาพดินฟ้าอากาศจากโรคระบาดหรือปัจจัยเสี่ยงต่างๆการนำเอาเทคโนโลยีมาเกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดอัตราการสูญเสียจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่ออุตสาหกรรมเกษตรในปัจจุบัน

อุณหภูมิและความชื้นจัดว่าเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญต่องานทางเกษตรกรรม ไม่ว่าจะเป็นการปลูกพืชผักในโรงเรือนยกตัวอย่างเช่น การเพาะเห็ด ซึ่งต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความและความชื้นให้เหมาะสมเพื่อให้เห็ดเจริญเติบโตได้ดี หรือแม้กระทั้งการเลี้ยงสัตว์ในโรงเรือนระบบปิด เช่น การเลี้ยงไก่ ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมจะทำให้ไก่โตเร็วและมีอัตราการตายต่ำนั่นหมายความว่าการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นจำเป็นอย่างยิ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่องานทางเกษตรกรรม

ในงานนี้ผู้จัดทำได้ออกแบบระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นในราคาประหยัดโดยใช้เทอร์มิสเตอร์เป็นหัววัดอุณหภูมิ ซึ่งเป็นหัววัดอุณหภูมิที่มีราคาถูกมากและหาซื้อได้ง่ายร่วมกับไอซี PIC 16F648A เป็นชีพียูประมวลผลโดยแสดงค่าอุณหภูมิออกทางจอแอลซีดีและส่วนค่าความชื้นทางผู้จัดทำได้ออกแบบโดยใช้หลักการวัดความชื้นด้วยแบบ Thermal conductivityแสดงค่าความชื้นออกมาในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ทางจอแอลซีดี

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความชื้นสัมพัทธ์ [4] ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity)คือ ปริมาณความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ (amount of moisture in the air)ต่อปริมาณความชื้นที่มีปริมาตรเท่ากัน อุณหภูมิเดียว และอยู่ในสภาพอิ่มตัว หรือบอกเป็นเปอร์เซ็นของความดัน ไอน้ำของอากาศในขณะนั้นต่อความดันไอน้ำอิ่มตัวของอากาศที่มีอุณหภูมิเท่ากันเขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์ } f = \frac{\text{ปริมาณความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ}}{\text{ปริมาณความชื้นของอากาศในสภาพอิ่มตัว}} \times 100 \quad (1)$$

$$= \frac{\text{ความดันไอน้ำของอากาศในขณะนั้น } (e)}{\text{ความดันไอน้ำอิ่มตัวของอากาศ}(e_s)} \; x\; 100 \quad (2)$$

ความดันไอน้ำของอากาศ (e) เป็นตัวแปรที่บอกถึงปริมาณความชื้นในอากาศ ซึ่งสามารถคำนวณได้เมื่อทราบค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียก (wet bulbtemperature) และอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง (dry bulb temperature) และค่าความกดอากาศในบริเวณนั้น ความดันไอน้ำของอากาศในระบบเมตริก (metric system) คำนวณได้จากสมการ

$$e = e_s - 0.00066\ p\ (T-T_w)\ (1+0.0015\ T_w) \qquad (3)$$

โดยที่ e คือ ความดันไอน้ำของอากาศ (mbar)
e_sคือ ความดันไอน้ำอิ่มตัว (mbar)
P คือ ความกดอากาศ (mbar)
T คือ อุณหภูมิที่อ่านค่าได้จากเทอร์มิเตอร์กระเปาะแห้ง (°C)
T_wคือ อุณหภูมิที่อ่านค่าได้จากเทอร์มิเตอร์กระเปาะเปียก (°C)

ความดันไอน้ำอิ่มตัวสามารถหาได้จาก สมการของ Goff-Gratch (พ.ศ. 2489) ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศดังสมการ

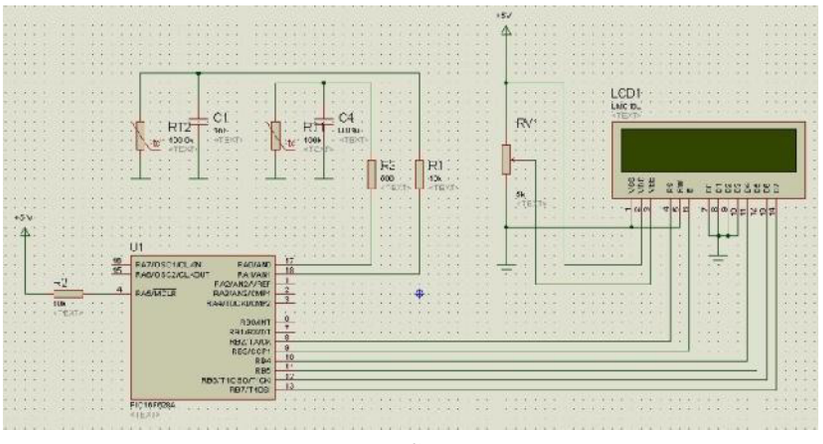
$$e_s \quad 33.8639[(0.00738T + 0.8072)^8 - 0.000019(1.8T + 48) + 0.001316] \qquad (4)$$

โดยที่ e_s คือ ความดันไอน้ำอิ่มตัว (mbar) T คือ อุณหภูมิของอากาศ (°C)

สมการที่ 4 ใช้ได้ในช่วงอุณหภูมิ – 50°Cถึง + 55°C หรือ -58 °F ถึง + 131°F โดยยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนของความดันไอน้ำอิ่มตัวที่คำนวณได้ ± 1 %

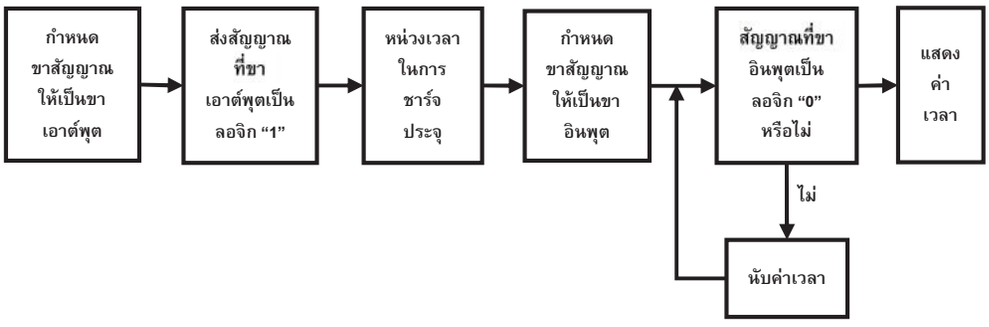
3. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1การออกระบบและหลักการทำงานของระบบ ระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารด้วยหัววัดแบบอาร์ซีไทม์ มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนคือ 1. ชุดหัววัดแบบอาร์ซีไทม์เทอร์มิสเตอร์ชนิด NTC มีความต้านทาน 100kΩ ที่อุณหภูมิ 25°C กับตัวเก็บประจุขนาด 0.1 µF 2. ชุดประมวลผลข้อมูลซึ่งใช้ไอซี PIC 16F648A ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากหัววัดและ 3. ชุดแสดงผลข้อมูลซึ่งแสดงผลข้อมูลผ่านผ่านจอแอลซีดีขนาด 4 บิต ดังแสดงในรูปที่ 1ระบบวัดที่ออกแบบขึ้นจะมีหัววัดอุณหภูมิ 2 ชุด โดยที่ชุดที่ 1 จะทำการวัดอุณหภูมิที่กระเปาะแห้ง ส่วนชุดที่ 2 จะทำหน้าที่วัดอุณหภูมิที่กระเปาะเปียก

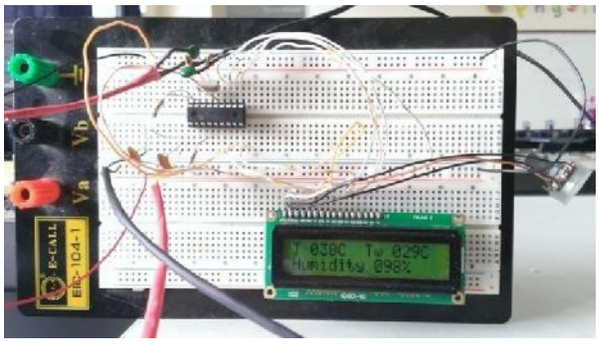


รูปที่ 1: วงจรระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารด้วยหัววัดแบบอาร์ซีไทม์

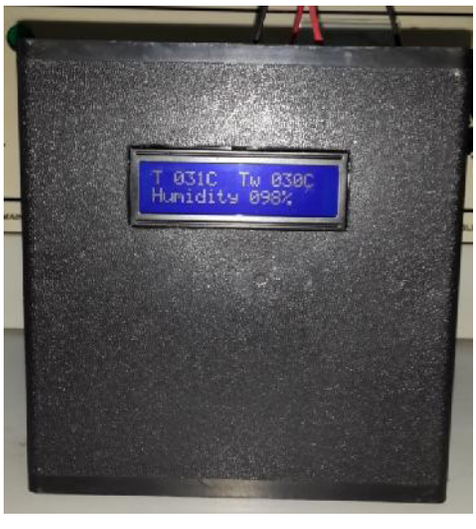
หลักการอ่านค่าอุณหภูมิของหัววัดอาศัยหลักการทำงานของการชาร์จและคายประจุของตัวเก็บประจุผ่านตัวต้านทานซึ่งในที่นี้ก็คือเทอร์มิสเตอร์ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิก็จะทำให้ความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้ระยะเวลาในการคายประจุมีการเปลี่ยนแปลง ทำการนับระยะเวลาในการคายที่เปลี่ยนแปลงไป แล้วนำมาทำการคำนวณกลับเพื่อหาค่าอุณหภูมิโดยมีรูปแบบการทำงานของโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิดังรูปที่ 2



รูปที่ 2: การทำงานของโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิ



รูปที่ 3: การทดสอบการทำงานของระบบวัด



รูปที่ 4: ระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารด้วยหัววัดแบบอาร์ซีไทม์

3.2 วิธีการทดสอบระบบวัดอุณหภูมิ วิธีการทดสอบระบบวัดอุณหภูมิทำได้โดยทดสอบวัดค่าอุณหภูมิที่ได้จากหัววัดเทียบกับค่าที่วัดได้โดยเทอร์โมคัปเปิ้ล วัดอุณหภูมิที่ 30, 35, 40, 45, 50, และ 55 °C ซ้ำจำนวน 10 ครั้งโดยใช้หัววัดอุณหภูมิร่วมกับตัวเก็บประจุ 0.1 μF โดยใช้น้ำเป็นตัวกลางในการควบคุมอุณหภูมิ

3.2วิธีการทดสอบระบบวัดชื้น เนื่องจากทางผู้ทำการทดลองไม่สามารถกำหนดค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศได้ ทางผู้ทำการทดลองจึงทำการทดลองวิธีการการจำลอง หรือ ซีมิวเลชัน (simulation) โดยใช้โปรแกรมISIS Professional โดยกำหนดให้อุณหภูมิของกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งมีอุณหภูมิแตกต่างกัน แล้วทำการคำนวณค่าตามทฤษฎีเพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการจำลองกับค่าทางทฤษฎี

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิของระบบวัดอุณหภูมิ ทำการวัดในระบบเปิด ทำการทดลอง 10 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยและหาค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งผลการทดสอบที่ได้แสดงดังตารางที่ 1จะเห็นได้ค่าอุณหภูมิที่วัดได้มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงอุณหภูมิจริงสังเกตได้จากเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนน้อย มีค่าไม่เกิน 3% ยกเว้นที่การทดสอบวัดที่อุณหภูมิ 45°C ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 5.8%

ตารางที่ 1: ผลการทดสอบความสามารถในการวัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ (°C)	อุณหภูมิจากระบบวัดอุณหภูมิที่ทำการวัด (°C) ครั้งที่										ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ	% ความคลาดเคลื่อน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
30	31	31	32	30	31	30	30	31	31	30	30.7	2.3
35	36	36	36	36	36	34	36	34	35	35	35.4	1.1
40	41	41	41	39	39	39	40	39	39	39	39.7	0.7
45	48	47	47	48	48	47	49	48	47	47	47.6	5.8
50	50	50	50	50	50	49	50	50	48	48	49.5	1.0
55	56	52	56	56	56	55	56	55	55	55	55.2	0.4

ความคลาดเคลื่อนในการวัดอุณหภูมิอาจจะมีสาเหตุได้หลายประการเช่น 1. ระบบควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในการสอบเทียบอาจความผิดพลาดอยู่บ้างซึ่งสามารถทำให้อุณหภูมิที่วัดเกิดความคลาดเคลื่อนตามได้ 2.การคายประจุของตัวเก็บประจุมีค่าไม่แน่นอนเนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของตัวเก็บประจุ

ผลการทดสอบการทดสอบการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงดังในตารางที่ 2 เนื่องจากไม่สามารถกำหนดค่าความชื้นในอากาศได้ จึงได้ทำการทดลองด้วยการจำลองอุณหภูมิที่ได้วัดได้จากกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งแล้วนำผลที่ได้มาเทียบกันค่าความชื้นที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี จะเห็นได้ว่าผลการสอบที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากทฤษฎี สังเกตได้จากเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่มีค่าต่ำกว่า 3%ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดได้รับผลมาจากความคลาดเคลื่อนของระบบวัดอุณหภูมิ เนื่องจากในการคำนวณค่าความชื้นต้องอาศัยค่าอุณหภูมิในการคำนวณ ดังนั้นถ้าระวัดอุณหภูมิมีความคลาดเคลื่อนก็จะส่งผลต่อค่าความชื้นที่วัดได้ด้วย

ตารางที่2: ผลการทดสอบการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์

อุณหภูมิของกระเปาะแห้ง (°C)	อุณหภูมิของกระเปาะเปียก(°C)	ความชื้นสัมพัทธ์(%) จากการทดลอง	ความชื้นสัมพัทธ์(%) จากการคำนวณ	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
39	32	92	93.4	1.47
39	31	90	92.4	2.60
39	30	89	91.5	2.66
39	27	86	88.6	2.83
39	26	85	87.7	2.89

5. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองข้างต้นนี้เห็นได้ว่าระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นนี้ถือว่าค่อนข้างมีประสิทธิภาพดีพอสมควรด้วยต้นทุนในการสร้างหัววัดที่ไม่เกิน 50 บาท (เทอร์มิสเตอร์ + ตัวเก็บประจุ) ซึ่งสามารถทดแทนหัววัดที่มีขายในท้องตลาดได้ ทั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานทางอุตสาหกรรมทางการเกษตรที่ต้องพึ่งพาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้

6. บรรณานุกรม

[1] มนูญ เมฆอรุณกมล, 2542, อิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้นต่ออัตราการผสมติดของโคนมจังหวัดสุโขทัย, คณะวิชาสัตวศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

[2] วรินธร ยิ้มย่อง, สุนัน ปานสาคร, 2552, ศึกษาผลของอุณหภูมิในการลดความชื้นที่มีต่อปริมาณกรดแกมมาแอมิโนบิวทิริกในผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องงอกเพื่อการเพิ่มมูลค่าผลิตผลทางการเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[3] นภดล ลีลารุ่งโรจน์, 2532, การควบคุมความชื้นและระบายความร้อนในโรงงานปั่นด้าย, เทคโนโลยีพลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[4] กีรติ ลีวัจนกุล, ความชื้นสัมพัทธ์, อุทกวิทยา.